Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Mecánica

PROPUESTA DE TECNICAS ACTIVAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE, AREA DE MAQUINAS – HERRAMIENTAS PARA EL COLEGIO TECNICO CARLOS CRESPI

Trabajo de graduación previo a la obtención
del título de: Tecnólogo Mecánico

Autor: Geovanny Guillén Falconi

Director: Dr. Ing. Manuel Toalongo

Cuenca – Ecuador

2006

DEDICATORIA

Debemos realzar el merito que constituye alcanzar una meta en el transcurso de la vida, hoy para mí al terminar mis estudios universitarios quiero dedicar en esta etapa de mi vida a quienes me apoyaron constantemente con mucho sacrificio y desvelo.

De manera especial dedico el merito alcanzado a mis padres, esposa que me han apoyado incondicionalmente y a mi hija que ha sido un gran incentivo para poder seguir triunfando en la vida.

Geovanny

AGRADECIMIENTO

Este trabajo he logrado realizar gracias a la Colaboración básicamente de la Universidad del Azuay, es por eso que quiero dejar constancia de mi profundo agradecimiento a todos los profesores que dedicaron parte de su tiempo en formarnos como buenos profesionales y excelentes personas. Así como al Colegio Técnico Carlos Crespi que me brindaron la oportunidad de realizar mi tesis colaborándonos incansablemente en el desempeño de este proyecto. De igual forma agradezco de manera especial a los miembros del tribunal de tesis y a mi director el Ing. Manuel Toalongo quienes en forma decidida y dedicada me han dirigido incondicionalmente aportando con todos sus conocimientos esta monografía que hoy con mucha satisfacción lo vemos culminada, de igual manera hacemos mención a todos quienes de una u otra manera han aportado para que este trabajo llegue a su culminación.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria ii
Agradecimiento iii
Índice de Contenidos iv
Índice de Tablas vi
Índice de Anexos vii
Resumen viii
Abstract ix
Introducción x

CAPITULO 1
DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL COLEGIO TECNICO CARLOS CRESPI
1.1 Fundamentos y Características de la Educación Activa 1
1.2 Aplicación de Técnicas como entrevistas, encuestas a Profesionales, Profesores, Alumnos y Padres de Familia. 7

CAPITULO 2
METODOS Y TECNICAS DE LA EDUCACION ACTIVA
2.1 Método Didáctico Concepto. 22
2.2 Clases de Métodos. 23
2.3 Técnicas de Aprendizaje. 26
2.4 Técnicas de Motivación. 30
2.5 Destrezas Conceptos. 32
2.6 Evaluación de Métodos, Destrezas, Técnicas e Instrumentos 34

CAPITULO 3
PROPUESTAS Y DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS ANALITICOS EN LA ASIGNATURA DE MAQUINAS - HERRAMIENTAS
3.1 Análisis de la Macro Planificación. 37
3.2 Elaboración de la Meso Planificación. 38
3.3 Desarrollo de la Micro Planificación. 42

DESARROLLO DE LA MICRO PLANIFICACION

Modulo N.-1 Conocimiento de los Materiales 43
Modulo N.-2 El Acero 54
Modulo N.-3 Principios Fundamentales en las Máquinas Herramientas 72
Modulo N.-4 Mecanismos Fundamentales en las Máquinas Herramientas 89
Modulo N.-5 Lubricación y Refrigeración 109
Modulo N.-6 Afilado de la Herramienta de Corte 124
Modulo N.-7 Partes Principales y Funcionamiento del Torno Paralelo 139
Modulo N.-8 Generalidades 154
Modulo N.-9 Proceso de Mecanizado para el Torno Paralelo 170
Modulo N.-10 Operaciones Fundamentales en el Torno Paralelo 194
Modulo N.-11 El Taladrado 214
Modulo N.-12 Troceado y Moleteado 227
Modulo N.-13 Generalidades sobre el Roscado en el Torno 237
Modulo N.-14 Sierra Mecánica 253
Modulo N.-15 La Fresadora 264
Modulo N.-16 El Fresado 282
Modulo N.-17 Herramientas y Portaherramientas para Fresadora 303
Modulo N.-18 Aparatos Divisores 315
Modulo N.- 19 Operaciones de Fresado 333
Modulo N.-20 Planeado, Escuadrado y Fresado a Pulso 350
Modulo N.-21 Ranurado Circular 360
Modulo N.-22 Tallado de Engranajes 369
Modulo N.-23 Conocimientos Generales sobre la Limadora 395
Modulo N.-24 El Trabajo en la Rectificadora 418
Modulo N.-25 Ruedas Dentadas 437
Modulo N.-26 Perfil a Evolvente 460
Modulo N.-27 Determinación del Modulo 484
Modulo N.-28 Ruedas Cilíndricas con Dientes Helicoidales 502
Modulo N.-29 Cálculo de Ruedas Dentadas 531
Modulo N.-30 Transmisión entre ejes que se cruzan 538
CONCLUSIONES 562
BIBLIOGRAFÍA 563
ANEXOS 565

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Formas Comerciales de los Aceros 60
Tabla 2.2 Identificación de los Metales 61
Tabla 2.3 Características Principales de los Metales 67
Tabla 6.1 Valores de Alfa, Beta y Lambda para Herramientas en Acero Rápido 129
Tabla 6.2 Ángulos en la Herramienta de Tornos y Cepilladora 129
Tabla 6.3 Determinación del Material de las Herramientas de Corte 130
Tabla 6.4 Valores para Herramientas en metal duro 134
Tabla 6.5 Hoja de Proceso del Afilado de la Herramienta de Corte 135
Tabla 9.1 Tolerancias de Forma y Posición 174
Tabla 9.2 Recomendaciones para los avances máximos en la practica 180
Tabla 9.3.1 Ejemplo 1 de Proceso de Mecanizado 182
Tabla 9.3.2 Ejemplo 2 de Proceso de Mecanizado 182
Tabla 9.4 Hoja de Evaluación 183
Tabla 9.5 Herramienta de Corte para Taladrar y Roscar 184
Tabla 9.6 Herramienta de Torno 185
Tabla 9.7 Portaherramientas 186
Tabla 9.8 Datos de Corte 187
Tabla 9.9 Datos de Corte Orientados para el Torneado 189
Tabla 9.10 Número de Revoluciones Por Minuto 190
Tabla 10.1 Dimensiones de las Brocas de Centros 205
Tabla 16.1 Velocidad de Corte en el Fresado 284
Tabla 16.2 Avance por Diente en el Fresado 287
Tabla 17.1 Valores de los Ángulos de Corte 311
Tabla 20.1 Proceso de Trabajo 355
Tabla 20.2 De Avances y Velocidad de Corte 357
Tabla 20.3 De Revoluciones Por Minuto 358
Tabla 22.1 Equivalencias Modulo y Diametral Pitch 373
Tabla 23.1 Abaco para calcular la Vm o el Numero de Carreras 405
Tabla 23.2 Velocidad de Corte en m/min para diferentes Materiales 405
Tabla 23.3 Avances de Tres Tipos de Limadoras 406
Tabla 24.1 Valores para la Profundidad de Pasada 430
Tabla 24.2 Valores Orientativos en m/min 432

Tabla 24.3 Velocidad Periférica Máxima Admisible para las Muelas 434
Tabla 24.4 Velocidades Periféricas Mínimas y Máximas 434
Tabla 25.1 Proporcionamiento de los Dientes 441

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Criterios Acerca del Perfil Profesional del Bachiller Técnico Industrial para Estudiantes 565
Anexo 2 Criterios Acerca del Perfil Profesional del Bachiller Técnico Industrial para Profesores 570

RESUMEN

Con la propuesta de técnicas activas en el proceso de enseñanza aprendizaje, área de Máquinas Herramientas para el Colegio Técnico Carlos Crespi, es un conjunto de experiencias y aprendizajes que de modo organizado y sistemático se ha realizado para los alumnos de segundo y tercero de bachillerato en la especialidad de Mecánica Industrial. Los planes y programas de la materia de estudios, las actividades, las técnicas de evaluación, el material didáctico y el desarrollo de los programas analíticos contribuyen a un aprendizaje significativo, donde se garantice el dominio de los conocimientos habilidades, intereses aptitudes y valores necesarios para desempeñarse en una determinada actividad crítica exigida en la interrelación, de la realidad donde se desenvuelve el estudiante.

ABSTRACT

This work presents a proposal about a group of learning techniques, applied to the tools and machinery area of Carlos Crespi high school. This is a source of teaching and learning experiences which have been performed with dwo and tree level students of Industrial Mechanics. Syllabus, test, activities evaluation techniques and didactical material contributes to an improved learning, ensuring strong know ledge, and be her skills for the students. The result is an increase of abilities to focused in the students performance in productive activities.

INTRODUCCIÓN

La Educación en los actuales momentos, tiene nuevos y complejos horizontes, hacia los cuales debemos llegar con una verdadera formación integral, desde todos los aspectos que rodean al ser humano.

El conocimiento aplicación, profesionalización y cambio, de los procesos didácticos de enseñanza-aprendizaje tienen un papel primordial para las consecuencias de este fin.

Con la elaboración de esta Propuesta de Técnicas Activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, área de máquinas, herramientas para el colegio; se pretende de alguna manera, contribuir a un mayor conocimiento y profesionalización de los procesos psicopedagógicos, para la enseñanza-aprendizaje de dichas materias.

Es necesaria una propuesta curricular actualizada y flexible para introducir las correcciones en forma oportuna sobre los aspectos que haya que mejorar en el curricular sin tener que acudir a cambios totales.

Para lograr una mejor compresión y ubicación de los contenidos que abarca este trabajo, inicialmente se encuentra estructurada la propuesta de Técnicas Activas en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, Área de máquinas, herramientas para el colegio Técnico Carlos Crespi de acuerdo a los capítulos para su desarrollo.

En el capítulo Uno hace referencia al Diagnostico situacional del Colegio Técnico Carlos Crespi mediante la aplicación de encuestas para determinar el perfil del estudiante, sugerencias para la formación académica del bachillerato técnico industrial.
En la parte final de este capítulo se presentan los resultados de las encuestas realizadas a estudiantes de mecánica industrial, profesores y autoridades del colegio.

En el capítulo Dos se planteamos los fundamentos pedagógicos, métodos didácticos, técnicas y destrezas con los cuales desarrollaremos la propuesta de Técnicas Activas.

En el capítulo Tres planteamos la propuesta y desarrollo de los programas analíticos en la asignatura de Maquinas Herramientas y finalmente diseñamos y elaboramos las fichas que el aprendizaje significa.

Finalmente se presentan algunas conclusiones y recomendaciones que frente el problema curricular justifica la necesidad de un cambio y de la implantación de la propuesta

Guillén Falconi Geovanny
Trabajo de Graduación
Director: Dr. Ing. Manuel Toalongo
Julio del 2006

PROPUESTA DE TECNICAS ACTIVAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE, AREA DE MAQUINAS HERRAMIENTAS PARA EL COLEGIO TECNICO CARLOS CRESPI

CAPÍTULO 1

DIAGNOSTICO SITUACIÓNAL DEL COLEGIO TÉCNICO CARLOS CRESPI

ANTECEDENTES DEL COLEGIO TÉCNICO CARLOS CRESPI

El Colegio Artesanal Carlos Crespi nació en 1972 por iniciativa de un grupo de ex alumnos salesianos como Colegio Artesanal en el local de la comunidad salesiana ubicado junto al parque de Maria Auxiliadora. Cambiando de nombre en 1996 a Colegio Técnico Carlos Crespi instalándose luego en un sector de Miraflores en un espacio que fue adquirido mediante gestión de los ex - alumnos Salesianos y luego con el apoyo de instituciones, amigos, familiares se construyeron el edificio administrativo y aulas.

En el Colegio Nocturno Técnico Carlos Crespi se destaca por dar acogida especial a jóvenes tanto hombres como mujeres quienes en su mayoría carecen de recursos necesarios para educarse, trabajan en el día y aspiran a tener una profesión útil estudiando por la noche. El equipo de profesores desempeña sus labores docentes en forma gratuita o voluntaria.

El Colegio cuenta con las especialidades de Mecánica Industrial y Electromecánica. La carrera de mecánica industrial esta dirigida a crear la mano de obra calificada para la pequeña industria y la artesanía capacitando a los alumnos en el manejo de tornos, fresadoras, taladros y suelda.

MISIÓN INSTITUCIONAL

Los maestros del plantel desempeñan un papel protagónico en el que hacer educativo, social, cultural y deportivo, de este sector urbano en el que nos ha tocado desarrollarnos, cuya misión fundamental es la de ser líderes en acción responsables de la formación integral a través de la guía, la orientación y la dinamización del aprendizaje en un marco integral de alta preparación científica y con gran sentido humano que van en beneficio de los jóvenes y hogares más pobres de la comunidad.

VISION INSTITUCIONAL

Con el transcurso de los años el Colegio Técnico Carlos Crespi, proyecta una transformación educativa que se intenta llevar adelante en la educación, el colegio cobra un nuevo perfil a partir de una revisión de su función y de un replanteo de sus características Institucionales.

Hoy mas que nunca es necesario definir al colegio como una institución social, pero de claro contenido pedagógico.

POLÍTICAS

- Mejoramiento profesional constante.
- Mantener buena relación humana entre maestros, con los alumnos, con los padres de familia, con los colegios vecinos y autoridades.
- Buscar ayuda en las Instituciones capacitadas para conseguir el mejoramiento en el proceso enseñanza-aprendizaje, en la salud, en lo físico y en lo emocional.
- Hacer que el alumno tenga un razonamiento aplicable a las distintas circunstancias de la vida.

RECURSOS DISPONIBLES

- **Humano**: Personal docente, administrativo, de servicio, y padres de familia.

- **Materiales:**

  - Ocho Aulas
  - Taller de Mecánica Industrial
  - Taller de Electricidad
  - Taller de soldaduras
  - Laboratorio de física
  - Laboratorio de Química
  - Laboratorio de Dibujo

- **Equipos:**

  - Cuatro Tornos
  - Ocho Soldadoras
  - Dos Fresadoras
  - Diez Computadoras
  - Stock de Herramientas

- **Económicos:**

  - Recursos de Autogestión por parte de las autoridades
  - Aporte de los Padres de Familia con las Pensiones Mensuales
  - Donaciones ocasionales por Instituciones de Beneficencia

ANALISIS INSTITUCIONAL – FODA

a) FORTALEZAS

- Personal capacitado en las especialidades del establecimiento
- Personal ubicado en las áreas de acuerdo a su especialidad
- Predisposición del personal para elaborar la calidad de la educación
- El Colegio cuenta con local propio y funcional
- Eficiente gestión administrativa
- Funcionamiento de la biblioteca como se lo había programado

b) DEBILIDADES

- Constancia en la educación tradicional
- Aplicación de la evaluación como medición
- Falta de relaciones humanas
- Falta de material didáctico y suministros para optimizar el funcionamiento de los talleres

c) OPORTUNIDADES

- Colaboración de los Padres de Familia.
- Convenios Interinstitucionales.
- Apoyo de autoridades, comunidad.

d) AMENAZAS

- Migración.
- Falta de responsabilidad de los padres de familia en el proceso educativo.
- Alcoholismo y drogadicción.

1.1. FUNDAMENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA EDUCACIÓN ACTIVA CONCEPTOS

CARACTERÍSTICAS DE LA EDUCACIÓN ACTIVA

La educación Activa se fundamenta en las necesidades e intereses del Alumno al que se considera como el sujeto más importante del hecho educativo y tiene características como las siguientes:

a) **Es Participativa:** El alumno interviene con su aporte es igualdad de conocimiento de condiciones, de condiciones se considera un compañero de trabajo de su maestro.
b) **Es Práctica:** Se procede a la comprobación de lo aprendido, es la medida posible.
c) **Es Estimulante:** Porque de paso a la creatividad, imaginación del estudiante.
d) Es una educación fundamentada en el racionamiento del alumno por lo tanto esta razón, interviene tiene que investigar, descubrir de manera que el alumno es el que contribuye sus conocimientos con la ayuda de su maestro.

El profesor ya no enseña sino que dirige, facilitando su enseñanza o aprendizaje.

FUNDAMENTOS DE LA EDUCACIÓN ACTIVA

Entre los fundamentos que sustentan a la educación activa encontramos algunos de carácter Pedagógico, otros de carácter Sociológicos y otros de carácter Pedagógico o Didáctico.

FUNDAMENTOS FILOSIFICOS

a) Las sociedades y la cultura esta sujeta a constantes cambios o renovaciones frecuentes, por tanto las costumbres, los valores son dinámicos cambiantes así actúa reforma curricular que nos pide que rompamos esquemas, que debemos creer en nuestra cultura.

b) Todo conocimiento en el nivel que sea es relativo, es cambiante por tanto no existen verdadero absolutas.
c) La cultura es dinámica, cambiante, lo que significa que sus conceptos, sus valores, no son estáticos en el cambio, es la innovación esta la esencia de la vida, se piensa que aquello que no cambia es por que está muerto.

EN EL CAMPO PEDAGOGICO O DIDÁCTICO

a) Lo más importante en ésta escuela es el aprendizaje más no la enseñanza, por tanto el elemento principal o el centro del proceso educativo es el alumno, considerado como una persona que tiene intereses, necesidades.
b) El conocimiento tiene su raíz u origen en la actividad del alumno, en su razonamiento, se piensa que todo lo que comprende es por que primero ha experimentado con los sentidos (lo que significa que el alumno solo aprende cuando el mismo descubre las cosas, las analiza, las manipula, formando así su propio conocimiento, dándose un aprendizaje intenso, significativo).
c) La experimentación por parte del alumno de aquello que aprende constituye la metodología principal del trabajo.
d) En consecuencia las asignaturas y programas dejan de ser programas de conocimientos teóricos solamente, para transformarse en programas de experiencias, de viviendas.

Estas ideas significan que para que el alumno tenga conocimiento debe analizar, describir, descubrir o comprobar lo que aprende.

EN EL CAMPO SOCIOLÓGICO.- La escuela activa o moderna se sustenta en sociedades modernas dinámicas organizadas, creativas, características de sociedades abiertas, dinámicas, productos conglomerados humanos en donde se da la competencia y progresa el grupo que dispone de ciencia de tecnología.

1.2. APLICACIÓN DE TÉCNICAS COMO ENTREVISTAS, ENCUESTA A PROFESIONALES, PROFESORES Y PADRES DE FAMILIA.

LA TÉCNICA DE LA ENCUESTA[1]

Es la técnica más apropiada para obtener informaciones necesarias, relacionada con el proceso de la evaluación. Es utilizado por el profesor para establecer la naturaliza, las causas, las condiciones que rodean el problema o al tema que le interesa conocer y que debe ser llenado libremente por las personas encuestadas. Permite averiguar la valoración personal, o de grupo sobre problemas, actitudes, comportamientos sociales, hábitos o conductas que están incidiendo en el hecho educativo; puede aplicarse a los alumnos de los diferentes años de Educación Básica, a los padres de familia, a los miembros, a los miembros de la comunidad.

Muchas informaciones sobre el dominio afectivo se pueden obtener a través de la encuesta; ejemplo:

- ¿Cuál es la opinión de los alumnos sobre un asunto determinado?
- ¿A quién admira el alumno?
- ¿Cuáles son sus intereses?

[1] **Evaluación de Destrezas – Técnicas e Instrumentos CEDMI 1999. p.57**

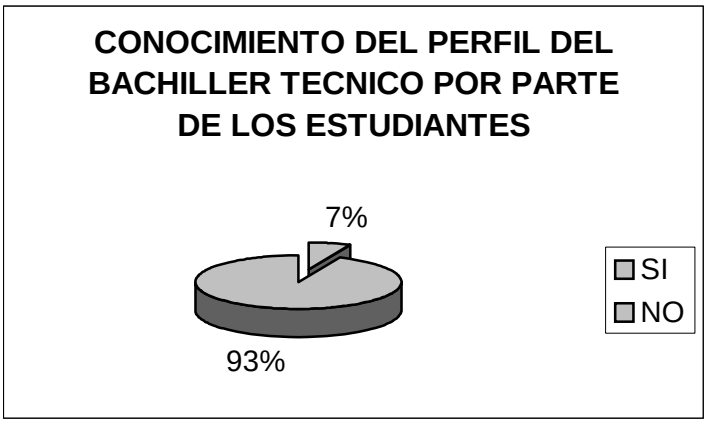
1.3. CRITERIOS ACERCA DEL PERFIL PROFESIONAL DEL BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUENSTAS

Los siguientes cuadros nos indican, los resultados obtenidos en las encuestas a los estudiantes del Colegio Técnico Carlos Crespi, la tabulación de los diversos criterios han sido resumidos en valores porcentuales, considerando al total de los estudiante, en los diversos diagramas que se presentan a continuación.

a) En las preguntas cerradas simples y de varias alternativas, los resultados fueron tabulados porcentualmente, en función del total de respuestas obtenidas de los encuestados.
b) En las preguntas de priorización se tienen presente las respuestas prioritarias (según el número indicado por cada uno de los encuestados).
c) Los criterios a las preguntas abiertas se tienen presente para la formulación de la propuesta curricular.

1. **Conoce usted, cuál es el perfil del bachiller técnico Industrial del Colegio Técnico Carlos Crespi.**



2. **A su criterio, el actual perfil del bachiller técnico industrial, cumple con las expectativas de los estudiantes y las necesidades de la industria.**

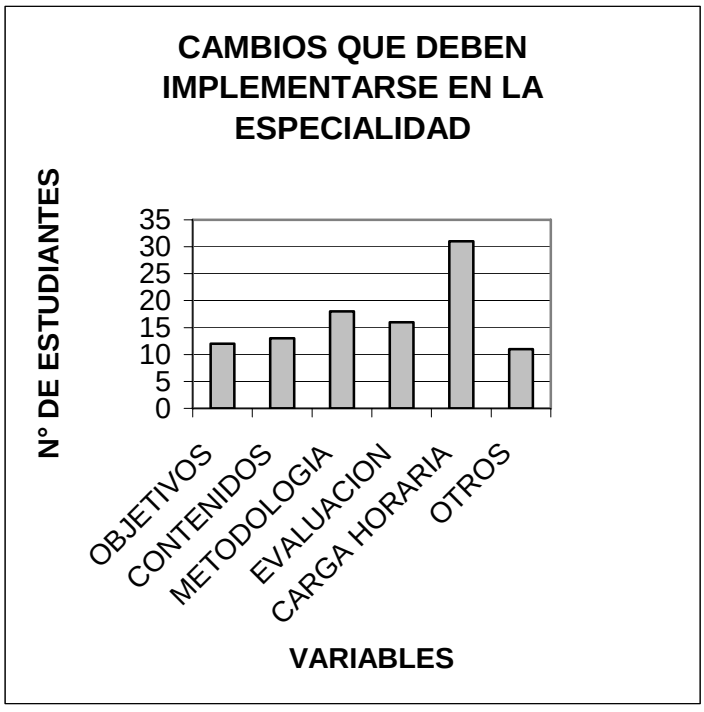
3 **Cuales son las Tres Características Principales de un bachiller técnico Industrial.**

Los dos estudiantes que contestan afirmativamente manifiestan que las características principales del perfil profesional del bachiller técnico son:

Precisión
Seguridad
Responsabilidad

4. **Con relación a las materias de formación profesional o de especialidad, cree usted, que se deberían implementar cambios**.

5. **Del siguiente listado, señale con números, los cambios que crea oportunos, en orden de importancia (priorizar, asignándole el número 2 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así sucesivamente).**



6. **A su criterio que materias deben incrementarse, modificarlas o eliminarlas en el pensul de estudios:**

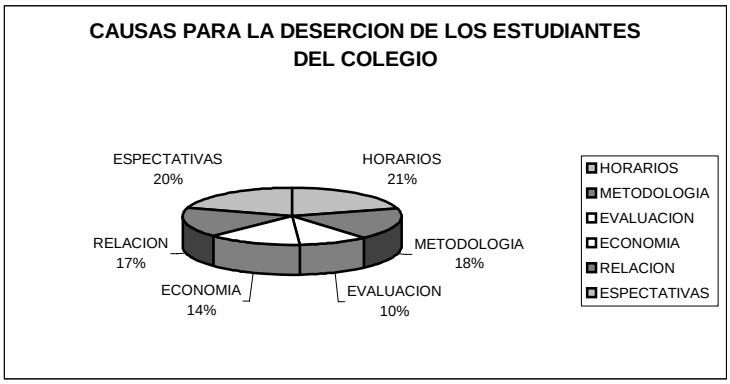
A criterio de los estudiantes, los materiales que deben incrementarse, modificarse y eliminarse son:

Incrementar. Auto Cad, Física, Hidráulica, Neumática.

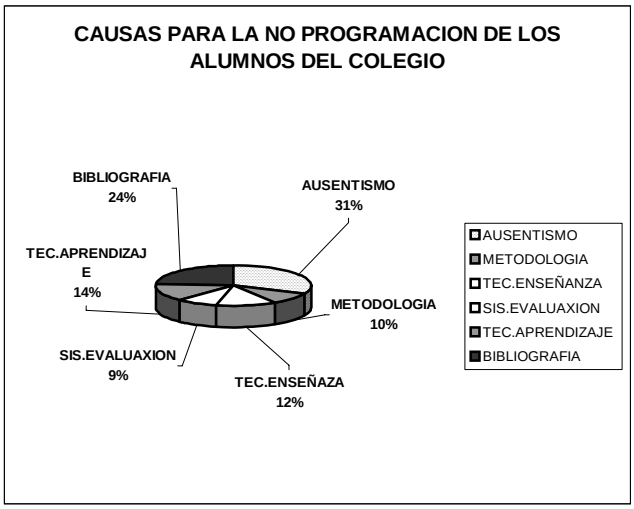
Modificar. Torno, Ajuste Mecánica, Física, Química, Ingles, Dibujo, Cálculo, Tecnología, Matemáticas.

Eliminar. Investigación, Estudios Sociales, Literatura, Ajuste Mecánica, Química. Literatura.

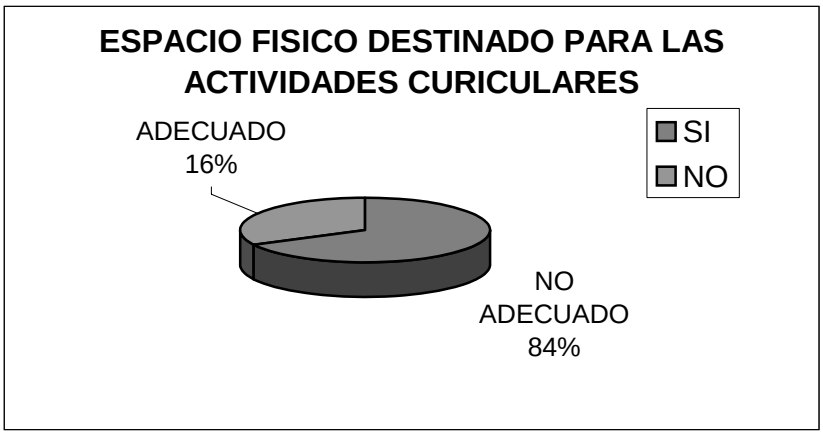
7. **En el siguiente listado, señale tres de las causas determinantes para la deserción de los alumnos del Colegio Técnico Carlos Crespi**.



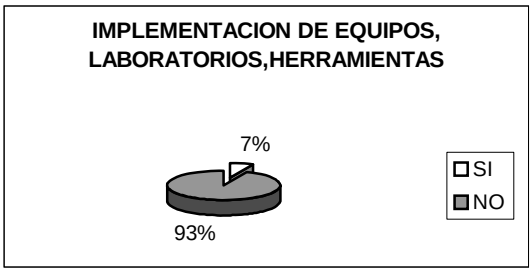
8. **En el siguiente listado, señale tres de las causas determinantes para la no promoción, de los alumnos del Colegio Técnico Carlos Crespi.**



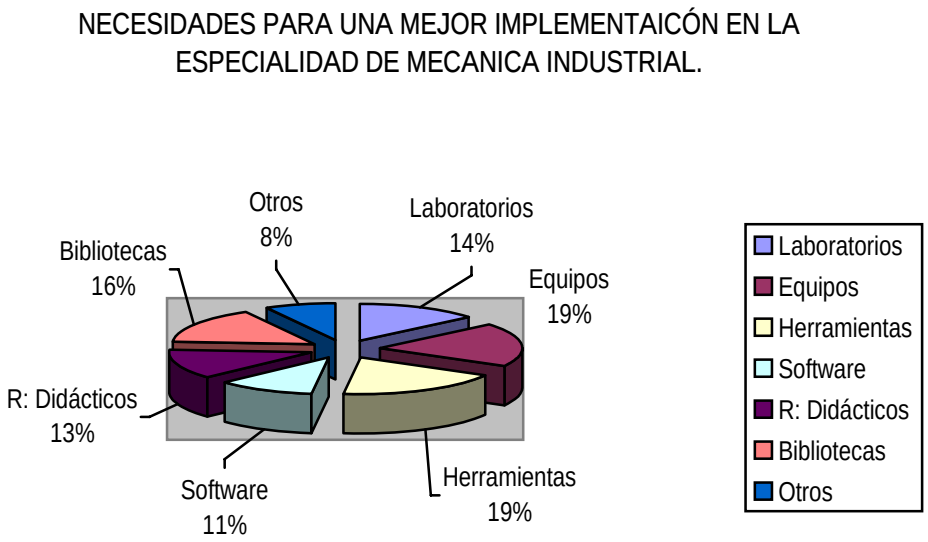
9. **El espacio físico destinado para el desarrollo de las actividades curriculares, es adecuado:**



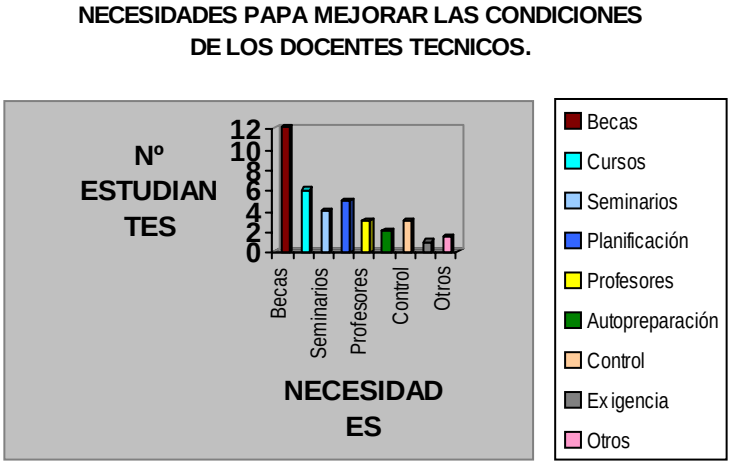
10. **La implementación de (equipos, laboratorios, herramientas) de la especialidad de Mecánica Industrial, usted los considera:**



11. Que necesitamos en la especialidad de Mecánica Industrial para que sea mejor implementada, según el siguiente listado:



12. Señalé con números en orden de importancia, que hace falta en el Colegio Técnico Carlos Crespi, para mejorar la condición de los docentes en materias técnicas (priorizar, asignándole el número 1 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así sucesivamente).

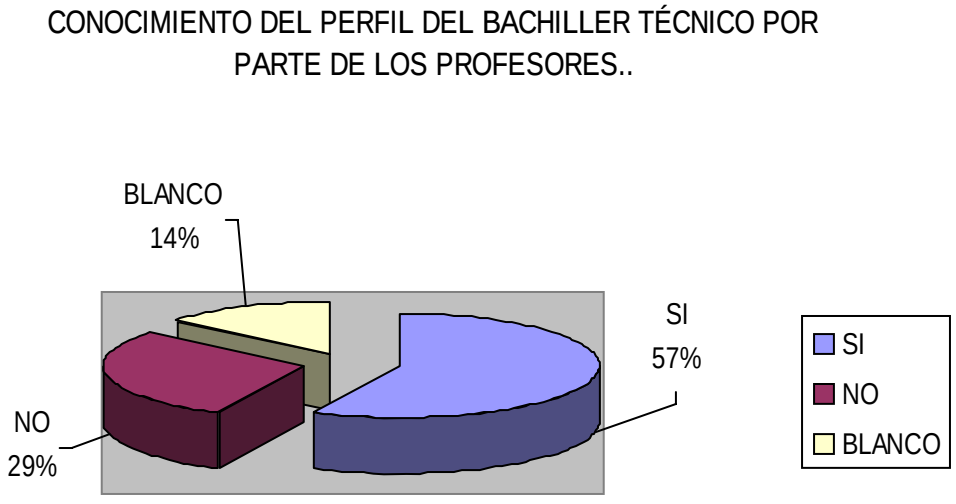


CRITERIO ACERCA DEL PERFIL PROFESIONAL DEL BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

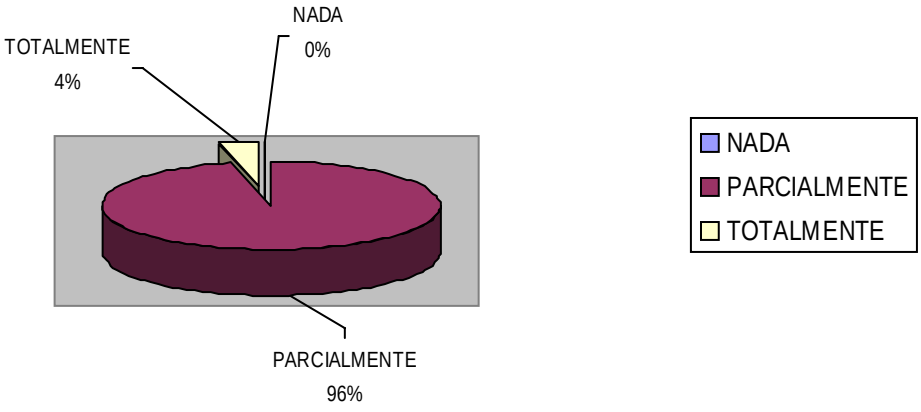
Los siguientes cuadros nos indican, los resultados obtenidos en las encuestas a los profesores y autoridades del Colegio Técnico Carlos Crespi, la tabulación de los diversos criterios han sido resumidos en valores porcentuales, en los diversos diagramas que se presentan a continuación.

1. **Conoce usted, cuál es el perfil del bachiller técnico Industrial del Colegio Nacional Técnico Carlos Crespi.**



2. **A su criterio, el actual perfil del bachiller técnico industrial, cumple con las expectativas de los estudiantes y las necesidades de la industria.**

CUMPLIMIENTO DEL PERFIL CON LAS EXPECTATIVAS DE LOS PROFESORES..



3. **Cuales son las tres características principales del perfil profesional del bachiller técnico Industrial son:**

Según el criterio de los cuatro profesores, las características principales del perfil profesional del Bachiller técnico son:

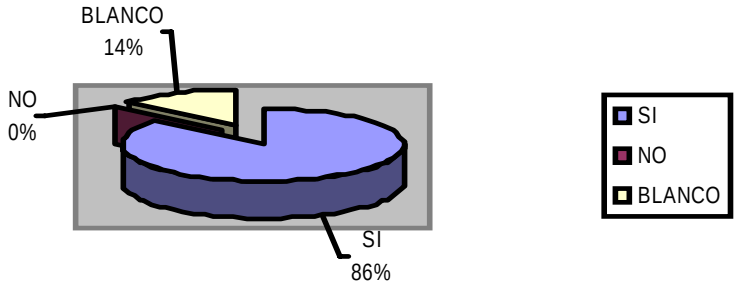
Ser práctico

Tener preparación intelectual

Organizador

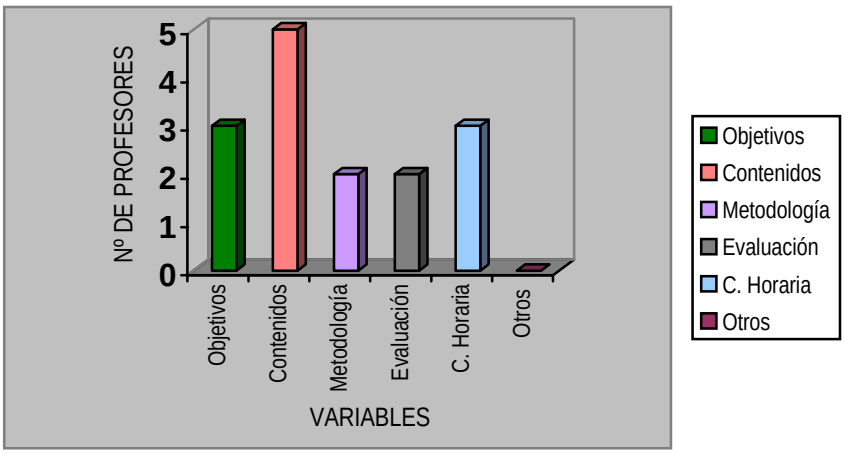
4. **Con relación a las materias de formación profesional o de especialidad, cree usted, que se deberían implementar cambio.**

SE DEBEN O NO INCREMENTAR CAMBIOS EN LAS MATERIAS DE FORMAICÓN PROFESIONAL..



5. **Del siguiente listado, señale con números, los cambios que crea oportunos, en orden de importancia (priorizar, asignándole el número 1 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así sucesivamente).**

CAMBIOS QUE DEBEN IMPLEMENTARSE EN LA ESPECIALIDAD**.**

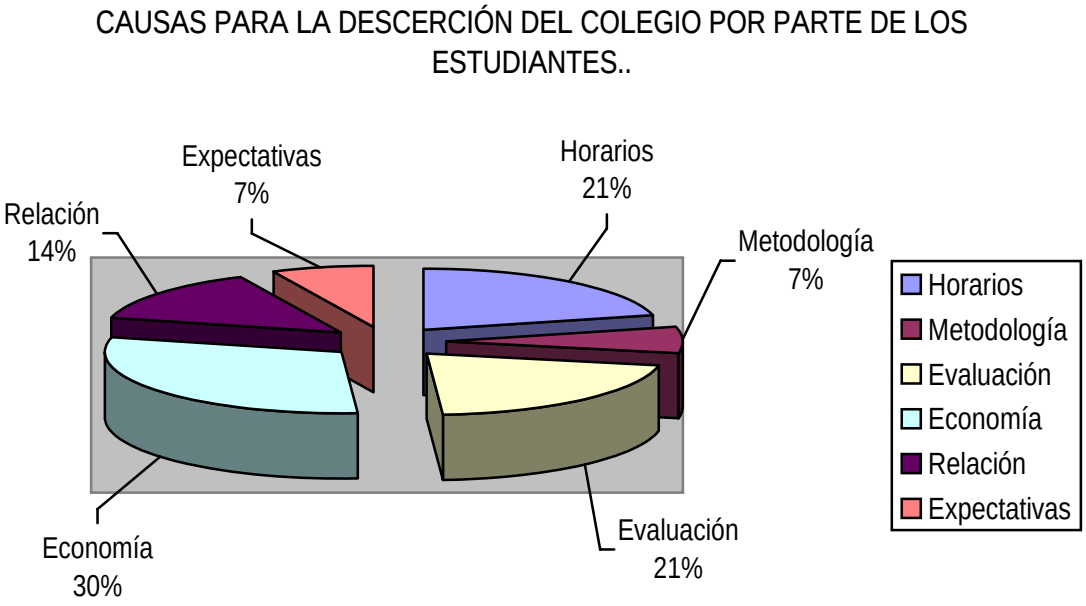


6. **A su criterio que materias deben incrementarse, modificarlas o eliminarlas en el pensum de estudios:**

A criterio de los profesores las materias que deben incrementarse, modificarse y/o eliminarse son:

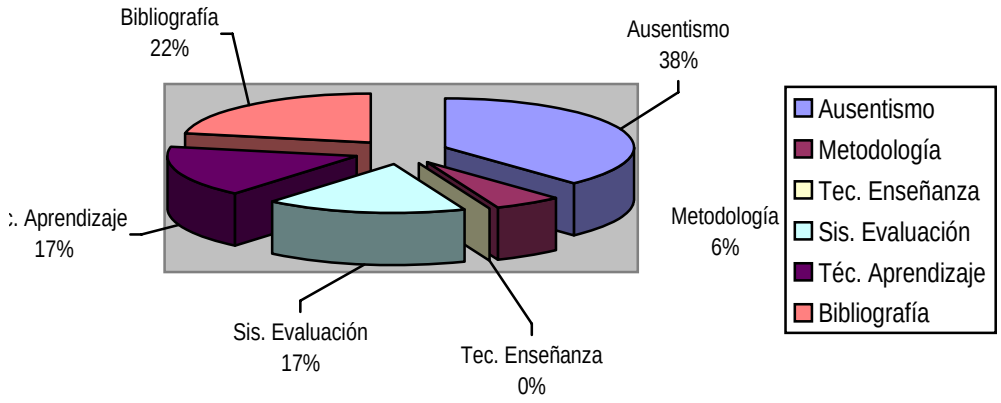
Incrementar: Matemáticas, fresadora, rectificadoras, tratamientos térmicos.
Modificar: Química, tecnología de cuarto y quinto
Eliminar: Ninguno.

7. **En el siguiente listado, señale tres de las causas determinantes para la deserción de los alumnos del Colegio Técnico Carlos Crespi.**



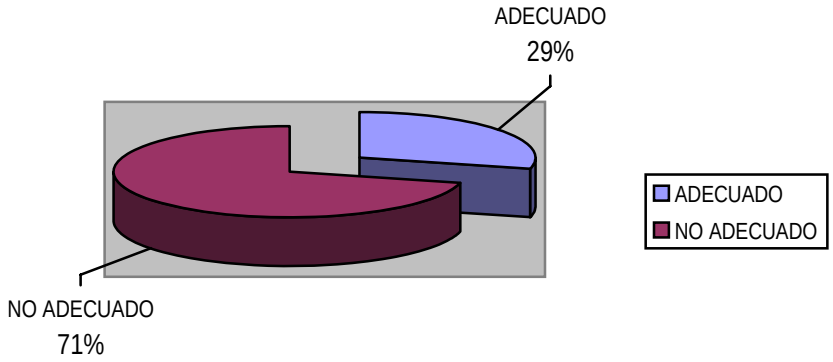
8. En el siguiente listado, señales tres de las causas determinantes para la no promoción, de los alumnos del Colegio Técnico Carlos Crespi

CAUSAS PARA LA NO PROMOCIÓN DE LOS ALUMNOS DEL COLEGIO.

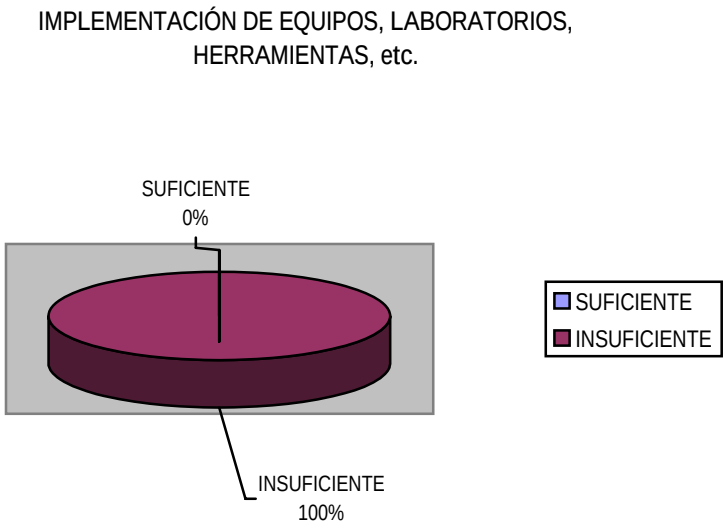


9. El espacio físico destinado para el desarrollo de las actividades curriculares, es adecuado:

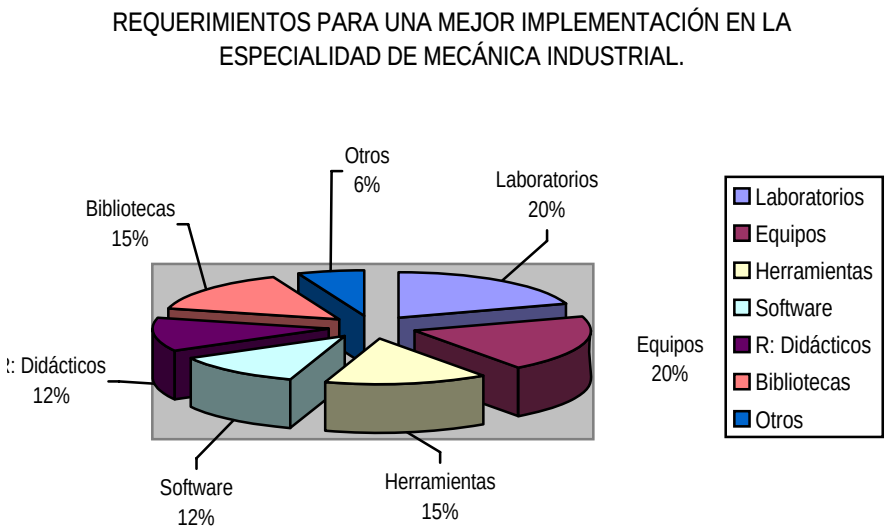
ESPACIO FÍSICO DESTINADO PARA LAS ACTIVIDADES CURRICULARES.



10. La implementación de (equipos, laboratorios, herramientas) de la especialidad de Mecánica Industrial, usted los considera:

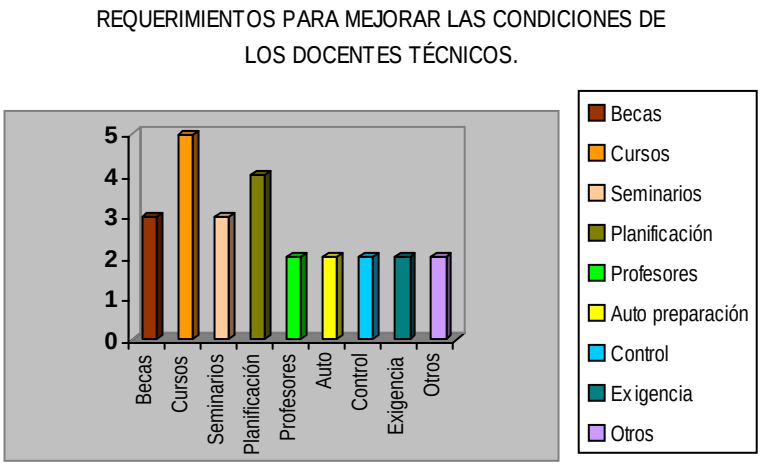


11. Que necesitamos en la especialidad de Mecánica Industrial para que sea mejor implementada, según el siguiente listado:



12. **Señalé con números en orden de importancia, que hace falta en el Colegio Técnico Carlos Crespi, para mejorar la condición de los docentes en materias técnicas (priorizar, asignándole el número 1 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así sucesivamente).**

REQUERIMIENTOS



CAPÍTULO 2

METODOS Y TÉCNICAS DE LA EDUCACIÓN ACTIVA

2.1. METODO DIDÁCTICO CONCEPTO

METODO DIDÁCTICO.- Se comprende como método didáctico las formas o procedimientos seguidos por los maestros, para proporcionar a los alumnos el conocimiento, utilizando los pasos más convenientes.

Otra definición de método didáctico seria la siguiente "Es la organización racional de los recursos disponibles y procedimientos para alcanzar con éxito, los objetivos propuestos".
Debemos distinguir bien entre un método didáctico y el método lógico y científico que es empleado por las industrias, el técnico, el sabio que quiere descubrir algo o construir algún elemento y que es diferente del mundo utilizado por el profesor.

IMPORTANCIA DEL MÉTODO DIDÁCTICO.- En el campo educativo es muy importante la utilización de un método de aprendizaje, de la manera como aplique un método por parte del profesor dependerá el éxito en el aprendizaje de los alumnos.

En síntesis señalaremos que el método es una cosa aislado del maestro, por su preparación sus conocimientos, sus modales y por su voluntad para el trabajo.

CARACTERÍSTICAS DEL METODO DIDÁCTICO.[2]

Se considera un método didáctico siempre que haga posible llegar al conocimiento por parte del alumno, cuando reaccione positivas se provoque. En el niño por aprender, por tanto encontramos algunas características en el método didáctico así:

a) Debe fundamentarse en la psicología y en la naturaleza del alumno, en sus intereses, en sus necesidades por tanto los recursos, las actividades las

[2] Universidad Camilo José Cela, Enciclopedia de Pedagogía, Madrid 2002. p. 67

técnicas de este método debe despertar el interés, el afán del alumno por aprender.

b) El método didáctico se debe adaptar a la realidad que vive el niño, a sus circunstancias, por tanto quien lo aplica (maestro) debe conocer la comunidad, el ambiente social y debe tener establecidos claramente los objetivos que quiere conseguir.
c) La base de un buen método didáctico es la participación intensa del alumno, que debe llegar al conocimiento gracias al esfuerzo personal a la reflexión y al descubrimiento personal.

ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL METODO DIDÁCTICO

Encontramos las siguientes: El procedimiento o proceso que es la sucesión lógica, ordenada de etapas, de técnicas, de actividades que hacen posible realizar un método.

Las técnicas son actividades importantes que forman parte de un método y de un procedimiento así por ejemplo la observación, investigación, dramatización., etc.

Se considera además como elementos básicos del método didáctico.

Los recursos didácticos o medios auxiliares que se emplean para realizar una clase, ya que permite observar, analizar, experimentar, etc., sin estos materiales será difícil que el alumno llegue al conocimiento y así entonces en un buen método es necesario utilizar, graficas, semillas, piedras, elementos de la naturaleza, etc.

El lenguaje o comunicación didáctica que es también muy importante y por que significa la facultad o el arte de comunicar ideas, información entre los alumnos y el profesor.

Esta comunicación didáctica deberá ser adecuada, sencilla, para que las ideas fluyan y sean adecuadas con facilidad. Tanto por los alumnos como por el maestro esta comunicación puede hacerse mediante el lenguaje oral o mediante señales, signos, por la mímica o también por lenguaje no oral o verbas, a través de la mirada o del silencio.

2.2. CLASES DE METODOS DIDÁCTICO.

Existe una clasificación general de los métodos didácticos como es inductivo y deductivo.

EL METODO INDUCTIVO

Procede de idéntica manera, estudia o analiza varios casos particulares para luego formular una ley o entonces según este método los alumnos luego de analizar varios casos particulares formularán una ley o una regla, estos llegarán a la generalización.

LAS ETAPAS DEL METODO INDUCTIVO SON LAS SIGUIENTES:

a) **OBSERVACIÓN.-** Consiste en poner atención en características que existen en algunos casos o en algunos hechos de la realidad, los más notables, sería también apreciar durante los sentidos algunos elementos sobresalientes más comunes.

b) **ANÁLISIS O EXPERIMENTACIÓN.-** Consiste en destacar o resaltar las cualidades o características de la cosa estudiada para que se puedan establecer los elementos comunes.

c) **COMPARACIÓN.-** Significa buscar y encontrar semejanzas y diferencias entre los rasgos de los hechos que se analizan.

d) **ABSTRACCIÓN.-** Es la identificación intelectual de un determinando elemento en aquello que se observa, consiste en excluir de otros elementos no importantes.

e) **GENERALIZACIÓN.-** Consiste en extender los resultados del estudio a todos los demás objetivos de una misma especie mediante un principio general, estableciendo así una regla o ley.

METODO DEDUCTIVO

Se aplica este método cuando el elemento que se estudia procede de lo general de la regla o de la ley para aplicarse a casos particulares.

El maestro utiliza este método cuando presenta reglas o definiciones, de las que extraen aplicaciones o casos particulares (procedimiento inverso al anterior).
Este método sigue un proceso cuyas etapas son las siguientes:

a) **ESTABLECIMIENTO DE LA LEY GENERAL.-** Esta etapa determina la regla o ley general y su relación con casos particulares.

b) **COMPROBACIÓN.-** En este caso se verifica si se cumple o no en los casos particulares analizados, lo que se determina en la ley o principio general.

c) **LA DEMOSTRACIÓN.-** En esta etapa se comprueba que la ley general se realiza en cada caso particular.

Otra clasificación del Método Didáctico es la siguiente:

PROCESO ANALÍTICO.- El análisis consiste en descomponer en sus partes algo complejo y significa desintegrar mentalmente un objeto, un hecho, una idea, en sus partes, para describirlas, destacar sus elementos importantes o para explicar sus causas.
El proceso analítico procede entonces desde un todo a la componerse hasta llegar a sus elementos.

PROCESO SINTETICO.- La síntesis es lo contrario del análisis en la síntesis se reúne o se vuelve a formar el todo con las partes que estaban mentalmente o físicamente separadas (con el fin de comprender mejor el asunto que se estudia).
El proceso sintético es la reconstrucción del todo uniendo sus partes o componentes.
Generalmente cuando haya análisis también se da la síntesis.

EL PROCEDIMIENTO.- Es un conjunto ordenado de acciones de etapas que se suceden y hacen posible el desarrollo de un método de aprendizaje.

En otras palabras, procedimientos es un conjunto de fases en las que se produce cambios de actitudes, de criterios en los educados y los procedimientos es entonces la ruta, el orden, conque se realiza el método (observación, análisis, reducción, generalizado, etc.) por lo tanto el método se realiza a través de un procedimiento, y aquí es todo se realiza a través de un procedimiento es entonces la ruta, el orden, con que realiza el método (observación, análisis, reducción, generalización, etc.) por lo tanto el método se realiza a través de un procedimiento, y aquí es necesario que se vaya de lo fácil a lo difícil, de lo concreto hacia lo abstracto de lo cercano hacia lo lejano.

LA TÉCNICA.- Se conoce como técnica a las actividades importantes o a los instrumentos que se realizan que se permiten apilar un método durante una lección u hora de clase, entre las principales técnicas utilizadas citaremos las siguientes:

- Observación
- Experimentación
- Investigación
- Dramatización
- Lectura dirigida o exegetita
- Taller pedagógico
- Debate
- Mesa redonda etc.

En todas estas técnicas el objetivo es lograr la participación de todos los alumnos, dinamizar la clase, convirtiéndole en participativa, inactiva.

2.3. TECNICAS DE APRENDIZAJE

Las técnicas son medios o actividades importantes por medio de las cuales se aplica un método. Estas técnicas no son exclusivas de determinando método sino que pueden aplicarse en todo ellos, lo interesante es que al aplicar cualquier técnica se da la actividad la participación de todos los alumnos y que tengan experiencias agradables para llegar al aprendizaje significativo.

- Dramatización
- Debate
- Mesa redonda
- Panel
- Lectura comentada o exegética
- Taller pedagógico

DRAMATIZACIÓN

En esta dos o más estudiantes representan una situación de la vida real, o algún aspecto que quiera estudiarse, asumiendo cada estudiante un rol respectivo, en la escena cada estudiante transmite vivencias, ideas a los demás miembros del grupo o grado.

Los objetivos de ésta técnica son:

a) Representar situaciones reales
b) Criticar constructivamente
c) Reforzar ideas y formas de comportamiento.

Para proceder a la dramatización se debe seguir un proceso.

a) Elección de la temática
b) Asignación de papeles o roles
c) Preparar o elegir la forma de actuar
d) Actuación ciñéndose a la vida real

En cuánto a las dramatizaciones consideramos algunas recomendaciones.

a) Deben ser apropiadas, no muy largas
b) No hacer alusiones personales
c) Elegir temas apropiadas
d) Actuar de acuerdo al medio

LAS TÉCNICAS DEL DEBATE

Es una técnica que se realiza alrededor de una discusión en donde dos personas dialogan sobre un tema específico controvertido (tema de discusión siguiendo un esquema dirigido por un moderador.
Tiene como objetivos:

a) Aclarar, completar o reforzar conceptos
b) Obtener cumplir datos de fuentes distintos
c) Reflexionar estrictamente sobre el tema

Esta técnica requiere de un proceso

a) Selección del tema a debatirse
b) Determinación de una bibliografía adecuada
c) Recopilación de la información por los debates
d) Preparación del evento
e) Realización del acto.

El moderador (maestro) al final del debate destacará aspectos importantes o posibles conclusiones de los debates que permite aclarar ideas.

LA MESA REDONDA

Consiste en que un grupo de personas (3 o 4) sostienen exponen un tema desde diferentes puntos de vista, en forma sucesiva, sin polémicas sus ideas las defienden en forma razonable dirigido por un coordinador.

Cómo objetivos de ésta técnica señalamos:

a) Proporcionar información, ideas sobre temas determinadas desde diversos enfoques.
b) Profundizar, aclarar el conocimiento sobre un tema desarrollar contenidos científicos desde diferentes.
c) Puntos de vista o llegar a conclusiones válidas.
d) Desarrollar destrezas en los niños de expresión oral para participar en otros eventos.

Esta técnica como otras requiere un proceso.

a) Selección de la temática, recopilación de la información
b) Escogidamente de personas apropiadas
c) Coordinación sobre el contenido científico a exponerse
d) El coordinador situará a los expositores convenientes.

LA TÉCNICA DEL PANEL

Es una técnica parecida a las anteriores en donde un grupo escogido de personas. Exponen sus puntos de vista sobre cierto tema, dialogan y discuten con el auditorio con la conducción de un coordinador si alguien se desvía del tema, el que coordina tiene la misión de emanarles.

De igual manera el objetivo del panel es:

- Reforzar o afirmar conocimientos analizados en clase
- Despejar dudas sobre determinados temas.

TÉCNICA DE LA LECTURA COMENTADA

Consiste en leer de manera comprensiva un texto y luego comentarla, comentario que debe hacer primero la persona que leyó y luego el resto de alumnos, para extraer o destacar las ideas importantes a fin de que el párrafo leído se comprenda perfectamente.
Los objetivos de ésta técnica son:

- Diferenciar las ideas principales y las secundarias
- Desarrollar la lectura comprensiva
- Desarrollar el hábito de la lectura
- Desarrollar la capacidad de expresión verbal
- Superar la timidez frente al grupo

Para proceder con ésta técnica se necesita seguir algunos pasos:

- Seleccionar un texto adecuado
- Delimitar los párrafos correspondientes
- Dar lectura compresiva por párrafos
- Comentar el párrafo leído destacando las ideas importantes por parte de cada alumno.
- Pedir la intervención, el comentario de otros alumnos
- Registrar o destacar los ideas importantes
- Sacar conclusiones

LA TÉCNICA DEL TALLER PEDAGÓGICO

Es una técnica de trabajo grupal, cada grupo elabora conocimientos, en base a documentos de apoyo, después exponen para todos los resultados o los conocimientos elaborados, muchos de las veces mediante carteles.

Esta técnica tiene objetivos importantes puesto que cada grupo trabaja con los documentos de apoyo analiza y elabora y entre todos los grupos sacan conclusiones adecuadas.

Los objetivos básicos son los siguientes:

- La participación de todos a través del grupo
- Desarrollar la capacidad de análisis de razonamiento
- Desarrollar habilidad y destrezas de estudio
- Fomentar el respecto hacia el criterio de los demás

2.4. TÉCNICA DE MOTIVACIÓN [3]

Se plantea la cuestión de saber de qué manera los instructores pueden sortear los inconvenientes de la intensificación negativa. Es lógico que en primer lugar éste la aplicación consecuente de la intensificación de formas positivas de conducta (ya en sus comienzos) por medio de elogios o ignorando las formas negativas de comportamiento. Además hay una serie de modos de proceder, a partir de los cuales, tanto aprendiz como instructor pueden combinar una técnica de motivación:

1. Los objetivos del aprendizaje deben ser unívocos y coherentes.
   Se aumenta la motivación del aprendiz si él sabe cuál es la finalidad de sus esfuerzos y si los diferentes pasos del aprendizaje pueden ser relacionados con un contexto conocido.

2. Los objetivos del aprendizaje deben relacionarse con los intereses del aprendiz y dejar en claro qué uso podrá hacer de ellos. Sería poco original extraer sólo del plan de enseñanza la necesidad de la materia enseñar. Es mucho más estimulante si el aprendiz puede hacer uso de sus intereses personales, y comprende de que manera podrá servirse en su vida profesional, o privada, de los conocimientos obtenidos.

3. Tareas de dificultad media y variables. Así se posibilita la obtención de sensaciones de éxito. Establecido un mínimo y un máximo de exigencias, se da a aquellos de menor rendimiento la posibilidad de solucionar las tareas, y a los de mayor rendimiento, mejores incentivos de aprendizaje.

---

[3] Santillán, Madrid 1975, Enciclopedia Técnica de la Investigación. P. 127

4. Las preguntas deben formularse de manera provocativa. Aquí hay diferentes posibilidades, como por Ej.

   - Sorprender
   - Despertar dudas
   - Crear inseguridad
   - Poner exigencias contradictorias

5. Estimulación de la actividad independiente del aprendiz.

   La motivación surge raramente en un ambiente de dependencia y pasividad.

   Por eso hay que incluir en el proceso pedagógico etapas amplias, en las cuales el aprendiz pueda desenvolverse con espontaneidad. Para ello se prestan, la planificación en grupo de las clases, trabajo individual y en grupo, trabajo en protector, distribución de papales (sketch).

6. Control del éxito obtenido. El control sirve para intensificar la motivación de aprender y se logra:

   - Destacando los elementos positivos de lo aprendido
   - Comparando detalladamente los elementos logrados con criterios de calidad
   - Destacando los elementos logrados gracias a un esfuerzo individual del aprendiz
   - En intervalos breves, así el aprendiz recuerda bien aún los esfuerzos y a las dificultades con que se confrontó, antes de ocuparse con otras tareas.

2.5. DESTREZAS CONCEPTOS

DESTREZAS DE AFECTIVIDAD DOCENTE

Son aquellos que provienen del maestro y que siembran confianza y buena voluntad en sus alumnos, estas actividades pueden ser las siguientes:

a) Mostrar una actitud un rostro amable
b) Realizar dinámicas grupales en el momento apropiado
c) Realizar un diálogo o conversación natural sobre las actividades del estudiante
d) Estimular, pedir participación del alumno
e) Fomentar el compañerismo mediante trabajo grupal
f) Hablarles con el debido respecto
g) Dirigirse a los alumnos por el nombre
h) Ayudarles a recoger algunas cosas.
i) Prestarles atención a sus inquietudes y preguntas
j) Práctica actitudes amigables pero con respeto por ejemplo: tomarles el brazo, breves palmadas en el hombro, etc.

DESTREZAS DE CORDINACIÓN

Son aquellos recursos que emplea el profesor mediante los cuales obtiene la participación de todos sus alumnos para que colaboren con entusiasmo en el aprendizaje podemos citar las siguientes:

a) Trabajo, competencia en grupos
b) Dinámicas juegos apropiados
c) Diálogos, citas interesantes
d) Coordinación con alumnos más activos, despiertos en la realización de tareas.

DESTREZAS DE VARIACIÓN DE ESTIMULO

Tiene la finalidad de hacer interesante el trabajo escolar, procuran despertar la atención de los alumnos así por ejemplo los siguientes:

a) Realizar variaciones en la voz, pausas pequeñas, breves golpes de mano sobre la mesa, etc.
b) Trabajar desde distintos lugares del aula y no solamente adelante.
c) Distribución adecuada del mobiliario

d) Realizar algunos ademanes, gestos de afirmación admiración de triunfo que le hagan sentir bien a los alumnos.

DESTREZAS DE REFUERZO

Significa hacer algunas acciones que tienden a profundizar o a reforzar el conocimiento adquirido; estas destrezas pueden se las siguientes:

a) Pedir resúmenes opiniones o ejemplos sobre lo aprendido
b) Realizar dibujos, esquemas gráficos sobre lo estudiado.
c) Subrayar aspectos importantes
d) Leer lo anotado o dramatizar si es el caso.

DESTREZA SILENCIOSA Y NO VERBALES

Son actividades, acciones que el profesor utiliza como un recurso para llamar la atención o despertar el interés de sus alumnos podrían ser las siguientes:

a) Realizar algunos movimientos, gestos o expresiones faciales
b) Movimiento de manos expresiones corporales
c) Fijar la mirada
d) Realizar algunas pausas o silencios
e) Señalar con la regla, puntero algunos elementos gráficos, etc.

2.6. EVALUACIÓN DE METODOS, DESTREZAS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

LA EVALUACIÓN

En la actualidad a la evaluación se la considera como un proceso de delinear, obtener y aplicar información descriptiva y estimulativa sobre el mérito de algún objetivo.

TERMINOS QUE SE UTILIZAN EN LA EVALUACIÓN:

Medir: Es comparar una magnitud con la unidad, ejemplo: el largo de una mesa el volumen de un líquido etc.

Calificar: Es asignar un valor cuantitativo al comportamiento conducta del alumno en un momento determinado.

DIFERENCIAS ENTRE MEDIR Y EVALUAR.[4]

Medir es apreciar cuantitativamente utilizando instrumentos específicos para recoger información.

Evaluar es interpretar una medida, la realización de juicios de valor de los aspectos cognitivos, afectivos y psicomotrices. Es un proceso en el que se juzga la actuación o el avance hacia la consecución de una meta.

EVALUACIÓN.- Es un proceso integral sistemático, gradual y continuo, que valora los cambios producidos en la conducta del alumno, la eficiencia de métodos y técnicas utilizada, la capacidad científica y pedagógica del educador, la calidad del plan de estudios y todo cuanto converge al hecho educativo.
La evaluación debe ser considerada como un medio que permite reorientar los procesos didácticos.

La evaluación como proceso sistemático, utiliza la medición y la calificación. La evaluación debe ser entendida como una función, en donde la reflexión, en los criterios y la toma de decisiones, sirve para reorientar sobre la marcha del proceso, la evaluación deber ser conceptual izada como un elemento que genera comunicación que alimenta y da confianza

[4] Evaluación de Destrezas – Técnicas e Instrumentos. pp. 98

PROPÓSITOS

La evaluación tiene que responder a los siguientes propósitos:

1. Determinar los conocimientos u otros logros de los educandos.
2. Proporcionar una base adecuada de las dificultades individuales y colectivas
3. Estimar la efectividad de las técnicas y métodos de enseñanza, el contenido programático y todos los recursos de la instrucción.
4. Estimar el aprendizaje de los alumnos mediante la medición de logros informándoles de sus éxitos.
5. Utilizar la motivación propia de las pruebas de evaluación para desarrollar el pensamiento criterio.
6. Estimar la efectividad de la labor del educador y estimularla para vencer sus deficiencias.

FUNCIONES

Las principales funciones son:

1. Verificar el logro de los objetivos previamente establecidos.
2. Pronosticar las posibilidades educativas del alumno
3. Diagnosticar las fallas y dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
4. Orientar y reorientar el proceso.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Es necesario distinguir entre técnicas e instrumentos de evaluación.
La técnica de evaluación es la forma de obtener informaciones.
El instrumento de evaluación es el recurso que será utilizado para ello.
Cuando se va a programar el proceso de evaluación se debe seleccionar la técnica que a de utilizarse y los instrumentos que se usaran para la técnica.

Podemos indicar que hay cuatro técnicas fundamentales para recoger información para la evaluación, estas son:

TÉCNICAS	**DESTREZAS**	**INSTRUMENTOS**
OBSERVACION	Afectivas Psicomotoras Cognitivas	Escala de Clasificación Lista de Control Escala de Valoración
ENCUESTA	Afectivas	Inventarios
ENTREVISTA	Psicomotoras Cognitivas	Cuestionarios
TEST (PRUEBAS)	Cognitivas Afectivas Psicomotoras	Estandarizadas Elaboradas por el Profesor

CAPÍTULO 3

3.1. ANÁLISIS DE LA MACRO PLANIFICACIÓN (M.E.D)

BACHILLERATO TÉCNICO EN MECÁNICA INDUSTRIAL – Especialización Mecanizado y Construcciones Metálicas

SEGUNDO CURSO	**PERÍODOS ANUALES**
Área Industrias	
Lenguaje y Comunicación	70
Inglés	170
Dibujo Técnico	70
Área Científica	
Matemáticas	105
Física	70
Área Técnica - Profesional	
Módulo Procedimientos de Mecanizado	150
Módulo Fabricación por Arranque de Viruta de (1ra Parte)	210
Módulo Soldadura (1ra parte)	210
Módulo Seguridad en las Industrias de Fabricación Mecánica	120
Módulo Administración, Gestión y Comercialización de una Pequeña Empresa	60
Módulo Formación y Orientación Laboral	60
Área de Desarrollo Personal-Social	
Ciencias Sociales	70
Cultura Física	70
Optativa	35
TERCER CURSO	**Períodos anuales**
Área Industrial	
Inglés	175
Computación	70
Área Científica	
Matemáticas	105
Física	105
Química	70
Área Técnica-Profesional	
Módulo Fabricación por Arranque de Viruta (2da Parte)	200
Módulo Soldadura (2da Parte)	240
Módulo Control de las Características en Fabricación Mecánica	100
Área de Desarrollo Personal-Social	
Ciencias Sociales	70
Optativa	70
Área de Relación con el Mundo del Trabajo	
Módulo Formativo en Centro de Trabajo	370

3.2. ELABORACIÓN DE LA MEZO PLANIFICACIÓN

DATOS INFORMATIVOS:

ÁREA

Mecánica Industrial

ASIGNATURA

Máquina Herramientas

AÑO

Segundo de Bachillerato

PERIODOS PARA EL AÑO

288

CARGA HORARIA

Semana 18 horas clase

NÚMERO DE UNIDADES

UNIDAD	NÚMERO DE PERIODOS	TEMA
N. 1 N.2 N.3 N.4	32 64 160 32	Conocimientos de Materiales Máquinas Herramientas El Torno Paralelo Sierra Mecánica

DESARROLLO DE DESTREZAS Y CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA UNIDAD

DESTREZAS	CONTENIDOS DE LA UNIDAD
Aplicación de los diferentes Aceros y fundiciones que existen en nuestro medio.	**UNIDAD N.1** Aceros y Fundiciones - Obtención de la materia prima - El Acero, Conceptos

DESTREZAS	CONTENIDOS
- Aplicar correctamente las máquinas herramientas según el trabajo a realizar. - Lubricar y refrigerar adecuadamente las máquinas herramientas.	**UNIDAD N.2** Máquinas Herramientas - Principios Fundamentales - Mecanismo fundamental utilizado en máquinas herramientas. - Lubricación y Refrigeración.

DESTREZAS	CONTENIDOS DE LA UNIDAD
- Manejo Correcto del torno paralelo - Visualizar los trabajos que se realizan en el Torno y aplicarlos en el Taller. - Solucionar problemas en las herramientas de corte	**UNIDAD N.3** Torno Paralelo - Herramientas del Torno - Partes Principales y funcionamiento del Torno Paralelo - Generalidades - Procesos de Mecanismo para el torno paralelo - Operaciones fundamentales en el torno - El taladrado - El troceado y moleteado - El roscado en el torno

DESTREZAS	CONTENIDOS DE LA UNIDAD
- Manejo correcto de las diferentes sierras mecánicas - Visualizar y aplicar los diferentes trabajos que se realizan en las sierras-	**UNIDAD N.4** Sierra Mecánica - Sierra de movimiento rectilíneos alternativo

DATOS INFORMATIVOS:

ÁREA

Mecánica Industrial

ASIGNATURA

Máquinas Herramientas

AÑO

Tercero de Bachillerato

PERIODOS PARA EL AÑO

288

CARGA HORARIA

Semanal 9 horas clase

NÚMERO DE UNIDADES

UNIDAD	NÚMERO DE PERIODOS	TEMA
N.1	192	La fresadora
N.2	32	La limadora
N.3	24	La rectificadora
N.4	40	Ruedas dentales

DESARROLLO DE DESTREZAS Y CONTENIDOS MÍNIMOS DE LA UNIDAD

DESTREZAS	CONTENIDOS DE LA UNIDAD
- Manejo correcto de la fresadora universal. - Seguridad en la elección de las herramientas de corte - Solucionar los problemas que se presentan en el mecanismo y las herramientas de corte	**UNIDAD N.1** La Fresadora - Generalidades - Teoría del fresado - Herramientas y Portaherramientas para la fresadora - Aparatos divisores - Operaciones del fresado - Planeado, Escuadrado y Presado o pulso - Ranurado circular - Taladrado de engranajes

DESTREZAS	CONTENIDOS DE LA UNIDAD
- Manejo correcta de la limadora - Visualizar las partes principales de la limadora	**UNIDAD N.2** La Limadora - Conocimientos Generales sobre la limadora.

DESTREZAS	CONTENIDOS DE LA UNIDAD
- Manejo correcto de las maquina rectificadora. - Determinar correctamente los diferentes tipos de muelas abrasivas para los diferentes materiales a mecanizar.	**UNIDAD N.3** La Rectificadora - Trabajos en la Rectificadora - Formas y dimensiones de la muela.

DESTREZAS	CONTENIDOS DE LA UNIDAD
- Determinar Las diferentes tipos de ruedas dentadas - Realizar correctamente los cálculos de las ruedas dentadas.	**UNIDAD N.4** Ruedas Dentadas - Perfil a Envolvente - Determinación del módulo - Ruedas cilíndricas con Dientes helicoidales - Cálculos de las Ruedas Dentadas - Generalidades - Transmisión entre ejes que se cruzan

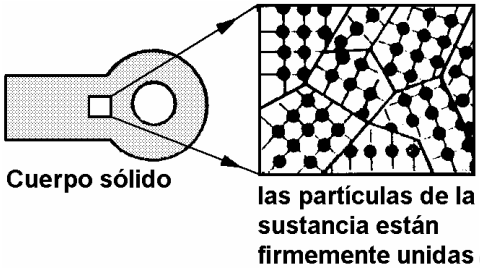
1. CONOCIMIENTO DE MATERIALES

1.1. MATERIAS PRIMAS

1.1.2. ESTADOS DE LA MATERIA

DEFINICIÓN: Los Atomos que forman los cuerpos no están en estado de reposo. Entre ellas existen fuerzas de atracción (cohesión) que tienden a mantenerlas unidas y otras de repulsión que actúan al mismo tiempo y se oponen a las anteriores. En consecuencia habrá espacios tanto mayores cuanto mayor sea el predominio de estas sobre aquellas, de esta forma se explican los tres estados *SÓLIDO, LIQUIDO, GASEOSO*.

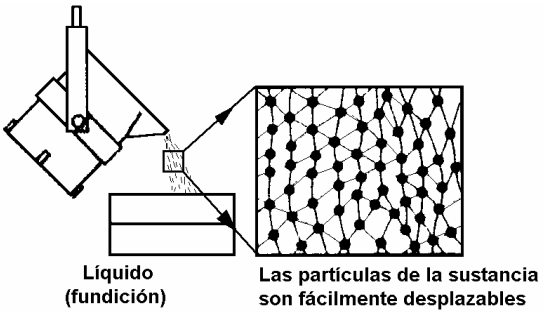
SÓLIDO: En el estado sólido los átomos presentan cierta persistencia en sus posiciones, lo cual no significa rigidez, esto nos da cierta indeformabilidad. (Fig.1.1)



(fig.1.1)

Fuente: Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica, pp 57

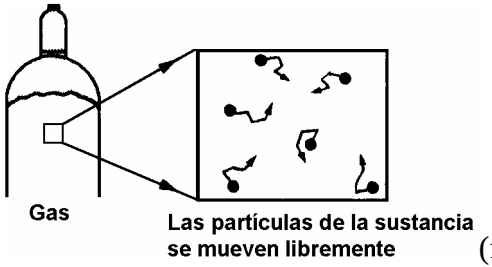
LIQUIDO: En este estado la cohesión es muy débil, por lo tanto las moléculas gozan de mayor libertad de movimiento, resbalando una sobre otra, esta causa nos da volumen y su forma se adapta a la del recipiente que lo contiene. (Fig.2)



(fig.1.2)

Fuente: Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica

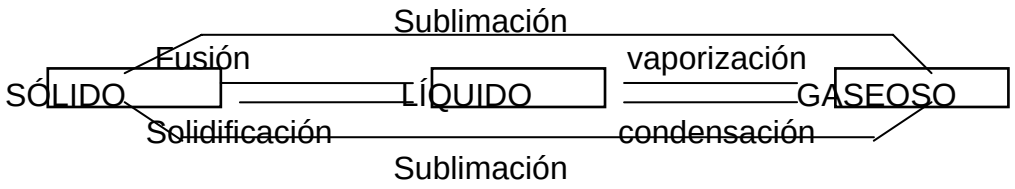
GASEOSO: En el estado gaseoso es la consecuencia de una de las transformaciones que sufre la materia debido a la variación de temperatura sus partículas se mueven libremente. (Fig.3)



(fig.1.3)

Fuente: Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica, pp 58

CAMBIOS DE ESTADO: [5] Los cambios de estado de la materia se dan principalmente a variaciones de temperatura, éstas pueden ser positivas o negativas.



1.1.3. OBTENCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

INTRODUCCIÓN: Hace muchos años, el hierro era un material raro y precioso, en la actualidad, el acero es una forma purificada de mineral de hierro, se ha convertido en uno de los materiales más útiles de la humanidad, la naturaleza proporcionó la materia prima, como son: El mineral de hierro, el carbón mineral y la piedra caliza; y con el ingenio humano lo ha convertido en un incontable número de productos, utilizados en la metalmecánica.

DEFINICIÓN DEL HIERRO: El hierro (símbolo: Fe) es un metal blando, dúctil y maleable, cuyo peso específico es de 7860 kg/m^3, su punto de fusión es de 1530°C pero si contiene carbono, puede bajar hasta menos de 1200°C, antes de fundirse se reblandece facilitando el trabajo en caliente; conduce medianamente la electricidad y se puede imantar y desimantar fácilmente.

[5] Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 57-60

1.1.4. MINERALES DE HIERRO

Estos minerales son la principal materia prima utilizada en la fabricación del hierro y acero, los cuales encontramos en la naturaleza. La disposición de ésta se encuentra en capas. Dentro del mineral de hierro existen varias clases, las mismas que se clasifican según la cantidad de hierro en cada uno de ellas.

PRINCIPALES MINERALES

- **Hematita**: Mineral rico en hierro, contiene alrededor del 70% de hierro (Fe). Su color varía desde el gris hasta el rojo brillante.

- **Limonita**: Mineral que contiene un 60% de hierro (Fe). Su color es café, contiene agua que debe eliminarse antes de ir a las acerías.

- **Magnetita**: Rico material magnético que contiene un 70% de hierro (Fe), su color va de gris a negro.

- **Taconita**: Mineral de bajo grado que sólo contiene del 20 al 30% de hierro (Fe) aproximadamente y su uso no resulta económico sin un tratamiento adicional.

TRATAMIENTO DEL MINERAL DE HIERRO

Para su utilización, el mineral de hierro necesita un tratamiento previo, este proceso por lo general es uno de formación de bolas, los cuales permiten la eliminación de roca y nos permite la concentración del hierro.
Este procedimiento se realiza por la trituración del material, haciéndolo pasar por pasadores magnéticos, luego se mezcla con arcilla y se forman las bolas, en seguida se las cubren con carbón mineral y a continuación se las hornea.

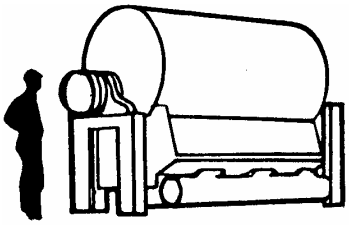


Fig. 1.4 Pasador Magnético

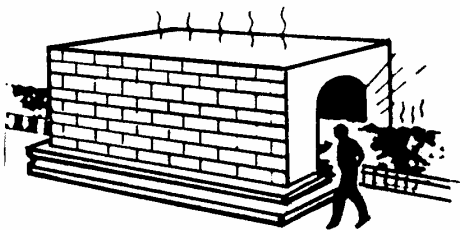


Fig. 1.5 Horno

Fuente: Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica, pp 61

1.1.5. CARBÓN MINERAL

El coque que se emplea en el alto horno, se fabrica a partir de un carbón mineral suave de grados especiales, contiene pequeñas cantidades de fósforo y azufre.

1.1.6. PIEDRA CALIZA

Roca gris que consta principalmente de carbonato de calcio, se emplea en el alto horno como fundente, y para eliminar las impurezas del mineral de hierro, se lo usa como purificador en los hornos de aceleración. Todos estos elementos, como hemos dicho antes, se los encuentra en gran abundancia en la naturaleza.

DEFINICIÓN DE FUNDICIÓN: Se llama fundición a las aleaciones de hierro y carbono que contienen de 1,7% a 4% de carbono. Además pueden contener otros elementos, sin embargo no es la cantidad de carbono lo que caracteriza a las fundiciones.

1.2. OBTENCIÓN DE LA FUNDICIÓN

Fabricación del arrabio.- El primer paso en la fabricación de cualquier hierro o acero es la producción del arrabio, o hierro de primera fundición se lo realiza en el alto horno.

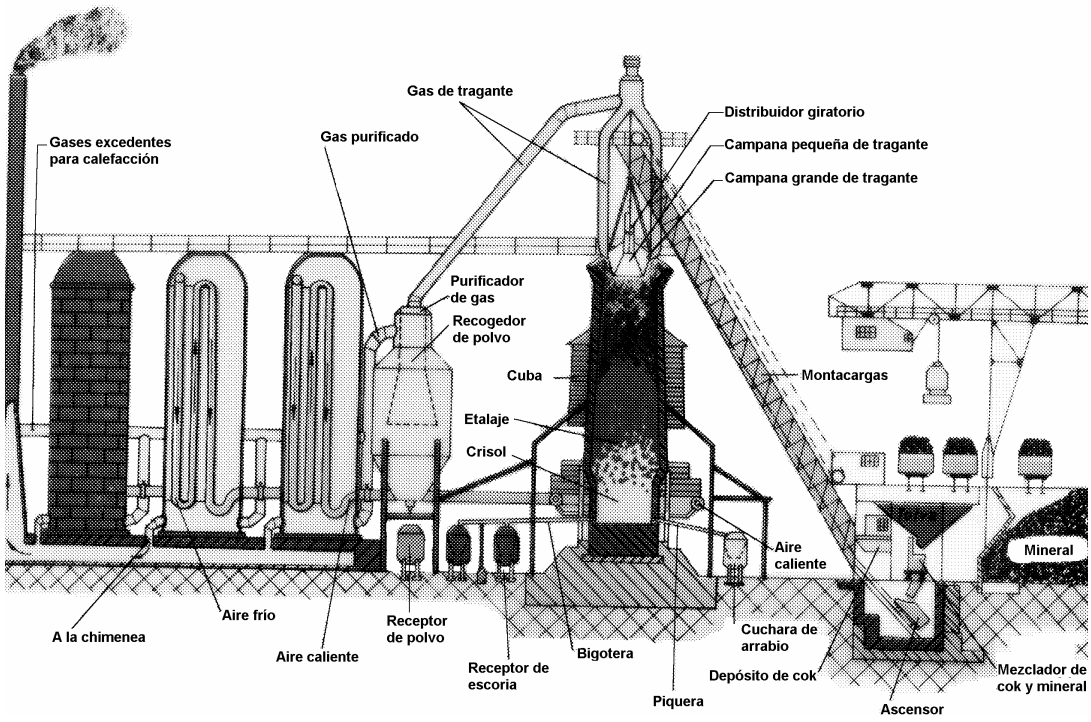


Fig. 1.6

Fuente: Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica, pp 63

El mineral de hierro, el coque y la piedra caliza se miden en proporciones y se los lleva hasta la parte superior del horno, cada ingrediente se descarga por separado, a través del sistema de campanas, formando capas de coque, piedra caliza y mineral de hierro en la parte superior del horno. Una corriente continua de aire caliente que proviene de las estufas cuyas temperaturas son de 650°C, pasa por el tubo atizador y las toberas para hacer que el coque arda vigorosamente. La temperatura en la parte inferior del horno alcanza los 1650°C o más, el carbón coque se combina con el oxígeno del aire del mineral de hierro formando monóxido de carbono, con el que se elimina el oxígeno del mineral, liberando el hierro metálico. Éste fundido escurre por la carga y se reúne en el fondo del horno.

PARTES DEL ALTO HORNO

Como hemos indicado anteriormente, la reducción de los óxidos que surgen durante la realización del arrabio, se dan en el alto horno, el cual está formado por dos troncos de cono unidos en sus bases mayores. En esta zona de unión recibe el

nombre de vientre. El cono inferior se llama atalaje; el superior, cuba y la abertura superior de ésta, por donde se carga el horno toma el nombre de tragante.

La operación es continua sin interrupciones en todo el tiempo que dura una campaña. El horno se carga por la parte superior con cargas alternadas, el mineral en un 100%, el carbón coque en un 50% y el fundente en un 25%, el perfil del horno es el indicado por cuanto si fuera cilíndrico en toda su altura, la salida de los gases se lo debería hacer con mayor fuerza, puesto que el coque y el mineral van pulverizándose, y los gases encuentran gran resistencia en su ascenso. La parte estrecha del horno se limita, pues, hasta la región de las toberas, y a partir de ellas se le da la forma de un embudo, de modo que va aumentando el diámetro de las distintas secciones a medida que es mayor su altura. Pero no es conveniente que el diámetro aumente hasta llegar al tragante, ya que

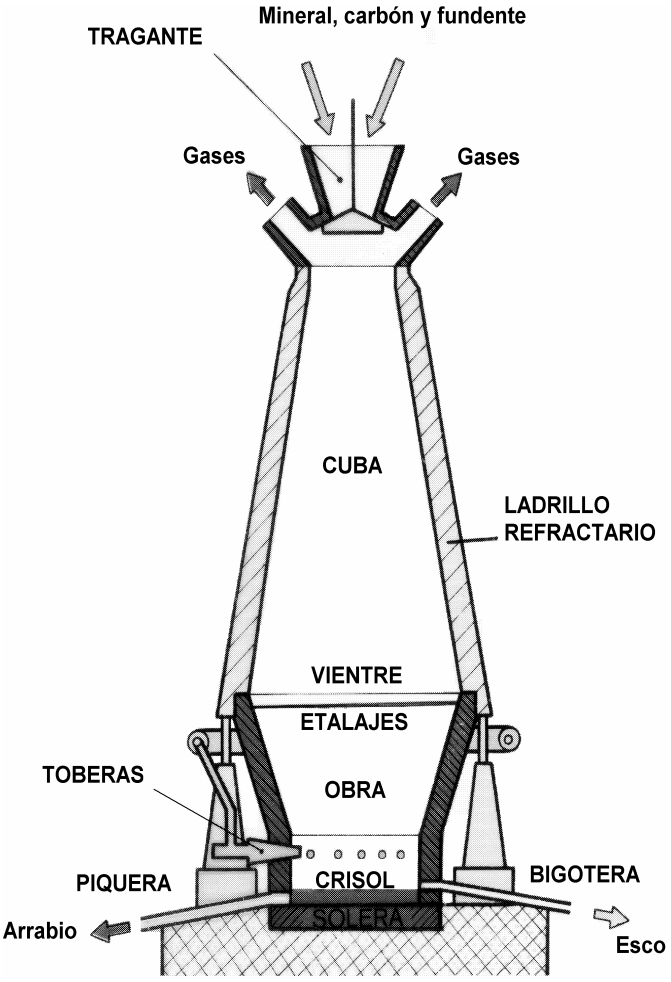


Fig. 1.7

Fuente: Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica, pp 64

de hacerlo así, imposibilitaría una buena repartición de las materias cargadas; además, la parte más pesada que es el mineral, se dirigiría al centro, dificultando las reacciones. Por eso, a partir del vientre disminuye gradualmente el diámetro del horno hasta el tragante, lo cual presenta la ventaja de que disminuyendo el frotamiento del material cargado con las paredes, facilita el descenso regular del material.

1.2.1. TIPOS DE FUNDICIÓN

La mayor parte del arrabio que se produce en un alto horno se utiliza para fabricar acero, sin embargo también se emplea para fabricar productos de acero fundido (hierro fundido). Éste se fabrica en un horno de manga, o también llamado cubilote el cual se asemeja a una enorme chimenea.

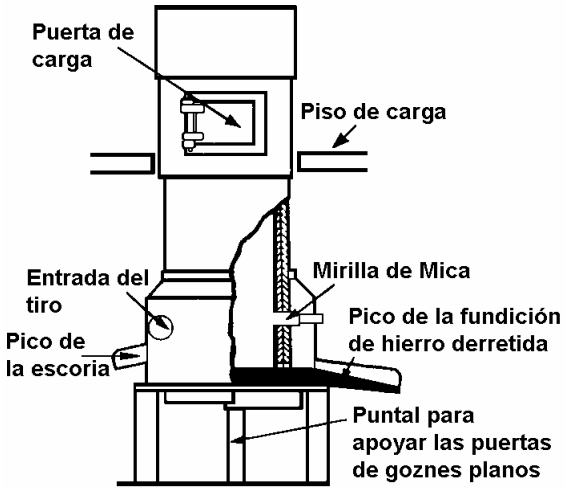


Fig. 1.8

Fuente: Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica

Por la parte superior del horno se cargan capas de coque, arrabio sólido, hierro de desperdicio y piedra caliza, luego se enciende el combustible y se introduce aire en el fondo para ayudar a la combustión. Una vez fundido el hierro se asienta en el fondo del horno y entonces se extrae vertiéndolo en cazos de colada.

El hierro se vierte en molde de arena de acuerdo a la forma requerida y el metal toma esa forma. Después de enfriarse, las fundiciones se sacan de los moldes.

Los tipos principales de fundiciones de hierro son:

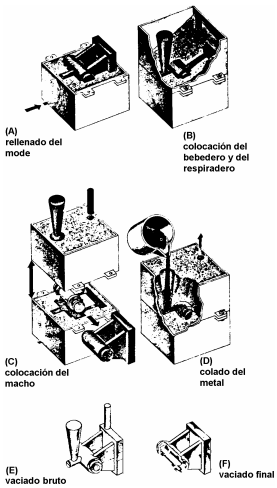
- ***Clasificacion***
  - ***Procesos de elaboracion***
    - ***Primera fusion***
    - ***Segunda fusion***
    - ***Maleable***
    - ***Templada***
  - ***Composicion y estructura***
    - ***Gris***
    - ***Blanca***
    - ***Atruchada***

FUNDICIÓN GRIS.- Hechas con mezcla de fundición de primera fusión y desperdicio de acero, son las más utilizadas. Ejemplo piezas de carro.

FUNDICIÓN ALEADA.- Contiene ciertas cantidades de elementos de aleación, como el cromo, molibdeno y níquel, utilizado en la industria automotriz

FUNDICIÓN MALEABLE.- Se produce con un grado especial de arrabio y desperdicio de fundición, una vez que éstas se han solidificado, se reconocen en hornos especiales dándoles las características de maleable y resistente al coque**.**

1.2.2. PIEZAS FUNDIDAS



Fuente: Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica, pp 65

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Indique ocho (8) ejemplos de materiales sólidos existentes en el taller.

2. Indique 2 ejemplos de elementos gaseosos existentes en el taller.

3. Conteste a las siguientes preguntas.

4. ¿De dónde obtenemos los minerales de hierro ?

5. ¿Qué significa la nomenclatura Fe?

6. La Limonita, la Magnetita, la Taconita y la Hematita ¿qué representa para nosotros?

7. ¿Por qué la temperatura es muy importante en los cambios de estado?

8. Enumere en orden los principales minerales de acuerdo al contenido de hierro.

9. *Cambios de Estado:* En los siguientes cambios de estado, ponga al nombre correspondiente del fenómeno sucedido.

   Sólido a Líquido .....
   Gaseoso a Sólido .....
   Líquido a Sólido .....
   Líquido a Gaseoso .....

10. Indique las partes del alto horno.

11. ¿Cuáles son los ingredientes para la fundición?

EVALUACIÓN

1. Los estados de la materia son: Sólido , ... , ...

2. Los minerales para la elaboración de la fundición de hierro se obtiene de la .....

3. Los minerales de hierro son: Limonita , ... , ... , ...

4. Anote los cuatro nombres de las zonas del alto horno
   .....
   .....
   .....
   .....

5. Indique los porcentajes de materiales utilizados durante la fundición.

   Mineral ..... Carbón ..... Fúndente .....

6. Anote las temperaturas en las partes del alto horno

   Vientre .....°C Tragante .....°C Crisol .....°C

7. Las clases de fundiciones son:

   Primera fusión, ..., ...

2. EL ACERO

2.1. DEFINICIÓN

Son aleaciones de hierro y carbono, aptas para ser trabajadas en frío y en caliente, en las cuales los porcentajes de carbono no exceden de 2 %C, aunque en algunos casos especiales se puede superar dicho límite, como sucede en ciertos aceros con elevado contenido de carbono.

2.1.2. OBTENCIÓN DEL ACERO

El acero se obtiene quitando carbono a la primera fusión o arrabio, o también mejorando las características mecánicas añadiendo chatarra de distintos tipos de acero, hasta lograr las características requeridas.

2.2. FABRICACIÓN DEL ACERO

Antes de que el hierro de primera fusión que sale del alto horno pueda convertirse en acero, deben quemarse algunas de sus impurezas, esto se lleva a cabo en uno de los siguientes hornos: el horno de hogar abierto (Fig. 2.1), el horno básico de oxígeno (Fig. 2.2), o el horno eléctrico (Fig. 2.3).

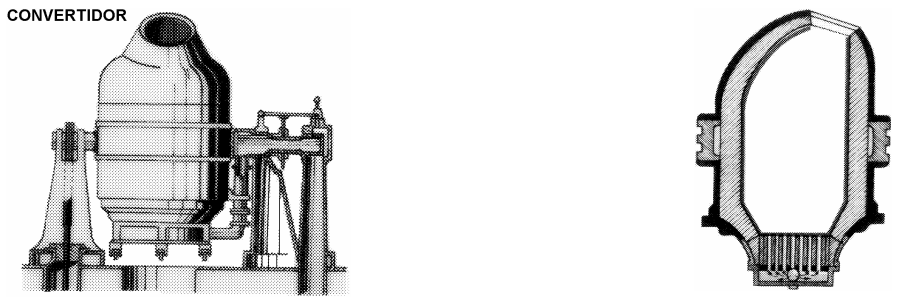


Fig. 2.1 *Fuente*: Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica, pp 30

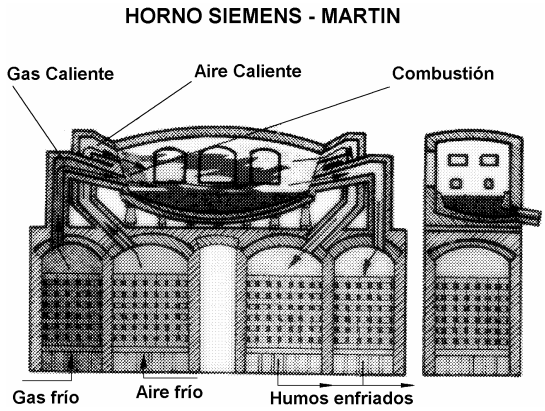


Fig. 2.2

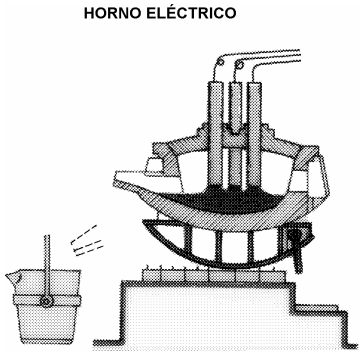


Fig. 2.3

Fuente: Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica, pp 32

2.2.1. PROCESO POR HORNO BÁSICO DE OXÍGENO[6]

Los fabricantes de acero se dieron cuenta que al agregar oxígeno en cualquier proceso de aceleración se vuelve más rápida la producción. Como resultado se desarrolló el horno básico de oxígeno, además se continúa elaborando en los hornos de hogar abierto con la modificación de adicionarle lanzas de oxígeno.

***Horno básico de oxígeno**:* Este horno es de forma cilíndrica, recubierto de ladrillos refractorios con forma de plato en el fondo y forma cónica arriba. Puede inclinarse en las dos direcciones para cargarlo y vaciarlo, pero se mantiene en forma vertical durante el proceso de formación. (Fig. 2.4)

[6] Gil Tello Tomás, Manual de Preparación y medidas de trabajo, pp. 30-33

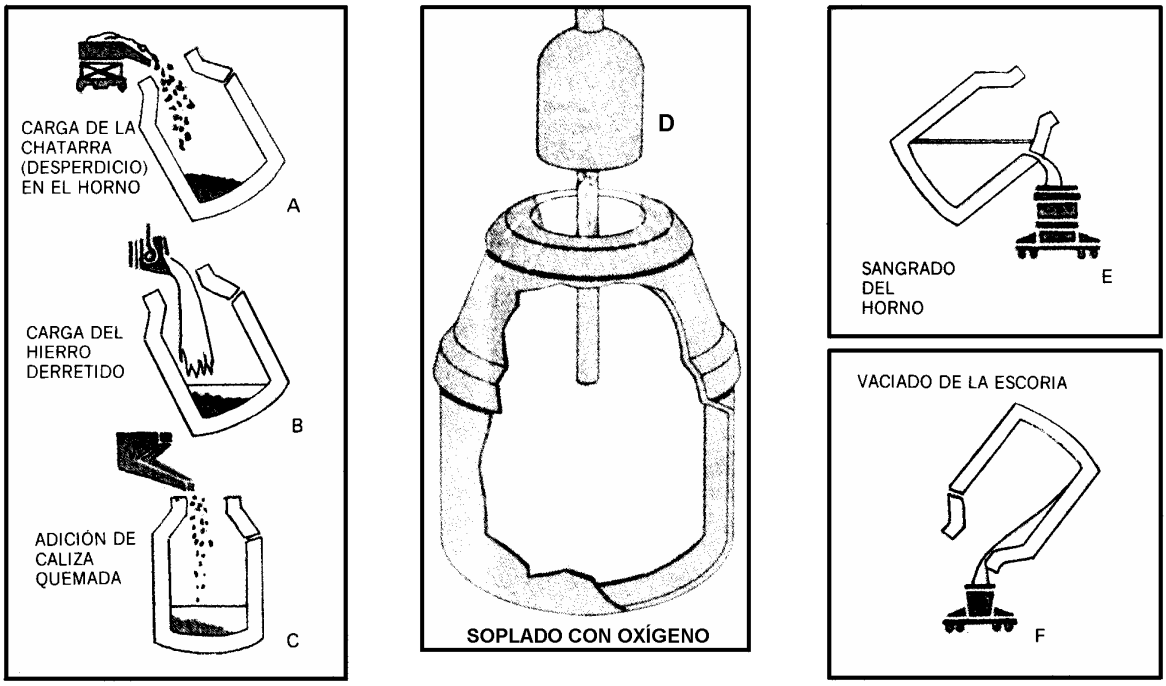


Fig. 2.4

Fuente: Tecnología Mecánica Bruño Edebe, pp 36

Las proporciones de la carga es la siguiente: 30% a 40% de acero de desperdicio y 60% a 70% de hierro de primera fusión, a continuación llevamos el horno a posición vertical, añadiendo los fundentes necesarios, luego introducimos la lanza de oxígeno enfriada por agua hasta que su punta quede a la altura necesaria del metal derretido. Se sopla al interior del horno oxígeno a presión, provocando una acción turbulenta de batido durante la que se queman los elementos indeseables que se encuentran en el acero, esto dura alrededor de 20 minutos, extraemos la lanza y colocamos al horno en posición horizontal para su descarga.

2.2.2. DIFERENTES MÉTODOS DE OBTENCIÓN DEL ACERO[7]

La fundición se suministra en forma de lingotes: los aceros, en estado bruto de forja a laminamiento y también en estado recocido, siendo entregados como productos semi - elaborados o bien en forma de acabados con dimensiones y formas; para obtener este tipo de aceros debemos realizar un proceso previo:

[7] **Gil Tello Tomás, Manual de Preparación y Medidas de Trabajo, pp. 34-37**

Después de haberse refinado al acero en cualquiera de los hornos; se obtienen lingotes en los que pueden agregarse los elementos de aleación y los desoxidantes necesarios. El acero derretido puede moldearse en lingotes y usarse después, o bien, formarse directamente en planchas mediante el proceso de vaciado continuo. Luego los lingotes se envían a talleres de laminación en los que se les da formas diversas tales como: tochos, lingotes largos y planchas. (Fig. 2.5)

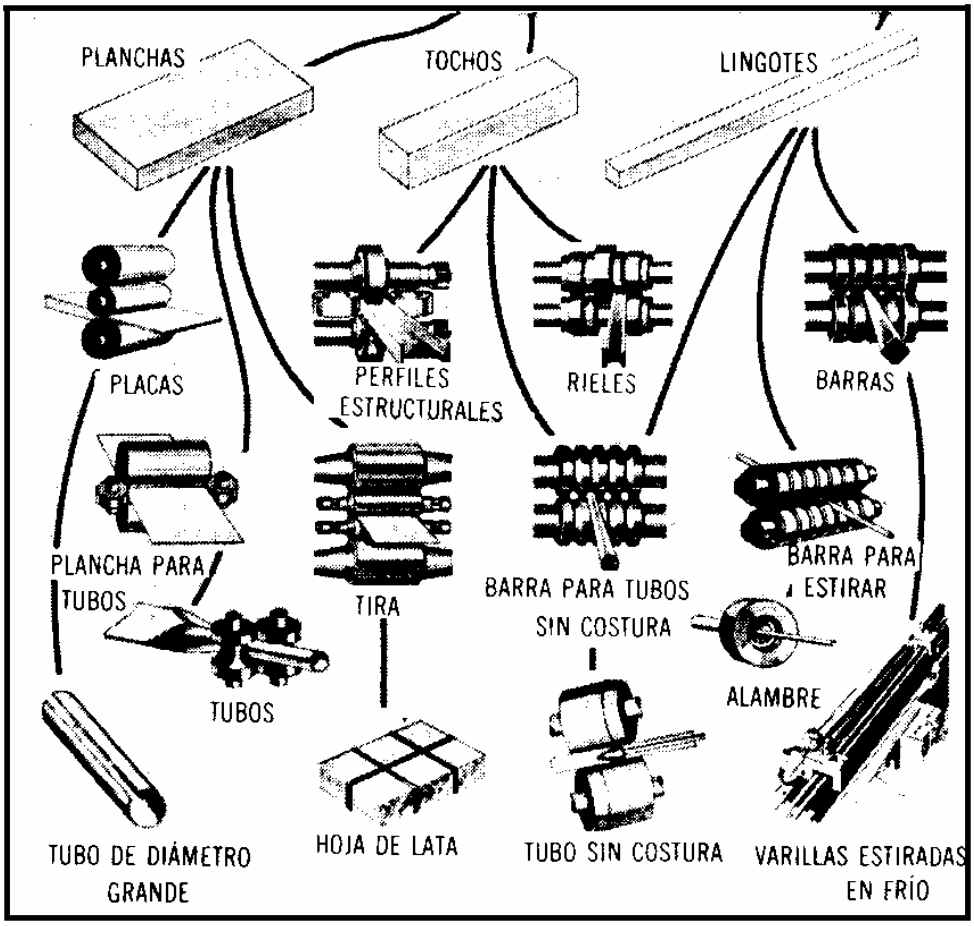


Fig. 2.5

Fuente: Manual de Preparación y Medidas de Trabajo, pp 37

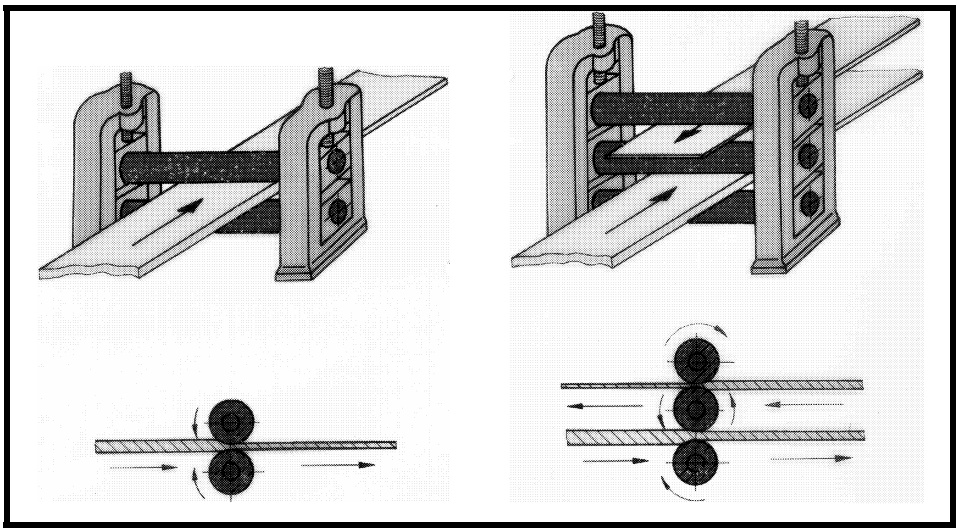


Fig. 2.6

Fuente: Manual de Preparación y Medidas de Trabajo, pp 39

El acero derretido cae en flujo controlado a la sección de moldeo, el agua de enfriamiento que circula por la pared del molde reduce la temperatura del exterior del metal con rapidez para formar la capa sólida que se engruesa a medida que la cadena de moldeo desciende por el sistema de enfriamiento. (Fig. 2.7)

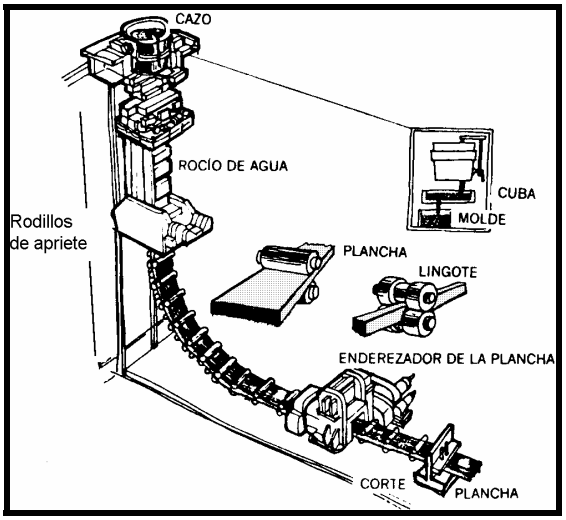
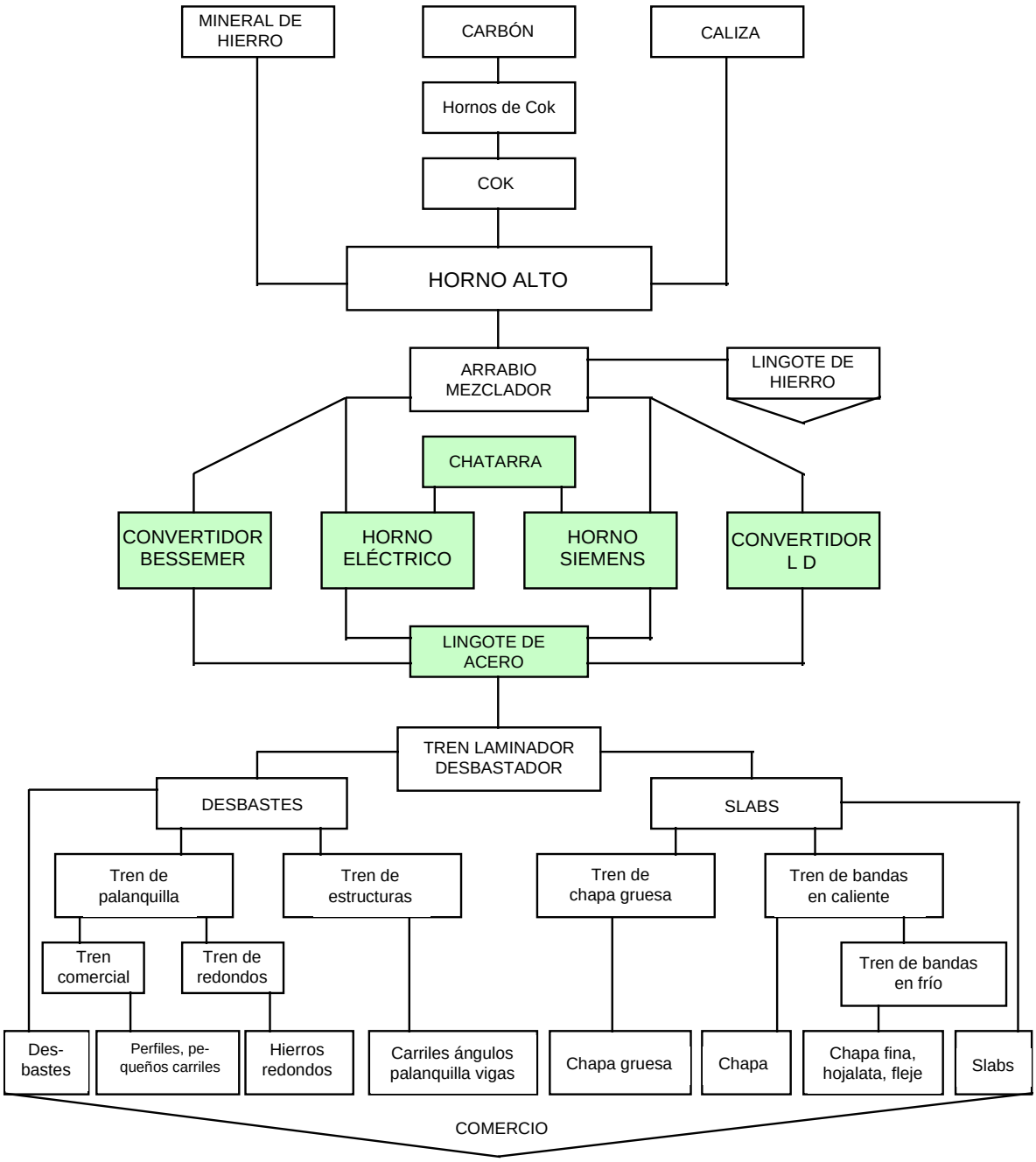


Fig. 2.7

Fuente: Manual de Preparación y Medidas de Trabajo, pp 40

Conforme la cadena llega a la parte inferior de la máquina, el acero se solidifica. El acero solidificado se mueve siguiendo una curva por medio de rodillos, hasta alcanzar una posición horizontal, entonces el cordón formado se corta, luego pasa por rodillos en el que gira un lingote de acero calentado al rojo; los comprimen el material dándole la forma deseada; esta operación se llama laminación en caliente.

PROCESO DE LOS PRODUCTOS SIDERÚRGICOS



2.3. FORMAS COMERCIALES DE LOS ACEROS[8]

Dentro de cada una de las formas de los aceros se encuentran varias, las cuales para poder adquirir en el mercado debemos tener una normalización adecuada, esto lo explicamos mediante el sistema, en el cual se encuentran las normas más comunes y utilizadas en el mercado. (Tabla # 2.1)

[8] Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica, pp. 65-68

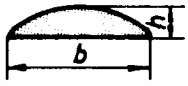
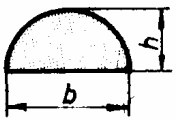
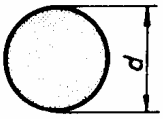
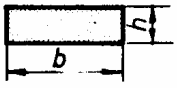
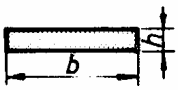
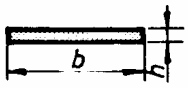
Producto	*Dibujo del perfil*	*Norma*	*Ejemplo de designación*
Cuadrado		UNE 36 542	Cuadrado de acero de 18 mm de lado Cuadrado 18 UNE 36 542.
Pasamano		UNE 36 544	Pasamano de 35 mm ancho y 8 mm espesor Pasamanos 35 × 8 UNE 36 544.
Medio redondo		UNE 36 545	Medio redondo de 30 mm de ancho y 15 mm de alto o espesor Medio redondo 30 × 15 UNE 36 545.
Redondo		UNE 36 541	Redondo acero 8 mm de diámetro. Redondo 8 UNE 36 541.
Llanta		UNE 36 551	Llanta de 60 mm de ancho y 22 mm de espesor. Llanta 60 × 22 UNE 36 551
Pletina		UNE 36 552	Pletina de 45 mm de ancho y 8 mm de espesor. Pletina 45 × 8 UNE 36 552.
Fleje		UNE 36 553	Fleje de 25 mm de ancho y 3 mm de espesor. Fleje 25 × 3 UNE 36 553.

Tabla 2.1

Debemos tomar en cuenta cada una de las normas que tenemos en el mercado, los aceros toman diferentes nombres por su composición, en cada uno de ellos tendremos en cuenta sus características y utilización. A continuación detallamos mediante una tabla. (Tabla # 2.2).

TABLA 2 IDENTIFICACIÓN DE LOS METALES				
Metal	**Contenido de carbono**	**Apariencia**	**Método de procesamiento**	**Usos**
Hierro fundido (H.F.)	2.5 a 3.5%	Gris, superficie áspera con sensación arenosa	El metal derretido se vacía en moldes de arena	Partes de máquinas, como las bancadas de tornos, etc.
Acero para máquina (A.M.)	0.10 a 0.30%	Negro, superficie escamosa	Se pasa por rodillos de laminación mientras está caliente	Tornillos y pernos, remaches, tuercas, partes de máquinas
Laminado en frío o Estirado en frío (L.F.) (E.F.)	0.10 a 0.30%	Plateado mate, superficie lisa	Se pasa por rodillos de laminación o se estira haciéndolo pasar por matrices, en frío.	Flechas, tornillos y pernos, tuercas
Acero para herramientas (A.H.)	0.60 a 1.5%	Negro, lustroso	Igual que para el acero de máquina	Brocas, machuelos, terrajas, herramientas
Acero alta velocidad (A.A.V.)	Acero de aleación	Negro, lustroso	Igual que para el acero de máquina	Terrajas, herramientas, machuelos, brocas, cuchillas
Latón	.....	Amarillo (viene en varias formas). Áspero si es fundido, liso si es laminado	Igual que para el hierro fundido, o se lamina	Bujes, partes de bombas, adornos
Cobre	.....	Café rojizo. Áspero si es fundido, liso si es laminado	Igual que para el hierro fundido, o se lamina	Para soldar hierro, alambre eléctrico, tuberías para agua

Tabla 2.2

2.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS METALES

Todos los materiales que encontramos en nuestros trabajos tienen propiedades, de igual forma los aceros poseen las siguientes propiedades:

2.4.1. LA FRAGILIDAD

Es la propiedad de un metal que no le permite distorsión alguna antes de quebrarse. El hierro fundido es un metal frágil; se quebrará en lugar de doblarse, al recibir un impacto. (Fig. 2.8)

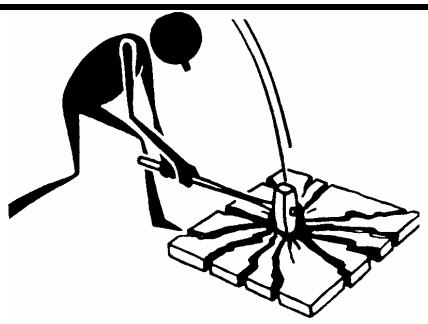


Fig. 2.8

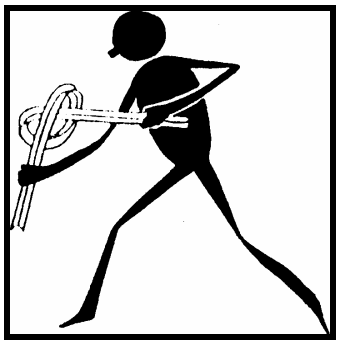


Fig. 2.9

2.4.2. LA DUCTIBILIDAD

Es la capacidad de metal para deformarse en forma permanente sin quebrarse. Los metales como el cobre, el acero de máquina, pueden estirarse para formar un alambrado. (Fig. 2.9)

2.4.3. LA ELASTICIDAD

Es la capacidad de un metal para recuperar su forma original después de que se elimina cualquier fuerza que este actuando sobre él, los muelles tratados térmicamente y con propiedades son buenos ejemplos de materiales elásticos. (Fig. 2.10)

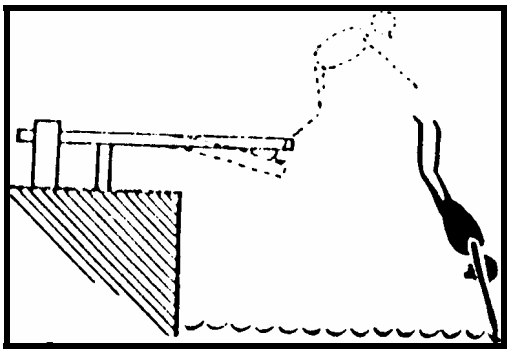


Fig. 2.10

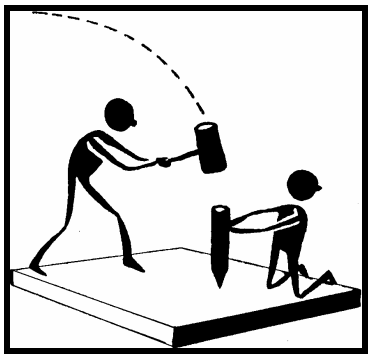


Fig. 2.11

2.4.4. LA DUREZA

Puede definirse como la resistencia a la penetración a la forma plástica. (Figura 11)

2.4.5. LA TENACIDAD

Es la propiedad de un metal para soportar el impacto. La tenacidad es la condición opuesta a la fragilidad. (Fig. 2.11)

2.5.6. LA MALEABILIDAD

Es aquella propiedad de los metales que les permite

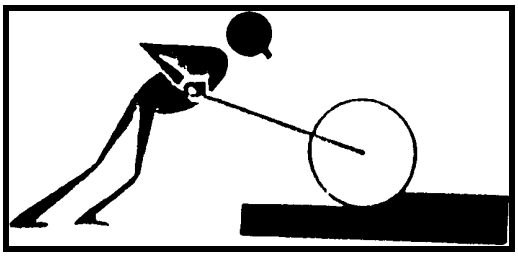


Fig. 2.12

ser forjados o laminados para adquirir otras dimensiones y formas.

2.4.7. LA FALLA POR FATIGA

Es el punto en que el metal se rompe, fractura o falla como resultado de estar sujeto a esfuerzos.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS METALES

El trabajo del mecánico ajustador consiste en maquinar metales, y, por lo tanto, resulta ventajoso aprender tanto como sea posible respecto a los diversos metales que se utilizan en el trabajo. Con frecuencia es necesario determinar el tipo de metal que se está empleando, basándose en su apariencia física.
A continuación presentamos un esquema que nos demuestra algunos sistemas de identificación.

2.5.1. POR LAS APARIENCIAS Apreciación visual, color, peso, etc. es indefinida.

2.5.*2.* POR SUS CARACTERÍSTICAS

a) *Ensayos Mecánicos*
- de tracción
- de dureza
- de resistencias (dibujos de una probeta alargada, gráficos anteriores).

b) *Ensayos Tecnológicos*
- de plegado
- de embutido
- de forjado
- chispas

c) *Ensayos Químicos*

d) *Ensayos Físicos*

e) *Ensayos Metalográficos*

2.5.3. POR SUS APLICACIONES Tomando en cuenta el tipo de pieza. ejemplo: Cubierto = aceros inoxidables grifería: metal amarillo o latón herramientas = acero rápido soportes de máquinas = hierro fundido.

2.6. NOCIONES SOBRE EL ENSAYO MECÁNICO Y TECNOLOGICO

2.6.1. ENSAYOS MECÁNICOS

Tienen como fin detectar la resistencia en la parte externa y son los que se realizan en una probeta de material o prueba.

2.6.1.1 ENSAYOS DE TRACCIÓN. Indica la capacidad de una probeta de resistir a una fuerza que tiende a estirarlo y se expresa en: N/mm² ó kgf/mm².

Ejemplo: Cuando un acero nos da 50 f/mm² indica que puede resistir hasta 50 Kgf. (Fig. 2.13)

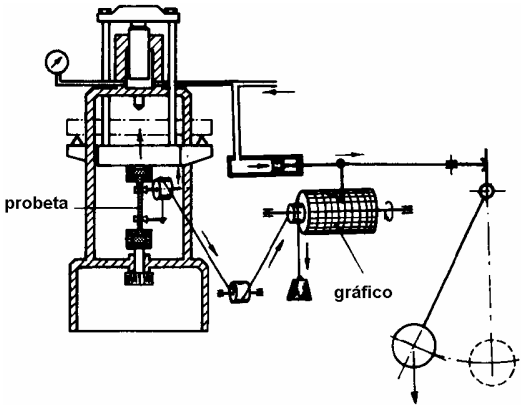
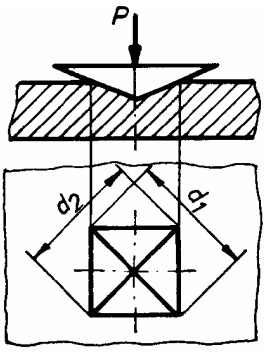


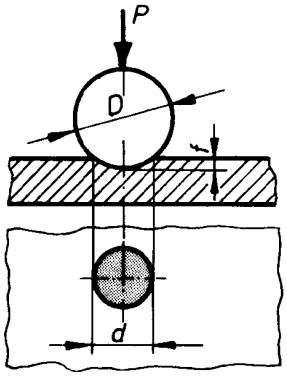
Fig. 2.13. Esquema de Máquina de Ensayo a la Tracción

2.6.1.2. ENSAYO DE DUREZA. Expresa la resistencia de una superficie a dejarse rayar o penetrar por otra, bajo la acción de una fuerza. (Fig. 2.15)



Ensayo de dureza Vickers

Fig. 2.14



Ensayo de dureza Brinell

Fig. 2.15

2.6.2. ENSAYO TECNOLÓGICO

Tiene como fin detectar el comportamiento del material ante ciertas operaciones o tratamientos.

Dentro de cada uno de los ensayos que tenemos, conoceremos un tipo de ensayo que se pueda realizar en cualquier taller sin necesidad de poseer la máquina sofisticada y que además no son destructivos. (Fig. 2.16)

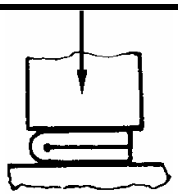
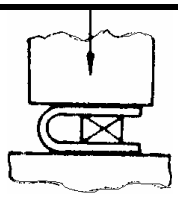
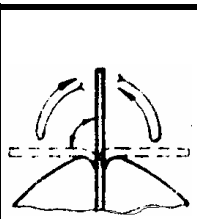
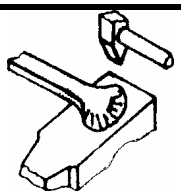
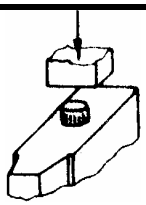
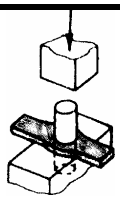
					
Ensayo de plegado completo	Ensayo de plegado completo con ramas separadas	Ensayo de plegado alternativo	Ensayo de aplanado	Ensayo de recalcado	Ensayo de mandrinado

Fig. 2.16

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica, pp 68

2.6.3. PRUEBA DE LA CHISPA

Cualquier metal ferroso, al mantenerse en contacto con una piedra de esmeril, lanzará chispas, que son pequeñas partículas del metal, calentadas al rojo o al amarillo, son arrojadas al aire, en donde entran en contacto con el oxígeno y se oxidan o queman. Un elemento como el carbono se quema con rapidez, causando que las partículas se revienten. Las chispas varían de color, intensidad, tamaño, forma y en la distancia que recorre en el aire, según sea la composición del medio que se está esmerilando.

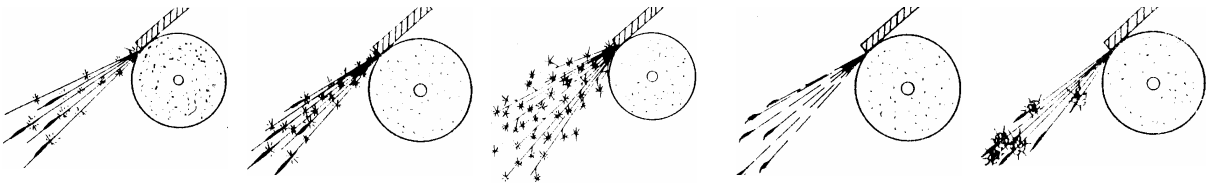
El acero de bajo contenido de carbono o de máquina.- Muestra chispas en largos rayos de luz amarilla, con poca tendencia a reventarse (Fig. 2.17A).

El acero de mediano contenido de carbono.- Es semejante al de bajo carbono, pero tienen más chispas que se revientan, produciendo un efecto de centelleo, debido al mayor porcentaje de carbono que contiene (Fig. 2.17B).

El acero al alto carbono o de herramientas.- Muestra muchas estrellas amarillas pequeñas que se revientan muy cerca de la rueda de esmeril (Fig. 2.17C).

El acero alta velocidad.- Produce varias líneas de chispas interrumpidas, con una chispa en forma de bola y de color rojo oscuro en el extremo (Fig. 2.17D).

El hierro fundido.- Muestra una chispa definida con forma de torpedo, con un efecto de plumaje cerca del extremo, cambia de un color oscuro a uno dorado (Fig. 2.17E).



17A 17B 17C 17D 17E

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica, pp 72

2.7. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS METALES[9]

Tabla 2.3

METAL	SÍMBOLO	PESO (Kg.)	PUNTO FUSIÓN	PROPIEDADES	APLICACIONES
Cobre	Cu	8.9	1083°C	Metal rojo muy dúctil y maleable, resistente a los agentes atmosféricos y a la mayor parte de líquidos, buen conductor del calor y la electricidad.	Lo usamos para aparatos eléctricos y para la construcción de piezas.
Bronce	-	-	-	Son aleaciones de cobre + estaño, también puede alearse con otros metales tales como el silicio y el magnesio, siempre que predomine el cobre.	Tiene varias aplicaciones, desde la artesanía, hasta piezas de maquinaria y lo más corrientes son el bronce fosfórico, para cojinetes, para engranajes.
Latones	-	-	-	Aleaciones de cobre + zinc	Se emplean en barras para tornillos y piezas de maquinaria, instrumentos de física y varias piezas de electricidad.
Estaño	Sn	7.3	832°C	El estaño puro tiene color brillante, blando, flexible y maleable, aleados con el plomo y con el cobre, aumentan su resistencia.	Se emplea en forma de chapas de poco espesor de hasta 0.01mm., llamados papel de estaño, lo que se utiliza para envolver alimentos; también nos sirve para quitar corrosión del cobre y del hierro y en soldadura.
Plomo	Pb	11.34	327°C	Blando, brillante, muy pesado, dúctil y maleable.	Por su calidad de resistir a los agentes atmosféricos para tuberías, pinturas, protectores en forma de óxidos.

[9] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 69-72**

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Realizar una tabla de los aceros utilizados en el taller, indicando algunas aplicaciones.

2. Haga un listado de cinco tipos de acero utilizados en el taller.

3. De los aceros antes enlistados, ¿tienen todos la misma forma?, ¿cuáles son las diferencias?

4. ¿Por qué toman el nombre de aceros aleados? Y cuáles son los métodos más utilizados para la aleación.

5. ¿Cite tres aceros que más se utilizan en el taller, e indique su composición?

6. ¿Cuál es el porcentaje de carbono en los aceros? Y señale cuál es la diferencia entre aceros de bajo y alto porcentaje de carbono.

7. ¿Qué diferencia existe entre fragilidad y maleabilidad?

8. ¿Qué parámetros tenemos presente para identificar un material?

9. ¿A simple vista podemos decir qué elementos tiene determinado material?, ¿por qué?

10. Enumere los diferentes ensayos de dureza.

EVALUACIÓN

1. Escriba cuatro procesos para obtener las formas comerciales del acero.

.....
.....
.....
.....

2. Anote con sus palabras cómo solicitaría un acero en el comercio cuando desea adquirir uno.

.....
.....
.....

3.- Coloque una “X” en la respuesta que Ud. considere correcta.

- ¿A qué denominamos tochos en la fabricación del acero?

  ( ) A una persona pequeña.
  ( ) A un pedazo de acero en general.
  ( ) A un acero de fundición.
  ( ) A los de sección rectangular o cuadrada, empleadas para la fabricación de acero estructural.

- La fragilidad es:

  ( ) Capacidad de un metal para recuperar su forma.
  ( ) Propiedad de un metal que no le permite distorsión alguna antes de quebrarse.
  ( ) La resistencia a la penetración o de formación plástica.

4.- Mediante una línea de flecha señale a qué grupo pertenece cada ensayo.

Ensayos Mecánicos	plegado
	de dureza
	de embutición
	de forja
Ensayos Tecnológicos	de tracción
	de chispa
	de resistencia

5. Ponga los símbolos químicos, peso específico y punto de fusión de:

COBRE:.....

PLOMO:.....

3. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

INTRODUCCIÓN

Las máquinas herramientas superan la potencia de las manos del hombre, por lo que conforman las partes metálicas más de prisa, con mayor regularidad y con menor coste, utilizando una herramienta.

Las diferentes máquinas herramientas facilitan el trabajo al hombre y mejoran la rentabilidad de la producción.

3.1. OBJETIVO DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS

Las máquinas herramientas tienen por objeto sustituir el trabajo manual por el trabajo mecánico, en la fabricación de piezas u objetos de metal o de otros materiales. Otras veces, ejecutan operaciones que manualmente serían imposibles, por el tamaño de las piezas u otras circunstancias.

Maquina.- En general es un artificio para aprovechar o dirigir y regular la acción de la fuerza.

Herramienta.- Se aplica a aquellos instrumentos que ponen en movimiento la mano del hombre, como por ejemplo el martillo, la palanca, etc.

3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS[10]

Las máquinas-herramientas para trabajar metales, pueden producir trabajos de deformación o bien de separación de masas, a su vez estas últimas pueden arrancar trozos enteros de material, separa viruta con una o varias cuchillas cortantes, o separa viruta muy fina, por medio de grano abrasivo, esta clasificación puede resumirse en el siguiente cuadro:

---

[10] Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 226-229

- *Máquinas- Herramientas*
  - *Que trabajan por deformación (sin separación de material)*
    - *Martinete*
    - *Prensa de embutir*
  - *Que trabajan con separación de masa*
    - *Separación de grandes virutas*
      - *Guillotina*
      - *Cizalla*
      - *Tijera*
    - *Separación de pequeñas virutas*
      - *Torno*
      - *Fresadora*
      - *Taladro*
    - *Separación de virutas finas*
      - *Amoladora*
      - *Rectificadora*
      - *Lapeadora*

3.3. MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA

Las máquinas herramientas que trabajan por separación de viruta, disponen en general de una o más herramientas o útiles cortantes. La herramienta o la pieza que se trabaja, tiene que moverse y este movimiento será en línea recta o circular. De ahí, los tipos más importantes de máquinas comprenden en este grupo.

Máquinas de movimiento rectilíneo, que trabajan con herramienta simple: limadora, cepilladora o planeadora y mortajadora (fig. 3.1).

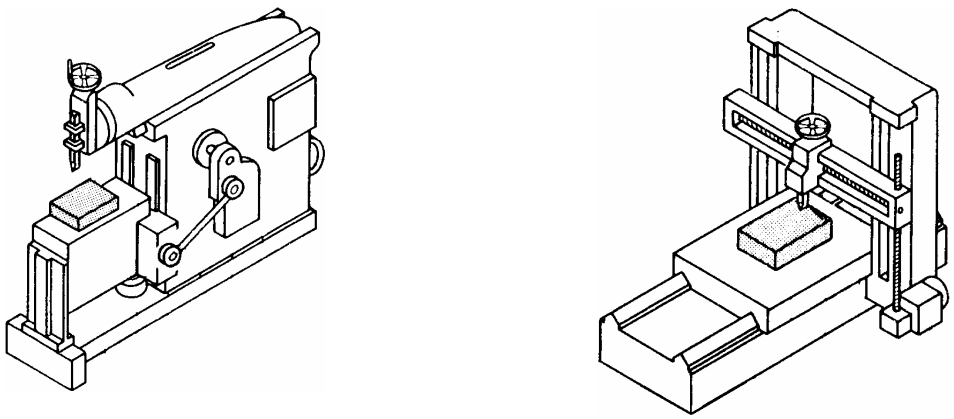


Fig. 3.1

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica, pp 227

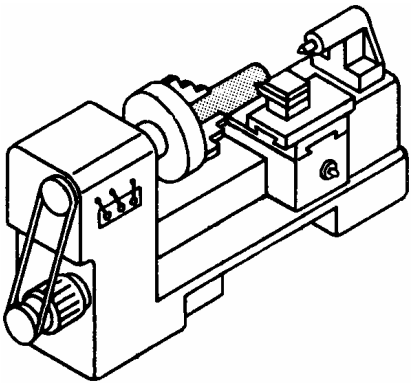


Fig. 3.2

Máquinas de movimiento circular que trabajan con herramienta simple (cuchilla).- en este caso la pieza gira en forma circular, y la cuchilla en forma rectilínea, por ejemplo el torno (fig. 3.2).

Máquinas de movimiento circular que trabajan con herramienta múltiple.- en este caso la herramienta tiene el movimiento circular y la pieza un movimiento en forma rectilínea; ejemplo: fresadora taladradora, mandrinadora, sierra circular, rectificadora (fig.3.3).

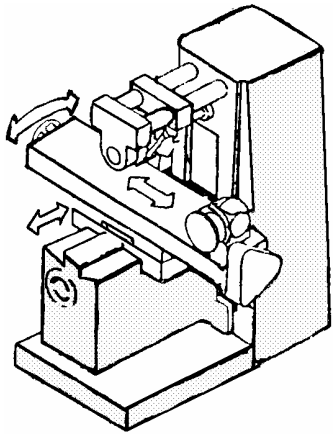


Fig. 3.3

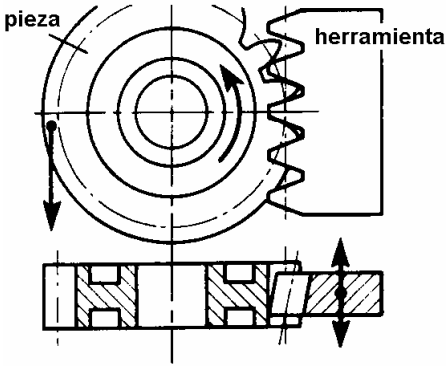


Fig. 3.4

Máquinas de tallar engranajes[11].- estas máquinas, aunque pertenecen siempre a uno de los anteriores, conviene considerarlos en una forma aparte por sus especiales características. En este caso la herramienta tiene movimiento circular y el avance un movimiento rectilíneo. En la fig. 3.4 se observa un esquema de la forma de trabajo de este tipo de máquinas.

[11] Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 230-233

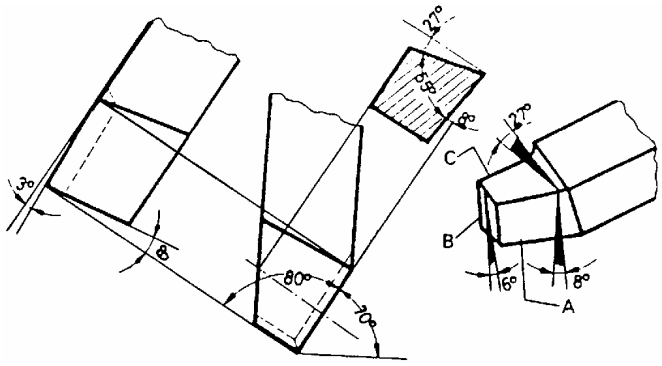
3.4.HERRAMIENTAS DE CORTE

Las herramientas utilizadas en las máquinas herramientas, son numerosas y de formas muy diversas, pero todas tienen en común la presencia de por lo menos un filo para incidir en el material.

Toda herramienta o útil cortante termina en una cuña afilada, que la obliga a penetrar en la pieza que se trabaja bajo un ángulo determinado y arranca viruta más o menos grande.

3.4.1. ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS DE LOS FILOS

Cada herramienta dispone de uno o más filos, caracterizados cada uno de ellos por tres ángulos de amplitud variable, según el material a trabajar; la amplitud de los tres ángulos principales varía, pero la suma de los tres es siempre igual al ángulo recto formado por la superficie a trabajar y la perpendicular a ella: $\alpha + \beta + \gamma = 90°$.



Ángulo de ataque γ (gamma)

Negativo positivo

Ángulo de filo β

Ángulo de despullo α

Ángulo de la punta γ

Ángulo de despullo λ

Fig. 3.5

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica, pp 230

Es el ángulo formado por las caras que constituyen el filo, llamadas cara de afilado (superficie de incidencia y superficie de desprendimiento); ejemplo, al igual que con un cincel de mano común, la penetración de la herramienta en el material es tanto más fácil cuanto más agudo es el ángulo de filo, sin embargo un filo demasiado agudo resulta poco resistente y tiende a deteriorarse (fig. 3.6).

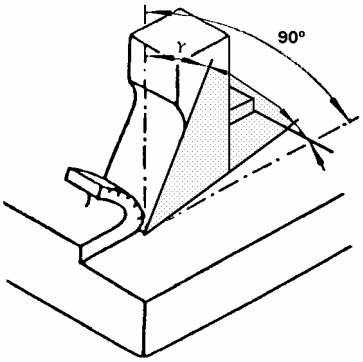


Fig. 3.6

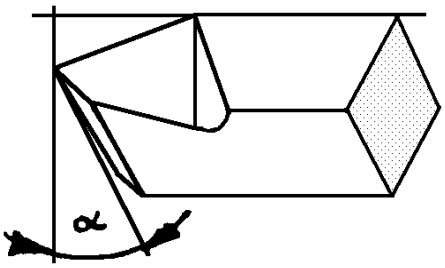


Fig. 3.7. Ángulo de incidencia

ÁNGULO DE INCIDENCIA (α).

El ángulo de incidencia es el ángulo formado por el dorso del filo con el plano de la superficie a trabajar; ejemplo, sin este ángulo, el dorso del filo frotaría contra la superficie de la pieza, causando una mayor resistencia al movimiento de la herramienta y simultáneamente un fuerte calentamiento por roce (fig. 3.7)

ÁNGULO DE DESPRENDIMIENTO (γ).

El ángulo de desprendimiento está formado por la cara de la herramienta sobre la que se desliza la viruta (superficie de desprendimiento) y la perpendicular al plano de la superficie a trabajar; ejemplo, la resistencia que representa la viruta al movimiento de la herramienta es tanto mayor cuanto menor es el ángulo de desprendimiento (Fig.- 3.8).

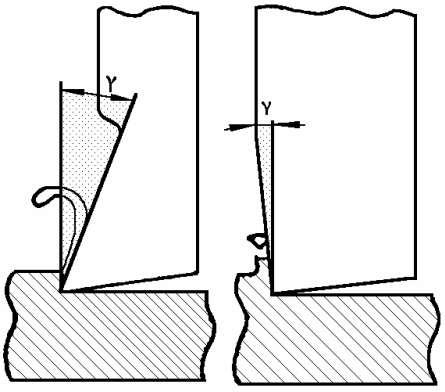


Fig. 3.8

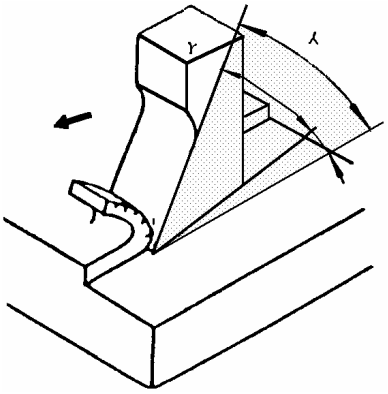


Fig. 3.9

ÁNGULO DE CORTE (λ).

Es la suma de los dos ángulos, el de incidencia y el de filo, se le llama ángulo de corte. Indica la inclinación entre la herramienta y la pieza. El ángulo de corte debe ser suficientemente amplio a fin de garantizar la menor resistencia a la penetración de la herramienta al material. (Fig. - 3.9)

3.5. MATERIAL DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

El material utilizado en las herramientas de corte depende de la mayor o menor dureza del material con que éstas vayan a trabajar y de la velocidad con que actuarán sobre la pieza.

El material de la herramienta debe ser mucho más duro que el material a cortar, durante el trabajo la herramienta se calienta a causa del rozamiento, más cuanto mayor es la velocidad de corte relativo entre pieza y herramienta.

Por encima de un valor de la temperatura producida por el rozamiento, el material del que está constituida la herramienta pierde su dureza característica y en consecuencia su capacidad de corte y la resistencia al desgaste.

Los materiales de las herramientas más utilizadas son:

Aceros al Carbono.- Los aceros al carbono contienen C en un 1%, estas herramientas mantienen largo tiempo el filo, puesto que resisten hasta una temperatura de 150º; son adecuados para trabajos con pequeñas velocidades de corte.

Aceros Semirrápidos.- Son aceros aleados que contienen además del carbono (C), magnesio (M) y wolframio (W). Las herramientas en acero semirrápido son durísimas pero inadecuadas para altas velocidades de corte, ya que no resisten las temperaturas elevadas, utilizadas para la construcción de machos de roscar, terrajas.

Aceros Superrápidos.- Son aceros aleados que contienen una cantidad de wolframio (W) de aproximadamente el 1,8 %, cromo (Cr) y vanadio (V) en cantidades menores. Este tipo de herramientas son menos duras que las semirrápidas, pero pueden alcanzar una velocidad de corte muy superiores, ya que resisten temperaturas elevadas.

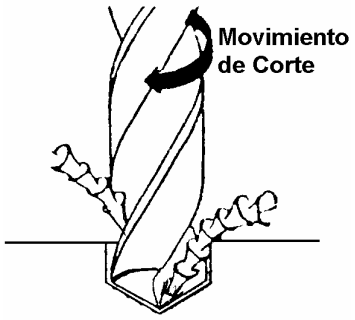
Cerámicos y Carburos Metálicos.- No son aceros, ya que no contienen hierro y tampoco son forjables ni templables, están constituidos por la unión y sinterización de carbono (C), wolframio (W), cromo (Cr) y cobalto (Co). El compuesto es elevadísimo, son adecuados para arrancar viruta con velocidades muy superiores a las que se pueden utilizar con los aceros super rápidos.

Es muy elevado el costo de los carburos metálicos y de los materiales cerámicos, los cuales utilizamos en forma de pastillas o barritas de pequeñas dimensiones, aplicadas en el extremo del cuerpo de acero de la herramienta[12].

3.6. ELEMENTOS DE CORTE

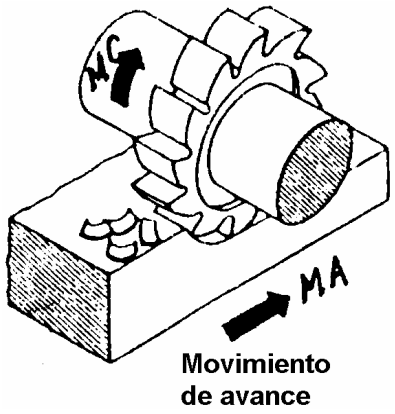
En todos los trabajos efectuados en una máquina-herramienta se distinguen tres movimientos principales que animan a la pieza, o a la herramienta.

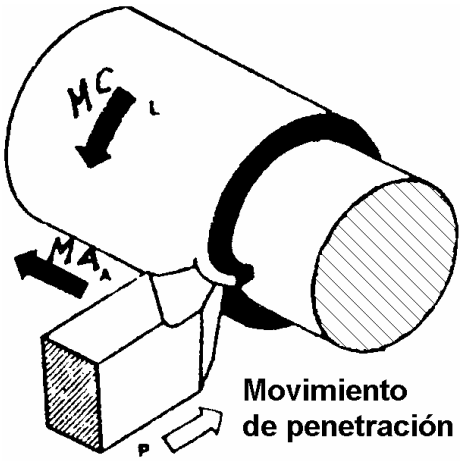
Movimiento de Corte o de Labrado (MC).- es el movimiento principal de la máquina, mediante el cual se arranca el material, se caracteriza por su velocidad.



[12] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica, pp. 236-239**

Movimiento de Avance (MA) o Alimentación.- Es el movimiento con el que se opone el material bajo la acción de la herramienta.





Movimiento de penetración (MP).- Es el movimiento que regula la posición de la pieza o de la herramienta determinando la profundidad a que la herramienta penetra en el material (profundidad de pasada).

Fig. 3.10

Fuente: Tomás Vidondo, Tecnología Mecánica, pp 237

Velocidad de Corte (VC).- Por velocidad de corte se entiende la velocidad relativa entre pieza y herramienta, el punto en que tienen lugar la separación de la viruta, es decir la velocidad del movimiento de trabajo.

La unidad de medida de la velocidad de corte se expresa en metros por minuto m/min.

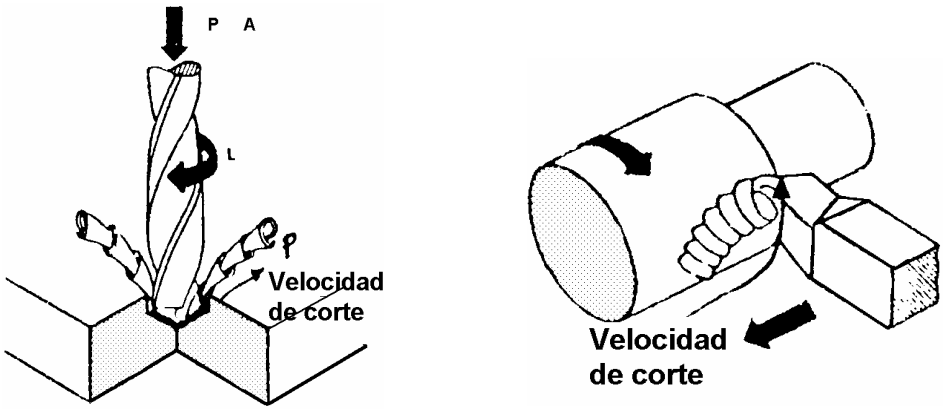


Fig. 3.11

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica, pp 238

MOVIMIENTO DE CORTE
CIRCULAR

En el movimiento de corte circular, es la velocidad del punto P de contacto pertenecientes a la herramienta o la pieza.

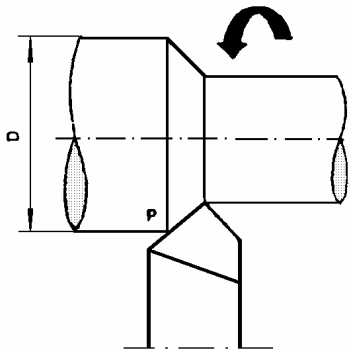


Fig. 3.12

La velocidad de corte en el movimiento circular se mide como producto de la longitud de la circunferencia que constituye la trayectoria del movimiento circular, multiplicada por el número de tales circunferencias que se completan en la unidad de tiempo.

De donde la velocidad de corte viene dada por la formula:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

También podemos hallar la velocidad de corte valiéndonos de tablas.

Ordinariamente lo que nos interesa saber es a qué número de revoluciones (*n*) hay que hacer girar la herramienta o pieza, para lo cual de la fórmula de la *Vc*, despejamos *n*

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D}$$

3.7. MAQUINABILIDAD DE LOS METALES[13]

Se llama maquinabilidad de los metales al trabajo con una máquina herramienta por el levantamiento de viruta, o por deformación.

La maquinabilidad es o hace referencia a la mayor facilidad o menor facilidad que presenta un material al ser mecanizado.

Dentro de la formación de la viruta, depende del material a trabajar y de la forma de la herramienta.

A continuación una forma de diferenciar el tipo de viruta: La viruta larga y unida se forma al trabajar metales dúctiles, es decir fácilmente reducibles a láminas delgadas de acero. Las virutas fragmentadas se forman al trabajar metales frágiles (fundición).

EJEMPLO:
De la forma de la viruta según el material a trabajar. Con una correcta elección de la herramienta y de la velocidad de corte se obtienen por ejemplo en el torno los tipos de viruta ilustrados en el siguiente gráfico, según el material utilizado

[13] Gil Tello Tomás, Preparación y Medidas de Trabajo, pp.61-64

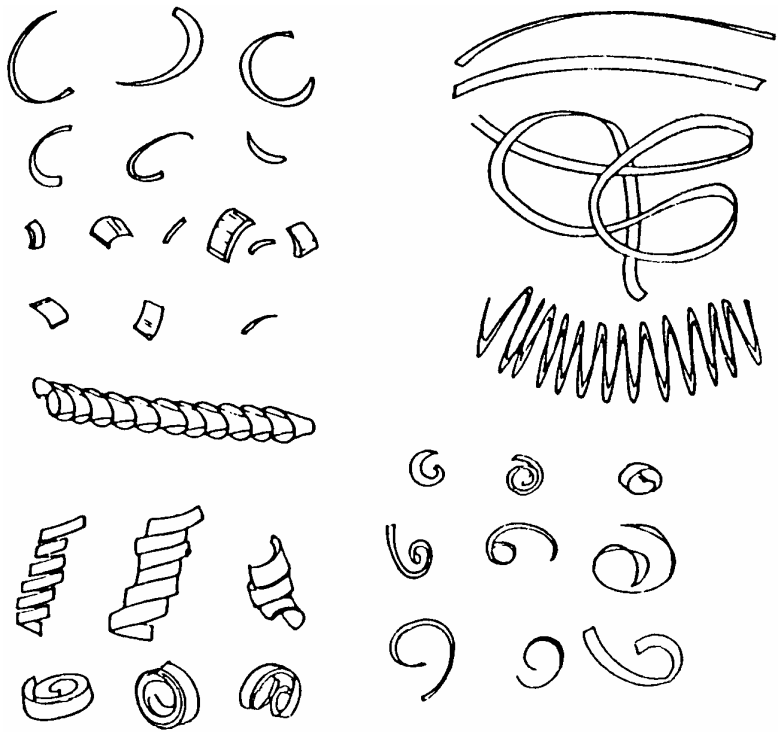
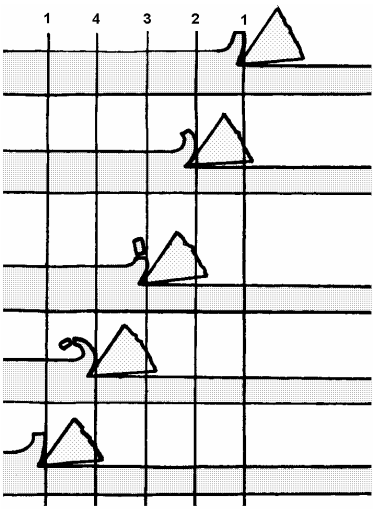


Fig. 3.13

Fuente: Gil Tello Tomás, Preparación y Medidas de Trabajo, pp 62

FORMACIÓN Y ARRANQUE DE VIRUTA.

Un ejemplo indicativo de como se forma la viruta al ser arrancado constituye el arranque del material en el proceso del cepillado, como se puede observar en la siguiente figura.



EJEMPLO:

La pieza de la figura está formada por dos cilindros de diámetros diferentes, pero que tienen el mismo eje de giro.

$$VC_1 = \frac{80 \times 3{,}1416 \times 100}{1000}$$
$$VC_1 = 25{,}12\ m\ /\ min.$$

D1 = 80 mm., D2 = 40 mm.;

$$VC_2 = \frac{40 \times 3{,}1416 \times 100}{1000}$$
$$VC_2 = 12{,}56\ m\ /\ min.$$

Los cilindros giran a 100 r.p.m. ¿cuál será la velocidad de los puntos de acción de la cuchilla, o sea la velocidad de corte.

Teniendo presente la fórmula de la velocidad de corte, podemos despejar y encontrar las revoluciones por minuto (r.p.m.), obteniendo los datos de la velocidad de corte (ver tablas, según material a trabajar, material de la herramienta y el tipo de avance), con el diámetro podemos obtener las r.p.m.

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Enumere cinco máquinas-herramientas que existan en el taller.

2. Anote tres ventajas de utilizar una máquina herramienta.

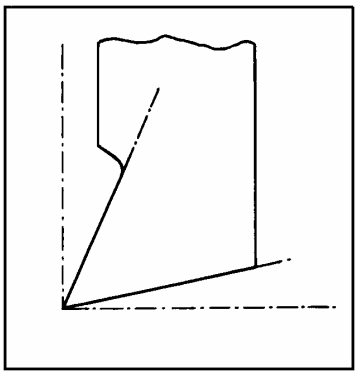
3. Anote el nombre de una máquina que trabaje con la pieza en movimiento circular y la herramienta en movimiento rectilíneo (taller de carpintería).

4. Enlace lo correcto. Dado un listado de herramientas, señale con qué movimiento trabajan.

broca	Movimiento rectilíneo
cuchilla de torno	
fresa	Movimiento circular
sierra circular.	

5. ¿Por qué en una herramienta el ángulo de incidencia es indispensable?.

6. En el siguiente gráfico anote los filos de la herramienta.



7. Indique 2 motivos para la utilización de una herramienta de acero rápido y de un super rápido.

8. Se desea tornear una pieza de diámetro 80 mm hasta un diámetro de 45 mm con una velocidad de corte de 34 m/min

9. Realizar el siguiente ejercicio:

Se tiene que trabajar una pieza de material de acero de transmisión, con una herramienta de acero rápido, con un avance de desbaste, que debe quedar de un diámetro de 80 mm.

Para poder resolver este problema acudimos a las tablas en las cuales está dispuesto el material a trabajar en diferentes categorías de acuerdo a su resistencia, el material de la herramienta según una nomenclatura y el avance que nos da en valores de desbaste y de acabado.

De donde obtenemos que: V_C = 34 m/min para desbaste. V_C = 60 m/min para acabado. Entonces aplicamos la formula despejada

EVALUACIÓN

COMPLETE:

1. *Los objetivos de las máquinas herramientas son:*

Superar la potencia del hombre:

.....

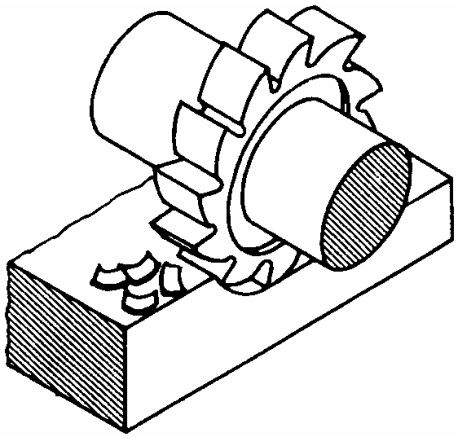
.....

.....

2. *Mediante flechas señale a qué grupo pertenecen las diferentes máquinas herramientas.*

cizalla	
guillotina	separación de virutas grandes
torno	
fresadora	separación de virutas pequeñas
taladro	

3. *En el siguiente gráfico anote los movimientos que tiene la herramienta y la pieza.*



4. *Indique los valores más usados de los ángulos de una herramienta de cilindrar.*

ángulo de incidencia .....

ángulo de corte .....

ángulo de desprendimiento .....

5. *Escriba los tres elementos de corte.*

1. .....
2. .....
3. .....

6. *Describa con sus palabras el concepto de velocidad de corte.*

.....

.....

.....

.....

.....

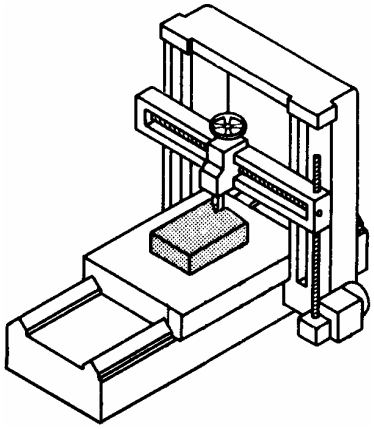
7. *Desarrolle el siguiente problema.*

Deseamos trabajar una pieza que tiene tres diámetros.

∅ A = 45 mm. La V_C = 34 desbaste

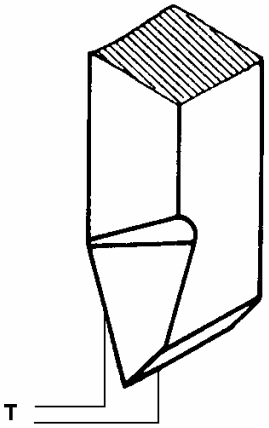
4. MECANISMOS FUNDAMENTALES UTILIZADOS EN LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

INTRODUCCIÓN. Toda máquina es la aplicación de un conjunto de varios mecanismos que como resultado nos dan un trabajo útil. *Por ejemplo:*

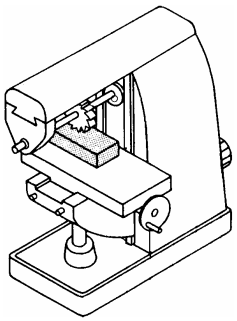


Máquina cepilladora

Fig. 4.1

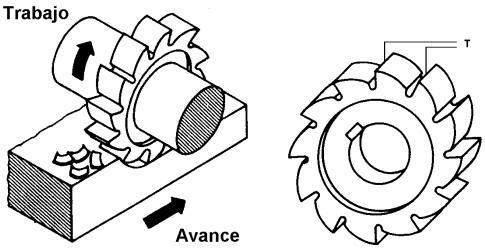


Trabajos: aplanado, ranurado de grandes superficies

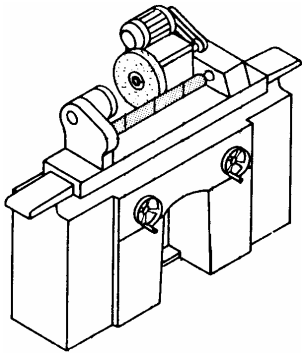


Máquina fresadora

Fig. 4.2

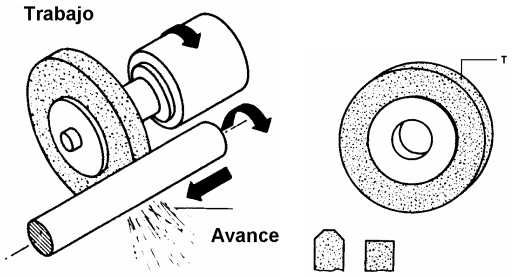


Trabajos: aplanado, ranurado, dentado, mandrinado, etc.



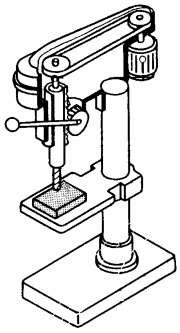
Máquina rectificadora

Fig. 4.3



Trabajos: acabados superficiales que requieren pequeñas tolerancias

Fig. 4.4



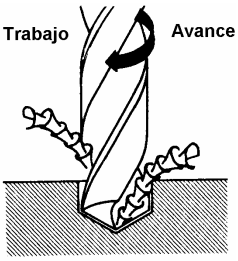
Máquina

Herramienta:.....

...Trabajos:.....

.....

.....



Herramienta:.....

...Trabajos:.....

.....

.....

.....

Herramienta:.....

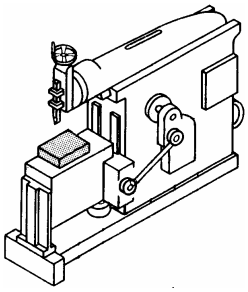
...Trabajos:.....

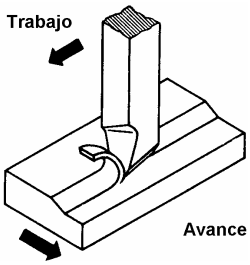
.....

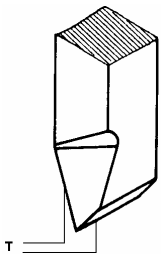
.....

.....

Fig. 4.5

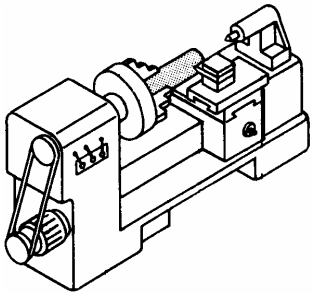


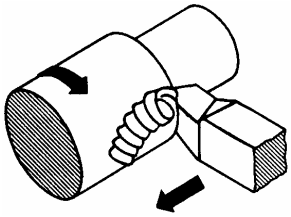


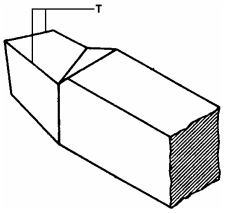


Máquina Herramienta:..... Herramienta:.....
Herramienta:..... ...Trabajos:..... ...Trabajos:.....
...Trabajos:..... ....
....
....
.....

Fig. 4.6







Máquina Herramienta:..... Herramienta:.....
Herramienta:..... ...Trabajos:..... ...Trabajos:.....
...Trabajos:..... ....
....
....
.....

4.1. ELEMENTOS DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

Todo elemento es el resultado de una o más piezas que en el mecanismo cumplen una función.

4.1.1. Eje. Es una pieza móvil o no, en la cual se apoya otra que gira.

4.1.2. Árbol. Es una pieza que tiene por objeto transmitir una potencia por medio de su giro.

4.2. EMBRAGUE

Los embragues permiten intercalar en el movimiento (o excluir de él) un elemento independiente de los demás.

Generalmente interrumpen la transmisión directa entre dos árboles o entre un árbol y una rueda dentada montada sobre él.

Embrague de discos. Se utiliza para árboles que se trasmiten potencias considerables y puede ser accionado incluso durante el movimiento (Fig. 4.7).

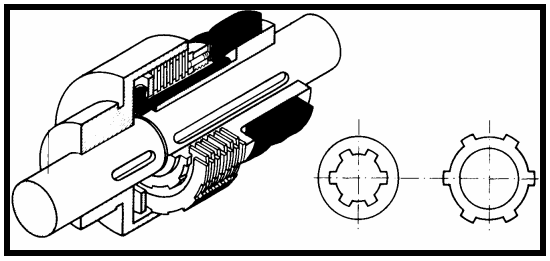


Fig. 4.7

Clasificación de los embragues:

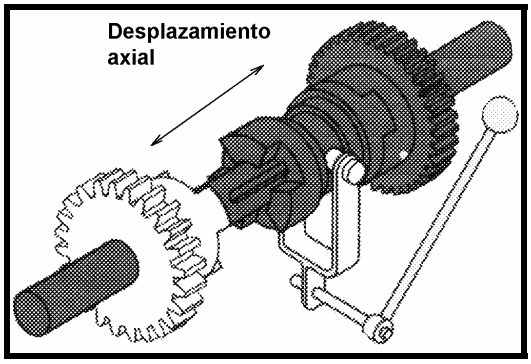


Fig. 4.8

Embragues de dientes. Permiten efectuar la fase de acoplamiento del movimiento cuando los árboles están parados (Fig. 4.8).

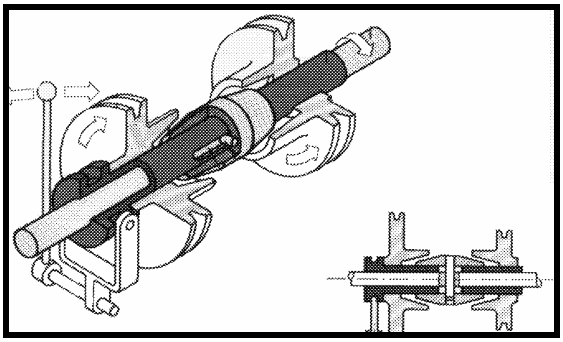


Fig. 4.9

Embrague cónico. Este embrague es a fricción y puede ser accionado durante el movimiento (Fig. 4.9).

4.3. VARIADOR DE VELOCIDADES (CORREA)

Los variadores de velocidades permiten un cambio gradual y continuo de la velocidad.

El cambio gradual de la velocidad en la transmisión por correa se obtiene variando el radio del arco de contacto de la correa con las poleas, cuya separación entre ejes puede permanecer fija o variable (Fig. 4.10).

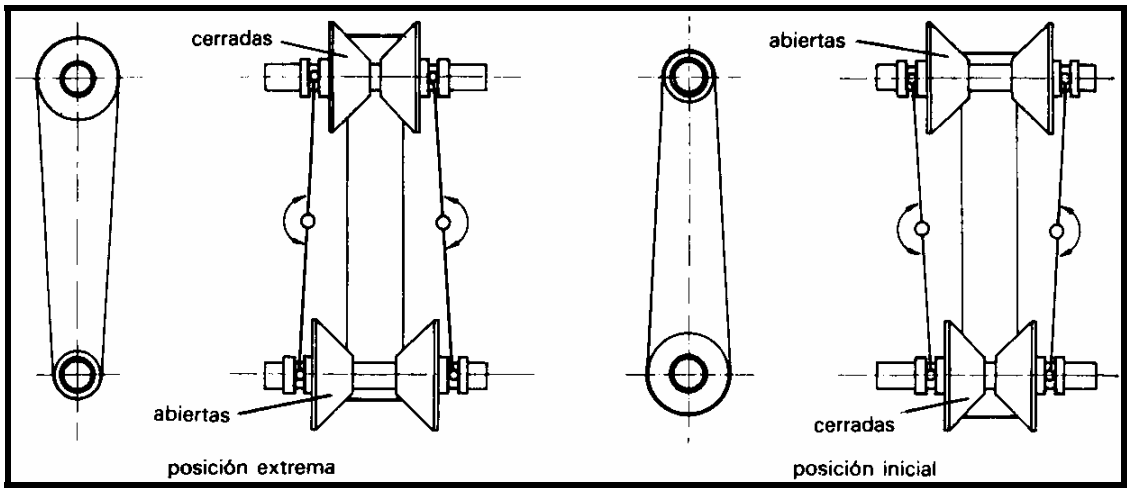


Fig. 4.10

Fuente: Gil Tomás Tello, Preparación y Medidas de Trabajo, pp 80

4.4. CAJA DE VELOCIDADES

El cambio de velocidades mediante este sistema, presenta ciertas ventajas, su larga duración de los elementos que lo forman, capaces de transmitir grandes potencias, por su simplicidad de maniobrar, por el poco espacio que ocupa. Esta caja contiene varios engranajes de tamaños diferentes, y es posible obtener varias velocidades por el deslizamiento axial de los engranajes, sobre los árboles acanalados engranando dos o más ruedas, lo cual permite obtener diferentes velocidades en el husillo.

4.5. COJINETES Y SOPORTES

Estos elementos son los que se usan para sostener el peso, guiar en la rotación y evitar desplazamiento de los árboles y ejes (Fig. 4.11).

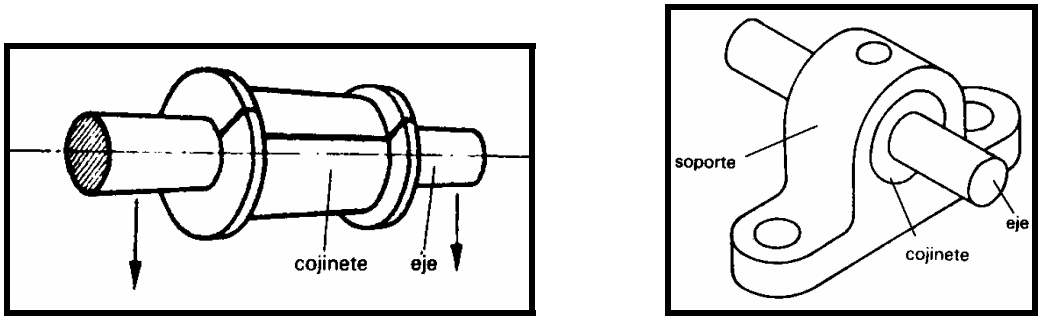


Fig. 4.11

Existen dos tipos de cojinetes por su estructura: de fricción (fig. 4.12A) y de rodadura (Fig. 4.12B).

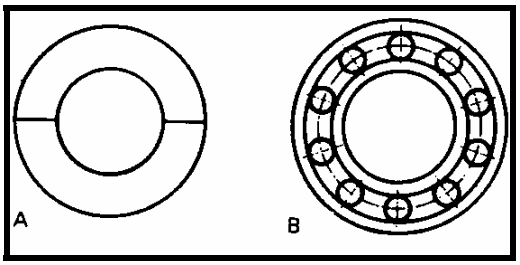
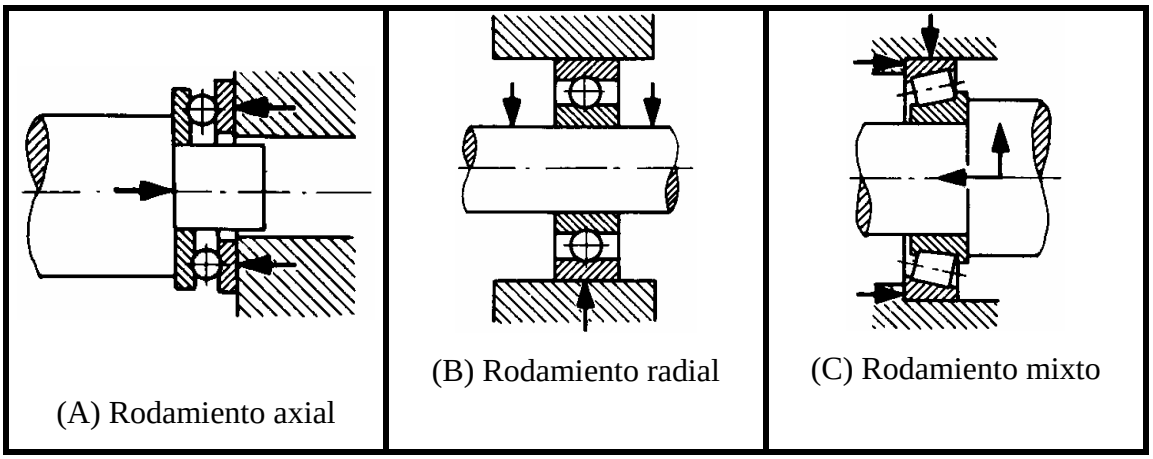


Fig. 4.12

En los primeros, el deslizamiento es por rozamiento y en los segundos existen unas esferas, cilindros o conos que ruedan, disminuyendo el rozamiento (Fig. 4.12).

Los rodamientos se clasifican, por la dirección del esfuerzo, en: axiales (Fig. 4.13A), radiales (Fig. 4.13B) y mixtos (Fig. 4.13C).



(A) Rodamiento axial

(B) Rodamiento radial

(C) Rodamiento mixto

Fig. 4.13 *Fuente*: Gil Tomás Tello, Preparación y Medidas de Trabajo, pp 81

MECANISMOS

Todo mecanismo es el resultado de varios elementos que combinados producen una función, un movimiento.

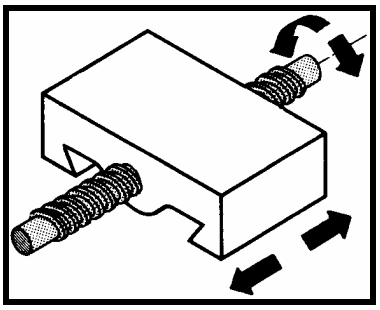
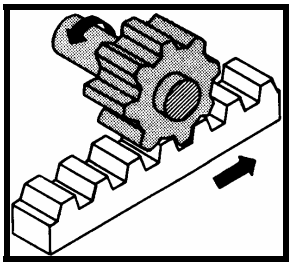


Fig. 4.14

4.6.1. Tornillo y Tuerca. Transforma el movimiento rotativo, en otro rectilíneo (ya sea en el tornillo o en la tuerca). Esta transformación se utiliza para imprimir los movimientos de avance en los tornos o fresadoras (Fig. 4.14).



4.6.2. Rueda Dentada y Cremallera. El par transforma el movimiento rotativo del piñón en otro rectilíneo de la cremallera, si el piñón gira alrededor de su eje que se mantiene fijo (o viceversa), se utiliza en la cepilladora o torno, taladro para los diferentes movimientos (Fig. 4.15).

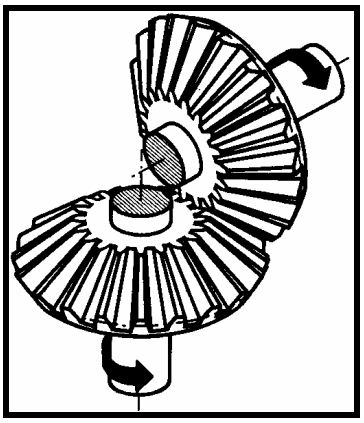


Fig. 4.16

4.6.3. Rueda dentada cónica. El par transforma (cambia) el movimiento de un plano del espacio a otro plano (Fig. 4.16).

4.6. TIPOS DE MECANISMOS

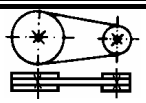
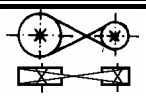
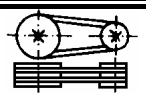
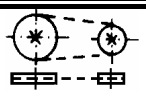
	Correa plana abierta
	Correa plana cruzada
	Correa trapecial
	Ruedas de cadena

Fig. . 4.17

CORREAS Y POLEAS

Dentro de los distintos mecanismos utilizados para transmitir el movimiento circular desde un eje a otro, se utiliza un sistema llamado correas y poleas, generalmente utilizados cuando la distancia entre los ejes a transmitir es bastante considerable.

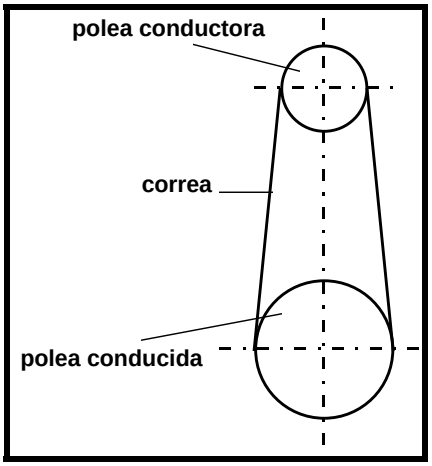


Fig. 4.18

Fuente: Tecnología Mecánica

Las condiciones de transmisión se refieren en parte a la fuerza a transmitir, velocidad tangencial, anchura, grueso y tensión de la correa; todo esto se debe a que la transmisión está dada por el rozamiento entre la correa y la polea. Se comprende que el valor del rozamiento depende sobre todo de la tensión de la correa y la resistencia de ésta, de su material y dimensiones, como de la forma.

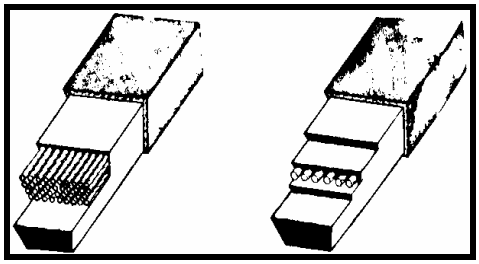


Fig. 4.19

Fuente: Tecnología Mecánica

4.7.1.1. Forma y materiales de las correas. Las correas adoptan dos formas, plana y trapecial.

***Plana**: Composición y Aplicación.* Las correas planas de cuero curtido (al tanino o al cromo), son simples cuando están formadas por una sola capa de cuero de 4 a 6 mm de espesor; son dobles cuando están formadas por dos capas de cuero debidamente encoladas, siendo su espesor de 6 a 10 mm; finalmente, son triples cuando son tres las capas de cuero que las forman, y su espesor 10 y más milímetros.

El funcionamiento de estas correas es silencioso, transmitiéndose la potencia de la rueda motriz a la conducida por adherencia; el rendimiento de esta transmisión es η = 0,95 a 0,98.

La longitud adecuada a las correas se consigue por encolado de varias piezas, y la unión de los extremos para formar una correa sin fin asimismo se consigue por encolado o por cosido; también puede hacerse la unión por medio de grapas metálicas.

Las correas planas fabricadas con fibras textiles (algodón y cáñamo) son más flexibles y resistentes a los agentes químicos y atmosféricos; las fabricadas con fibras textiles embebidas en caucho son insensibles a la humedad y pueden trabajar en ambientes pulverulentos.

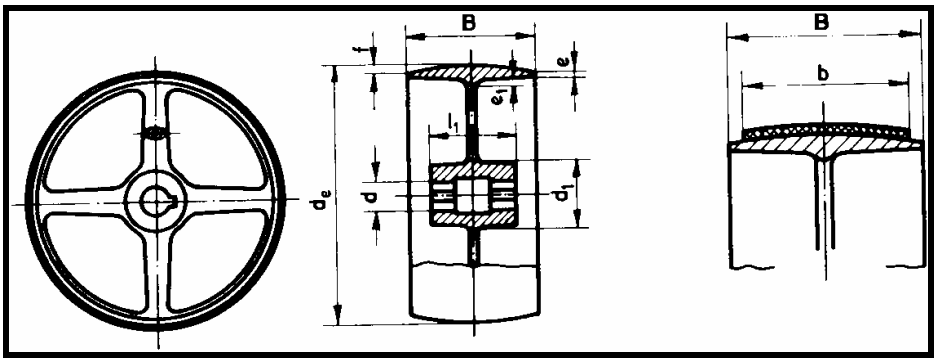


Fig. 4.20. Poleas para correas planas

Trapecial: [14] *Composición y Aplicación.* Las correas trapeciales o trapezoidales se componen de un entramado de hilos vegetales (algodón o cáñamo generalmente) embebidos en una masa de caucho, cuya capa o tejido envolvente es resistente al rozamiento; la sección de estas correas es una trapecio isósceles, siendo las caras no paralelas las que presionan en forma de cuña, sobre las gargantas de las poleas, y así, por su elevado coeficiente de rozamiento, es posible transmitir grandes potencias a altas velocidades, en ausencia de vibraciones.

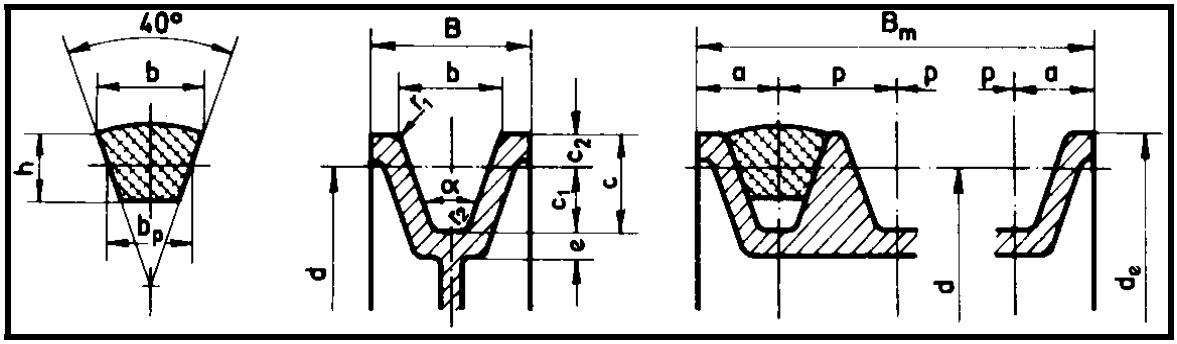


Fig. 4.21. Poleas acanaladas para correas trapeciales

Las correas trapeciales son de fibras textiles y algunas veces de hilos metálicos recubiertos de goma. Normalmente se emplean cerradas y las hay de varios tamaños, perfiles y longitudes, tienen la ventaja que al ir alojadas en la garganta de las poleas, tienden a producir un efecto de cuña, aumentando su fricción con la polea, necesitando por lo tanto menor tensión que las poleas planas, al ser utilizadas con poleas de poco diámetro presenta inconvenientes.

[14] **Gil Tomás Tello, Preparación y Medidas de Trabajo, pp. 80-84**

Todas estas correas tienen el inconveniente de que siempre se producen resbalamientos y no se pueden obtener relaciones de transmisión constante; para evitarlo se utilizan poleas previstas de dientes.

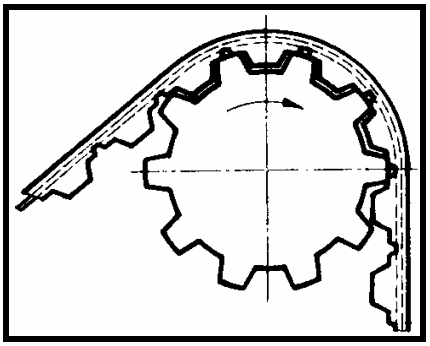


Fig. 4.21. Correa dentada

4.6.1. RELACIÓN DE TRANSMISIÓN. Fácilmente se puede demostrar que entre dos poleas unidas por una correa e cumple la siguiente igualdad:

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

a esta igualdad la llamamos relación de transmisión; con esta igualdad podemos resolver los siguientes problemas:

1. ***¿A cuántas revoluciones gira el eje (2) de la figura A sí d_1 = 40 mm, n_1 = 1400 r.p.m. y d_2 = 90 mm?***

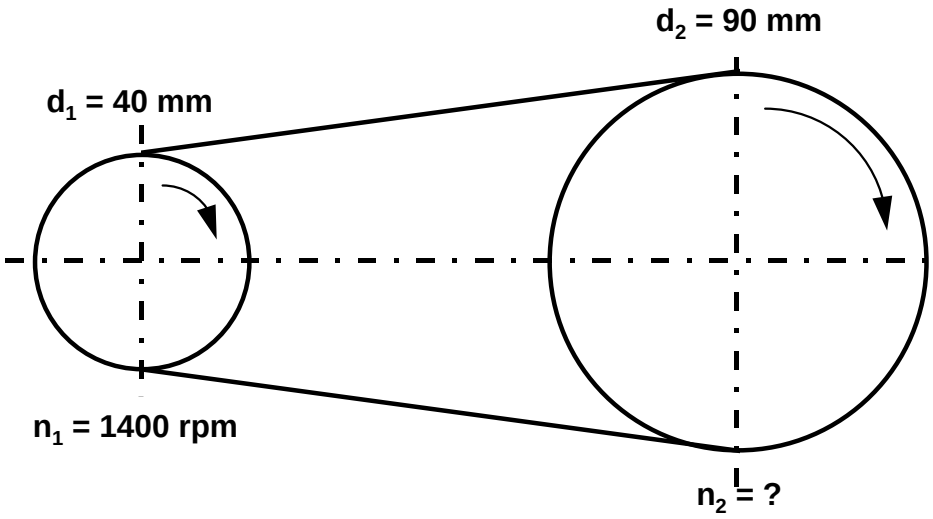


Figura A

Solución:

$$n_1\, d_1 = n_2\, d_2 \;\; ; \;\; n_2 = \frac{d_1\, n_1}{d_2} = \frac{40 \times 1400}{90} \approx 1400\ r.p.m.$$

2. ***En la figura B, tenemos dos poleas escalonadas de manera que puedan unirse de dos en dos sucesivamente por una correa. Escribir las ecuaciones del sistema.***

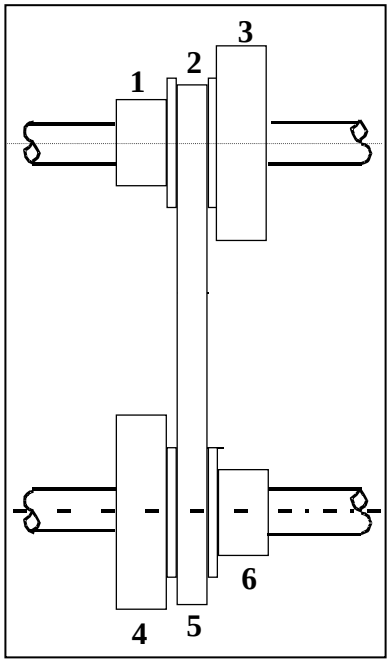


Figura B

Solución:

1. Por la Ley de Transmisión se debe cumplir:

$n_1\, d_1 = n_4\, d_4$ *(1)*
$n_2\, d_2 = n_5\, d_5$ *(2)*
$n_3\, d_3 = n_6\, d_6$ *(3)*

2. Si ha de emplearse la misma correa (de longitud constante), debe cumplirse además:

$d_1 + d_4 = d_2 + d_5 = d_3 + d_6$ *(4)*

Si el eje 1 es el del motor y gira siempre al mismo número de vueltas, tendremos $n_1 = n_2 = n_3$ y el sistema se transforma en:

$n_1\, d_1 = n_4\, d_4$ *(1)*
$n_1\, d_2 = n_5\, d_5$ *(2)*
$n_1\, d_3 = n_6\, d_6$ *(3)*
$d_1 + d_4 = d_2 + d_5 = d_3 + d_6$ *(4)*

3. ***Queremos que el eje de una taladradora gire a 1500 - 1950 y 2250 r.p.m. El motor gira a 1500 r.p.m.***

La polea más pequeña del eje del taladro debe ser de 65 mm de diámetro. Calcular los diámetros de las otras poleas.

Supongamos que en la figura C los valores corresponden de esta manera:

$n_6 = 1500;\ n_5 = 1950;\ n_4 = 2250;\ d_4 = 65\ mm$ y $n_1 = n_2 = n_3 = 1500$

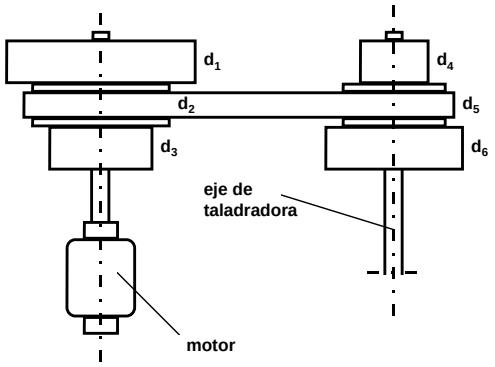


Figura C

Solución:

Empleando el sistema del problema 2 tenemos, según (1),

$$\boldsymbol{d}_1 = \frac{\boldsymbol{d}_4 \times \boldsymbol{n}_4}{\boldsymbol{n}_1} = \frac{65 \times 2550}{1500} \approx 110\ \boldsymbol{mm}$$

$$\boldsymbol{d}_1 + \boldsymbol{d}_4 = 110 + 65 = 175$$

de las $\begin{cases} (2)\ d_2 \times n_1 = d_5 \times n_5 \\ (4)\ d_2 + d_5 = 175 \end{cases}$

Despejando en la (4) tenemos: (5) $d_2 = 175 - d_5$ y sustituyendo en la (2) resulta $(175 - d_5) \times n_5 = d_5 \times n_5$; de donde:

$$175\,\boldsymbol{n}_1 - \boldsymbol{d}_5 \times \boldsymbol{n}_1 = \boldsymbol{d}_5 \times \boldsymbol{n}_5$$
$$175\,\boldsymbol{n}_1 = \boldsymbol{d}_5 \times \boldsymbol{n}_5 + \boldsymbol{d}_5 \times \boldsymbol{n}_1$$
$$175\,\boldsymbol{n}_1 = \boldsymbol{d}_5\,(\boldsymbol{n}_5 + \boldsymbol{n}_1)$$

$$\boldsymbol{d}_5 = \frac{175 \times \boldsymbol{n}_1}{\boldsymbol{n}_5 + \boldsymbol{n}_1} = \frac{175 \times 1500}{1950 + 1500} = \frac{175 \times 1500}{3450} = 76\ \boldsymbol{mm}$$

y en (5) tenemos:

$$\boldsymbol{d}_2 = 175 - \boldsymbol{d}_5 = 175 - 75 = 100\ \boldsymbol{mm}$$

Haciendo lo mismo con las (3) y (4) tenemos:

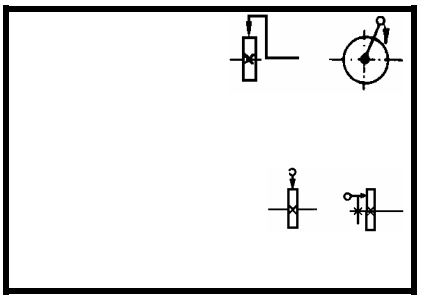
(3) $d_3\, n_1 = n_6\, d_6$

(4) $d_3 + d_6 = 175$

$$\boldsymbol{d}_6 = \frac{175 \times \boldsymbol{n}_1}{\boldsymbol{n}_6 + \boldsymbol{n}_1} = \frac{175 \times 1500}{1500 + 1500} = \frac{175}{2} = 87{,}5\ \boldsymbol{mm}$$

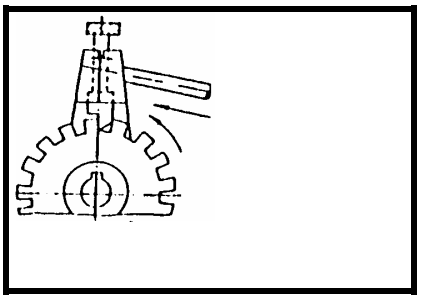
$$\boldsymbol{d}_3 = 175 - 87{,}5 = 87{,}5\ \boldsymbol{mm}$$

4.6.2. MECANISMOS PASÓ A PASO



Trinquete

Pestillo divisor



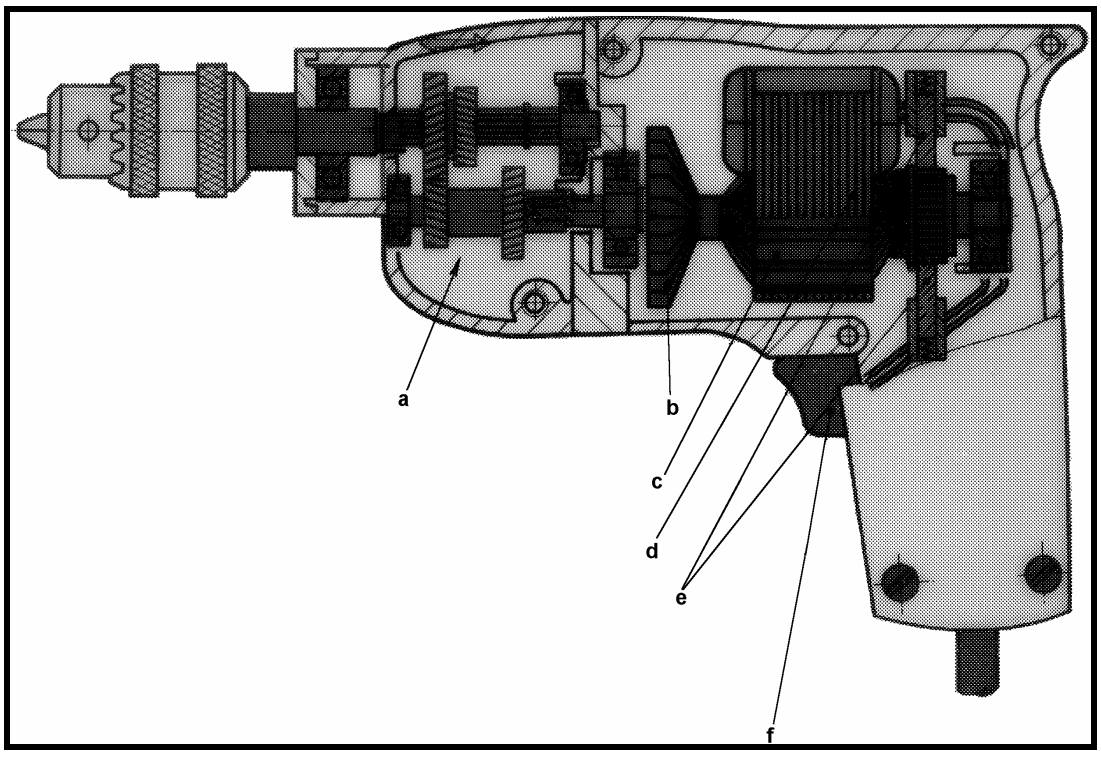
ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. De las siguientes máquinas-herramientas, indica el nombre de la herramienta y los trabajos característicos de cada una de ellas.

2. En las líneas siguientes, escriba qué tipo de rodamientos se utilizan en el torno.

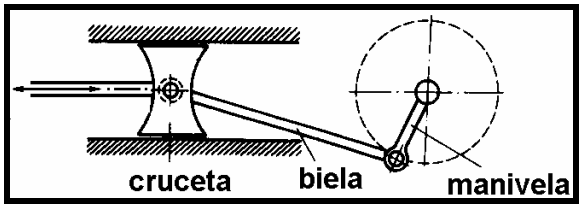
3. Grafique un embrague de dientes de gire en un solo sentido indique el sentido de giro.

4. Con la ayuda del gráfico del taladro de mano, indicar cuáles son los mecanismos que contiene.



5. Explique las ventajas de una caja de velocidades

6. Realice la investigación e indique el funcionamiento mecanismo presentado en la siguiente figura:

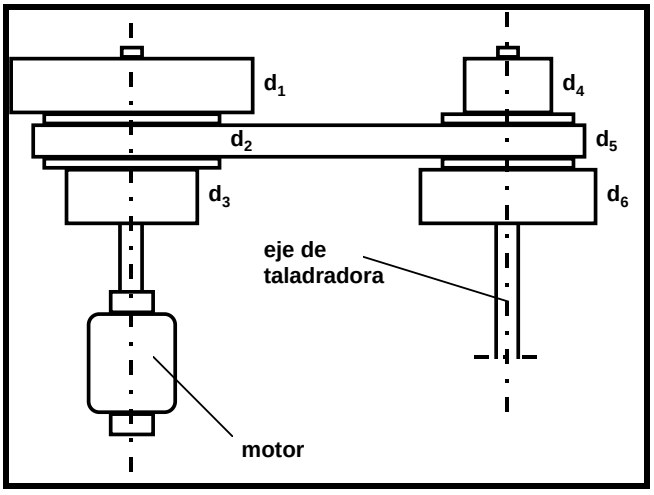


6.4. Biela-manivela. .....

Biela-manivela

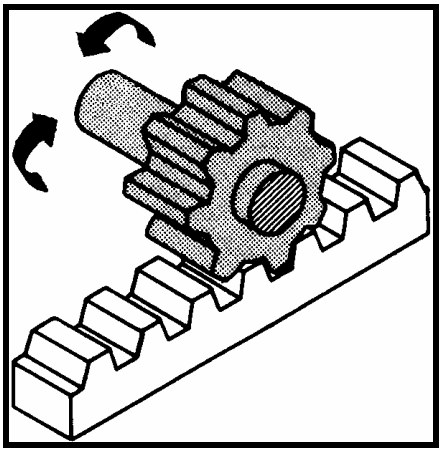
7. Se desea instalar una transmisión que gira a 220rpm movido por un motor cuya polea mide 12cm y gira a 1450 rpm ¿Cuál será el diámetro de la polea de la transmisión?.

8. Queremos que el eje gire a 600 – 900 – 1500 rpm el motor gira a 1600rpm la polea más pequeña del eje del taladro debe ser de 60mm de diámetro calcular los diámetros de las otras poleas.



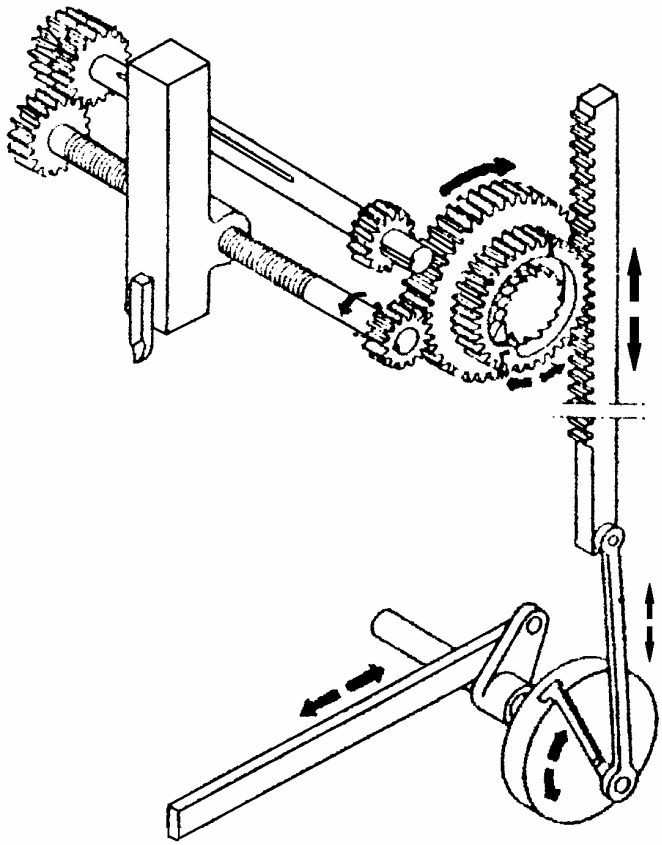
9. Investigar en el taller las máquinas y elementos que contienen un sistema de trinquete.

10. Para la siguiente figura, explicar el funcionamiento de cada uno de los mecanismos, indicando los movimientos principales de cada uno de ellos



EVALUACIÓN

1. *Movimiento de avance de una cepilladora:*



2. *De esta figura anote los cuatro (4) mecanismos que intervienen en este sistema.*

....

....

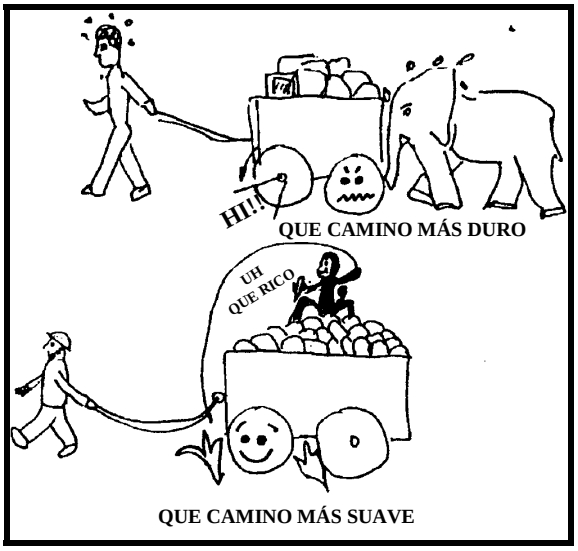
5. LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN

DEFINICIÓN[15]

Los lubricantes se los define como un elemento interpuesto entre una pieza y otra y su función principal es reducir el roce entre dos o más piezas, y el desgaste de la maquinaria en movimiento. Además los lubricantes pueden:

- Protege las superficies de metal contra herrumbre y corrosión.
- Controlar la temperatura y actuar como agentes de transferencia del calor
- Enjuagar y arrastrar contaminantes.
- Transmitir potencia hidráulica.
- Absorber o amortiguar choques.

5.1. PRINCIPIOS DE LUBRICACIÓN



[15] **Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp. 88-92**

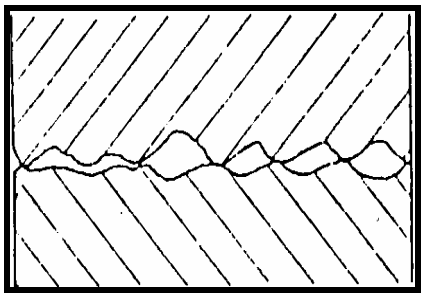


Fig. 5.1 Rozamiento seco.

ROZAMIENTO SECO. En el rozamiento seco a las superficies muy pulidas, al mirarlas a través del microscopio se ve que están formadas por pequeñísimos picos y grietas (rugosidad que interfieren entre si cuando se deslizan una sobre otra), resultando una gran resistencia al movimiento y ocasionando un considerable desgaste. En este caso tendremos un rozamiento en seco. Fig. 5.1

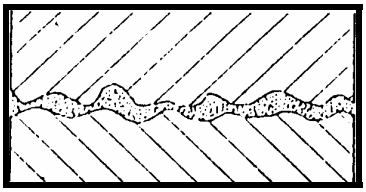


Fig. 5.2 Rozamiento fluido

ROZAMIENTO FLUIDO. Cuando las superficies no se tocan al estar separadas por una película aceite, se evita en gran parte la fricción y el desgaste. En este caso tendremos un rozamiento fluido sin embargo siempre existe cierta fricción ocasionada por la resistencia del mismo fluido a ser cortadas y que llamamos FRICCIÓN FLUIDA. Fig. 5.2

5.2. CLASE DE LUBRICANTES

Lubricante es cualquier sustancia que colada entre dos superficies que se mueven, una con respecto a otra, produce una reducción de la fricción entre ambas.

$$\textit{Clasificacion} \begin{cases} \textit{Solidos} \\ \textit{Fluidos} \begin{cases} \textit{Aceites minerales} \begin{cases} \textit{Parafinicos} \\ \textit{Nalfenicos} \end{cases} \\ \textit{Aceites organicos} \end{cases} \\ \textit{Semisolidos (grasa)} \end{cases}$$

- **LUBRICANTES SÓLIDOS**. Tiene como mecanismo de actuación común el de n adherencia a las superficies. Entre estos elementos están: el grafito, la mica pulverizada, el talco y el azufre que se pueden emplear solo en forma de polvo o mezclados con grasa o aceite.

- **LUBRICANTES FLUIDOS**. Se han utilizado como lubricantes materiales que van desde el oxígeno líquido hasta el vidrio fundido, pasando por el agua y el aire; desde el punto de vista práctico los lubricantes fluidos utilizados son los aceites que se clasifican en:

- **Aceites Orgánicos**. Se extraen de sustancias animales o vegetales y eran los únicos utilizados antes de la operación del petróleo. Estos tipos de aceites se descomponen fácilmente con el calor y a temperaturas bajas tienden a oxidarse; los principales son: aceite de oliva, aceite de palma aceite de castor de origen vegetal; y los aceites de bacalao, ballena, tiburón, etc., de origen animal.

- **Aceites Minerales**. Son las más utilizadas y se dividen en parafínicos y nafténicos.

- **Aceites Parafínicos**. Relativamente estables a temperaturas elevadas tienen una gran proporción de parafina por lo que tienden a solidificarse a temperaturas bajas.

- **Aceites Nafténicos**. Tienen una elevada proporción de asfaltos a ser menos estables que los parafínicos a altas temperaturas pero permanecen líquido a más bajas temperaturas que los anteriores.

- **LUBRICANTES SEMISÓLIDOS**. Son compuestos pastosos que durante la marcha realizan una lubricación líquida. Empleados en movimientos lentos y cuando ha de pasar mucho tiempo sin lubricar. Las grasas son generalmente mezclas de aceites minerales, jabón común, agua y a veces aditivos; por eso se los considera como compuestos de sustancias minerales y vegetales o animales.

5.3. FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES

La creencia general es que el aceite tiene como única misión, reducir el desgaste entre dos superficies en contacto, sin embargo a pesar de ello el rozamiento no se puede anular del todo, produciéndose siempre un calentamiento. Si este calor no se

disipa fácilmente el mismo lubricante puede ayudar a eliminarlo si se crea en abundancia teniendo por lo tanto un efecto refrigerante.

5.4. ADITIVOS.

Son productos que se adicionan a los lubricantes para reforzar una característica natural deseable o impartir una nueva característica. Tomando en cuenta este principio tenemos:

- Aditivos destinados a proteger el lubricante.
- Aditivos que modifican algunas propiedades físicas del aceite base.
- Aditivos que protegen la maquinaria.

5.5. TIPOS DE ACEITES LUBRICANTES.

a) **Aceites minerales puros**. Gran estabilidad contra la oxidación.
b) **Lubricantes para transformadores**. Buena fluidez a bajas temperaturas.
c) **Lubricantes para transmisiones**. Gran estabilidad química.
d) **Lubricantes para transmisiones**. Tipo extrema presión y trabajo pesado soportan elevadas cargas.
e) **Lubricantes para engranajes industriales**. Mejoran la capacidad de carga y resistencia al desgaste.
f) **Lubricantes hidráulicos**. Altamente refinadas con aditivos anticorrosivos.
g) **Aceites lubricantes neumáticos**. Con elementos grasos que les confieren características de adherencias y resistencias al impacto.
h) **Aceites minerales solubles** Auto emulsionantes en agua.

5.6. GRASAS.

Las grasas son compuestas de aceite mineral con un jabón metálico (espesante) y aditivos.

GRASA = ACEITE + JABÓN + ADITIVOS.

UTILIZACIÓN:

- Engrase de mecanismos no adecuados para retener aceites.
- Engrases de mecanismos expuestos al polvo o a la intemperie.
- Engrase de superficies ásperas o sometidas a choque o vibraciones.
- Engrase de mecanismos de difícil acceso donde el lubricante debe permanecer en servicio bastante tiempo.

5.7. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN

a) CUÑA DE ACEITE. Se utiliza cuando la velocidad relativa de las dos superficies es considerable. Fig. 5.3

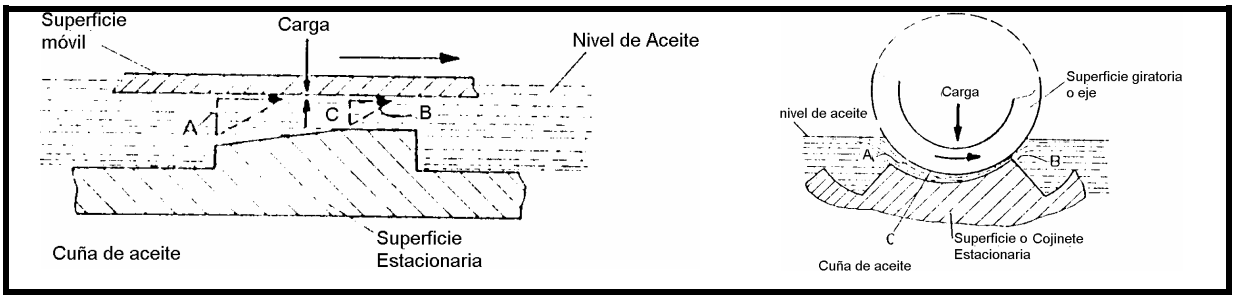


Fig. 5.3

Fuente: Peláez Vara Jesús, máquinas Herramientas, pp 88

5.8. DISPOSITIVOS PARA LUBRICACIÓN POR ACEITE.

a) LUBRICACIÓN POR BAÑO DE ACEITE. Se emplea mucho para las cajas de velocidades de máquinas herramientas y otros mecanismos semejantes.

Consiste simplemente en una caja cerrada dentro de lo cual va el mecanismo que ha de lubricar. Las piezas que giran van sumergidas parcialmente en el aceite y al girar lo van recogiendo comunicando con otros elementos. Fig. 5.4

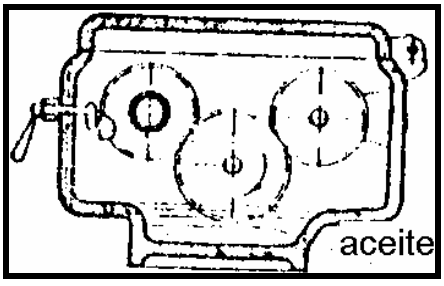


Fig. 5.4

B) LUBRICACIÓN POR BOMBA DE ACEITE. Este sistema de lubricación contiene un depósito de aceite donde va encerrado el mecanismo que ha de lubricarse.

Todo el aceite que va fluyendo de los mecanismos cae al depósito, de allí es recogido por una tubería de aspiración de una bomba, y lo manda por diversas tuberías a los puntos de lubricación, en algunos casos filtrándola previamente.

Un tubo de cristal o una mirilla permite darse cuenta del buen funcionamiento de este sistema. Fig. 5.5

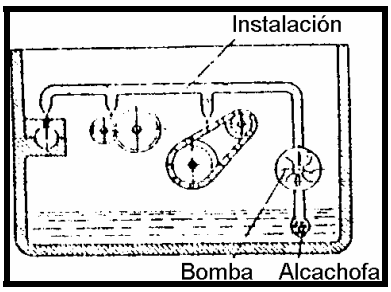


Fig. 5.5

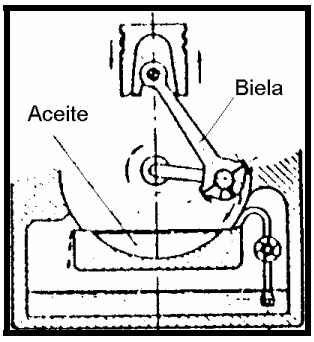


Fig. 5.6

C) ENGRASE POR BORBOTEO. Es una variante de los engrases en cigüeñales: Una cuchara va recogiendo a cada vuelta de una bandeja mantenida por la bomba a nivel constante y así se introduce el aceite en el cojinete. Fig. 5.6

5.9. LA LUBRICACIÓN EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La lubricación cumple un papel fundamental en la conservación de la maquinaria. Su descuido da como resultado daños en la maquinaria y mayores costos.

El avance tecnológico ha llevado a que las líneas productivas cuenten con maquinaria que debe trabajar a velocidades, cargas y rendimientos crecientes y también con precisión y acabados cada vez mejores.

Esto obliga a una tensión casi constante de la maquinaria. El buen comportamiento de los mecanismos están ligada a la adecuada lubricación a fin de lograrla, es función

del DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO, planear la lubricación de forma apropiada y con una frecuencia adecuada.

5.10. LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN EN EL CORTE

Un caso muy particular e importante de lubricación tiene lugar en el corte de metales, al trabajar con una máquina herramienta. Por ejemplo, en el caso de un taladro, la broca desprende calor de rozar fuertemente con la viruta que se está produciendo siendo preciso lubricarla y refrigerarle para conservar el filo de la herramienta, puede darse tres casos:

- Lubricación simple: en el caso de los machuelos al roscar a mano.
- Refrigeración simple: como en la rectificadora.
- Lubricación y refrigeración: es el caso más general en: taladros tornos etc.

SUSTANCIAS EMPLEADAS EN LA LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN

1. **ACEITE DE CORTE**. Son aceites minerales con aditivos sintéticos, vegetales o animales que los hacen muy untuosos, de suerte que aguantan grandes presiones. Se emplean tal como se adquieren en el comercio. Son muy buenos lubricantes y refrigerantes.

2. **ACEITES SOLUBLES O TALADRINAS**. Son aceites compuestos que tienen la propiedad de emulsionarse (diluirse) en el agua en proporciones del 1 al 10% según la calidad y aplicaciones en que se destinen; tienen un poder refrigerante mayor que los aceites de corte pero es mucho menos su poder lubricante.

3. **SUSTANCIAS SIMPLEMENTE REFRIGERANTE**. Son líquidos no lubricantes de baja viscosidad y que conducen bien el calor; los principales son el agua sosa y la llamada taladrina verde. Deben emplearse solo en el trabajo con muelas y con la debida precaución.

4. **OTROS PRODUCTOS**. En caso particular se emplean: petróleo, grasa de cerdo etc.

ELECCIÓN DEL FLUIDO DE CORTE: Ala hora de elegir un fluido de corte hay que tener en cuenta los siguientes factores refiriéndose al lubricante:

- Que permita obtener un buen aspecto superficial de la pieza.
- Que posibilite el empleo de velocidades de corte elevadas.
- Que sea estable, es decir que no se descomponga.
- Que no sea oxidante.
- Que no ataque la pintura de la maquina.
- Que no sedimente por las tuberías.
- Que no sea tóxico.
- Que no sea inflamable.
- Que no sea infeccioso.
- Que sea económico.

Como podemos darnos cuenta no resulta fácil decir sobre la elección del fluido de corte.

Es norma de prudencia informarse por las casas fabricantes que se estime como: solventes, los productos indicado para cada caso concreto.

Es también muy aconsejable hacer algunas experiencias sobre máquinas, para evitar sorpresas desagradables.

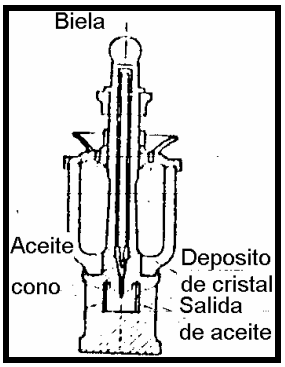
ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Realice un listado de los lubricantes sólidos semisólidos y fluidos que se utilizan en los diferentes talleres.

2. Anote un ejemplo concreto de utilización de cada uno de los tipos de aceite lubricantes expuestos anteriormente. (Investigación).

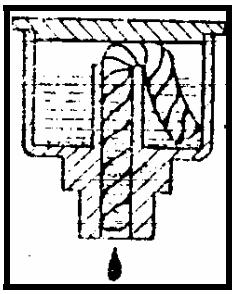
3. Anote un ejemplo de los mecanismos en donde utilizamos grasas.

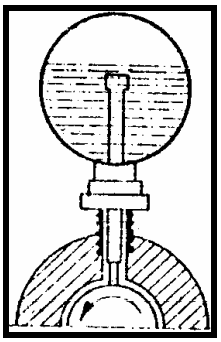
4. En los gráficos siguientes anote el funcionamiento de cada uno de los engrasadores.



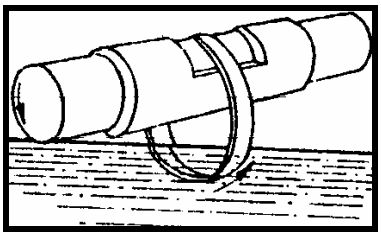
a)Engrasador de copa.

b)Engrasador de mecha:



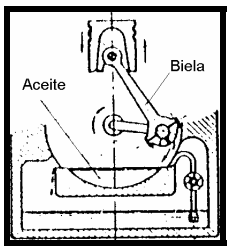


c) Engrasador de botella:

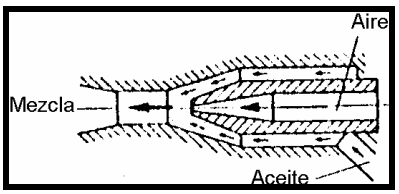


d) Engrasador de anillo.

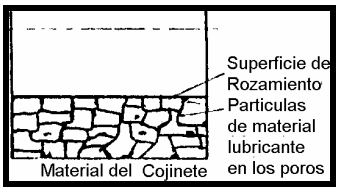
e) Engrase por borboteo .



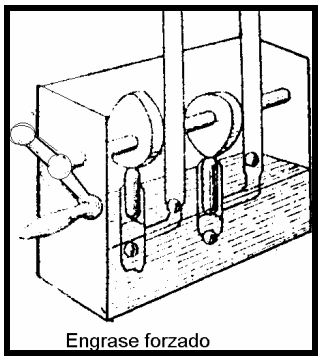
f) Engrase por nube de aceite.

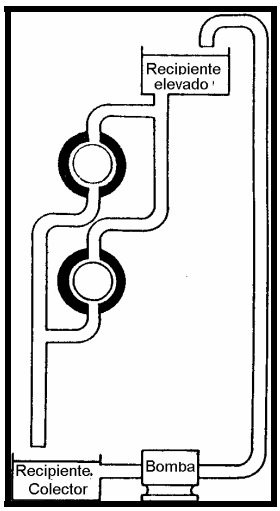


g) Engrase por cojinete poroso.



h) Engrase forzado

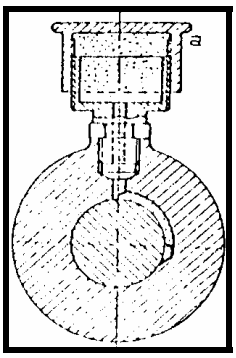




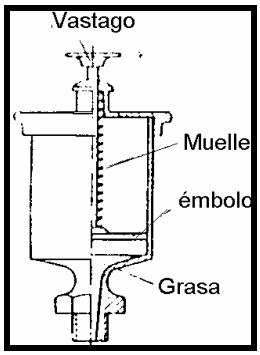
i) Lubricación por irrigación

5. Analice los diferentes gráficos los cuales representan un dispositivo de lubricar con grasa y en los lugares en blanco escriba su funcionamiento (investigación).

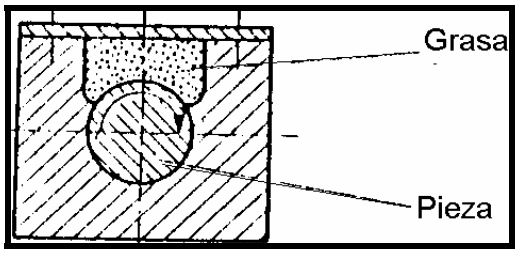
6. DISPOSITIVOS PARA LUBRICACIÓN CON GRASA.



a) Engrasador tipo Stauffer.

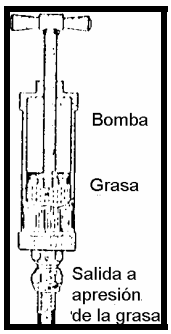


b) Engrasador por grasa consistente:



c) Engrasador por cámara de grasa.

d) Engrase por Presión (bombas manuales)



EVALUACIÓN

1. Llene los lugares en blanco con las frases adecuadas.

llamamos lubricantes semisólidos a las ..... que son generalmente mezclas de..... y a veces .....

2. Anote 3 lubricantes, 1 sólido, 1 fluido y 1 semisólido que se pueden utilizar en el taller.

.....
.....
.....

3. Además de reducir el desgaste entre dos superficies en contacto, los lubricantes cumplen las siguientes funciones.

.....
.....
.....
.....
.....

4. Indique que tipo de lubricantes se utiliza en una caja de velocidades de un torno.

.....
.

Anote el tipo de lubricante que se usa en las guías de una fresadora.

.....
.

Cual es el tipo de lubricante utilizado en una rectificadora.

.....
.

5. Anote los diferentes dispositivos de lubricación empleados en una

limadora	torno	fresadora
.....	.....	
.....		
.....	.....	
.....	.....	.....
.....		

5. Anote en que sistema de mecanizado utilizamos los siguientes elementos.

ACEITE DE CORTE	TALADRINA
.....	
.....	
.....	
.....	

6. AFILADO DE HERRAMIENTAS DE CORTE

6.1. GENERALIDADES[16]

Al momento de pensar en el mecanizado de una pieza debemos tener en cuenta el correcto afilado de la herramienta para obtener un alto rendimiento.

Las diferentes formas de afilar una herramienta dependen de varios factores como son principalmente:

- material de la pieza a mecanizar
- tipo de trabajo a realizar: torneado, fresado, cepillado, taladrado.
- tipo de operación a realizar: desbaste, acabado.
- material de la herramienta de corte: acero rápido, WIDIA, etc.

Todos estos factores y otros más que se presentan de acuerdo al caso influyen para que se elija un tipo adecuado de afilado.

A continuación presentamos una forma de afilar determinadas herramientas de corte.

6.2. ÁNGULOS, SUPERFICIES Y ARISTAS DE CORTE.

Ángulo de incidencia principal "A": es el ángulo agudo formado por una perpendicular bajada desde el elemento cortante "O" al plano de la base y la cara de incidencia (superficie de incidencia).

Para la verificación de este ángulo cogeremos como superficie de referencia del plano paralelo, al plano de la base de la herramienta, que pasa por el elemento cortante "O", siendo entonces el valor del ángulo a medir de 90° - 6° = 84°
Una vez que se ha afilado el ángulo de incidencia principal queda determinada, al mismo tiempo, la superficie de incidencia principal.

---

[16] Gil Tello Tomás, Manual de Preparación, pp. 21-26

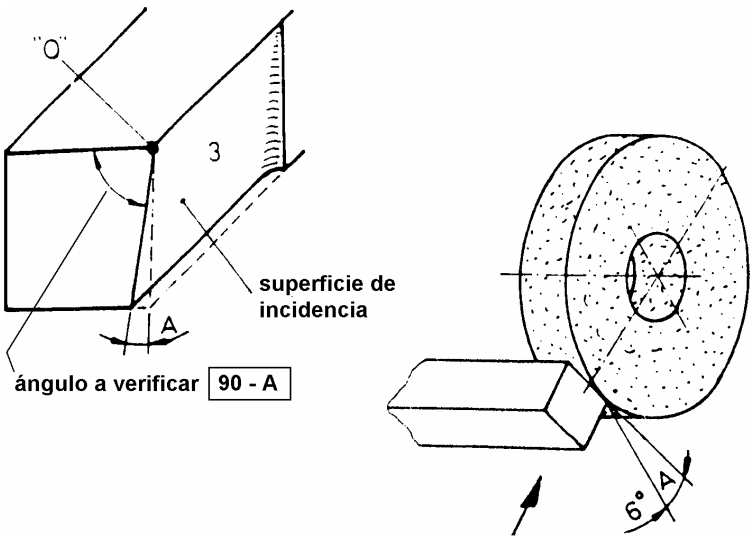


Fig. 6.1 Ángulo de incidencia principal. Superficie de incidencia principal

Ángulo de incidencia secundaria "B": es el formado por una perpendicular bajada desde el elemento cortante "O" al plano de la base y la dirección de la cara de incidencia secundaria (superficie de incidencia secundaria). La medición se realiza tomando como referencia el plano de la base. El valor del ángulo a verificar será:

$$(90 + B) = 90° + 6° = 96°$$

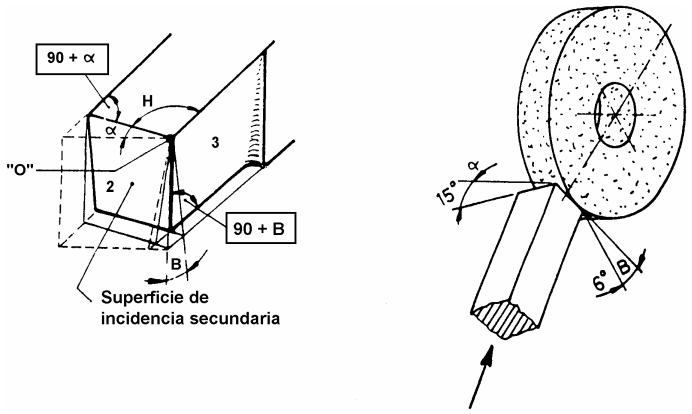


Fig. 6.2 Ángulo de incidencia secundario "B". Superficie de incidencia secundaria

Ángulo de desprendimiento "C": es el ángulo formado por una paralela al plano de la base pasando por el elemento cortante "O" y la superficie de desprendimiento. Para verificar este ángulo, cogemos como referencia la superficie de incidencia. El valor del ángulo a verificar es de:

$$(90 - \text{"A"} - \text{"C"}) = (90° - 6° - 20°) = 64°$$

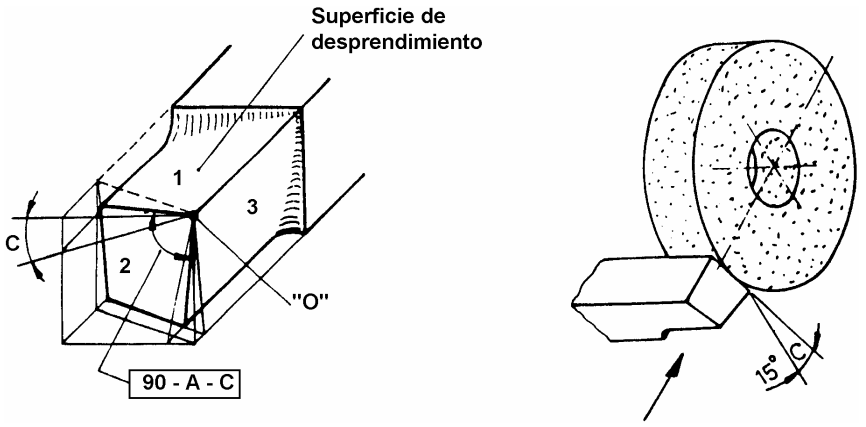


Fig. 6.3 Ángulo de desprendimiento. Superficie de desprendimiento

6.2.1. INFLUENCIA DE LOS ÁNGULOS

α = ángulo de despullo (alfa)

β = ángulo de filo (beta)

γ = ángulo de ataque (gama)

ε = ángulo de punta (épsilon)

κ = ángulo de posición (kapa)

λ = ángulo de inclinación (lambda)

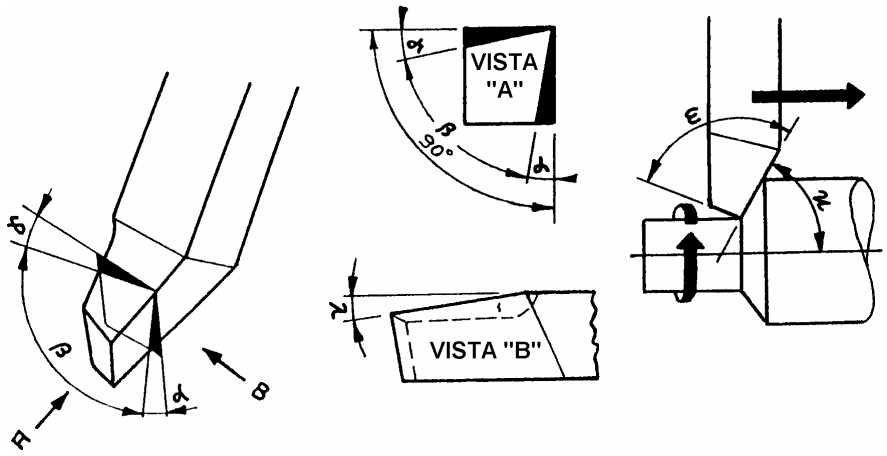


Fig. 6.4 Influencia de los ángulos

Ángulo de filo β (beta)

Las cuchillas de corte con ángulo de filo pequeño penetran fácilmente en el material pero con materiales duros también se rompen con facilidad.

Ángulo de ataque γ (gama)

Influye en la formación de la viruta y en la fuerza de corte. Su magnitud va de + 30° hasta 5° y depende del material de la pieza a mecanizar y de la herramienta.

Grande: buena salida de la viruta, fuerza de corte pequeña

Pequeño o negativo: fuerza de corte grande, gran resistencia de la cuchilla.

Ángulo de despullo α (alfa)

Reduce la fricción entre la pieza y la herramienta: 5° a 12°
Él debe ser tanto mayor cuanto más blando y dúctil sea el metal y cuanto mayores sean el diámetro y el avance.
Cuanto mayor sea alfa más basta será la superficie del corte.

Ángulo de la punta ε (épsilon)

Cuanto mayor sea épsilon mayor será el calor descargado, ya que también es mayor la cantidad de material de la herramienta fuera de la zona de corte. Esto alarga la vida útil de la herramienta ya que cuanto menor sea la influencia del calor sobre el filo más lentamente se embotará.

Avance pequeño, hasta 1 mm. (épsilon = 90°)
Avance grande, más de 1 mm. (épsilon > 90°)

Ángulo de posición κ (kapa)

Influye en la distribución de las fuerzas de corte, en la forma de la viruta y en la vida útil de la herramienta. La magnitud de capa debe fijarse entre 30° y 90°.

Es conveniente capa 45°

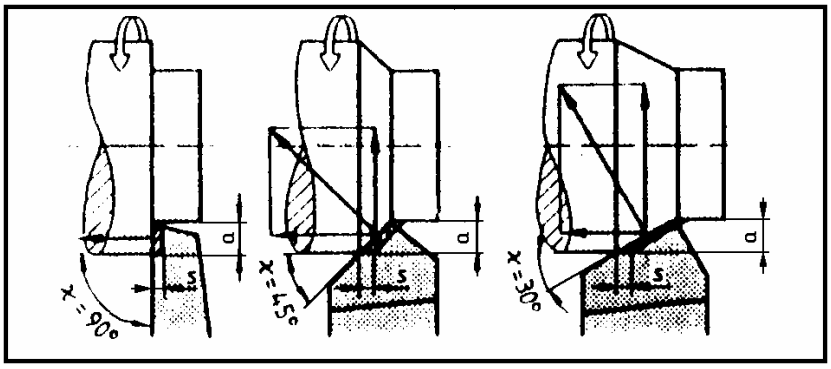


Fig. 6.5 Influencia del ángulo de posición sobre la dirección de las Fuerzas de corte y sobre la forma de la sección de viruta. Ángulos de posición pequeños producen formas favorables de la Sección de la viruta pero esfuerzos radiales altos.

Ángulo de inclinación λ (lambda)

Se ofrece el desprendimiento de la viruta y la duración de la herramienta cuando el filo está inclinado hacia la pieza a mecanizar.

Con grandes cargas, grandes ángulos de inclinación $\angle \lambda = 0° - \pm 10°$

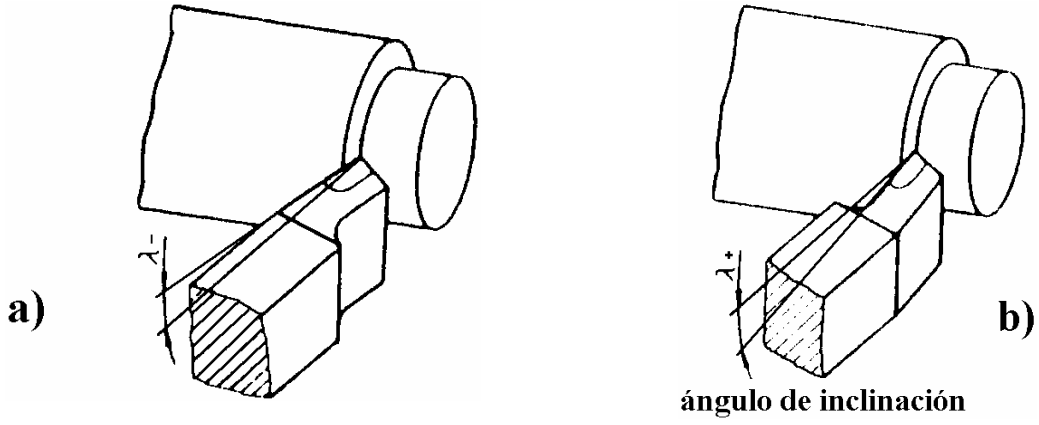


Fig. 6.6 a) $\angle \lambda$ Negativo (-) la viruta se enrosca hacia la pieza a mecanizar

b) $\angle \lambda$ Positivo (+) la viruta se enrosca hacia la pieza a mecanizar

TABLA # 6.1[17]

VALORES DE ALFA, BETA Y LAMBDA PARA HERRAMIENTAS EN HSS (ACERO RÁPIDO)

$\alpha\ \beta\ \lambda$

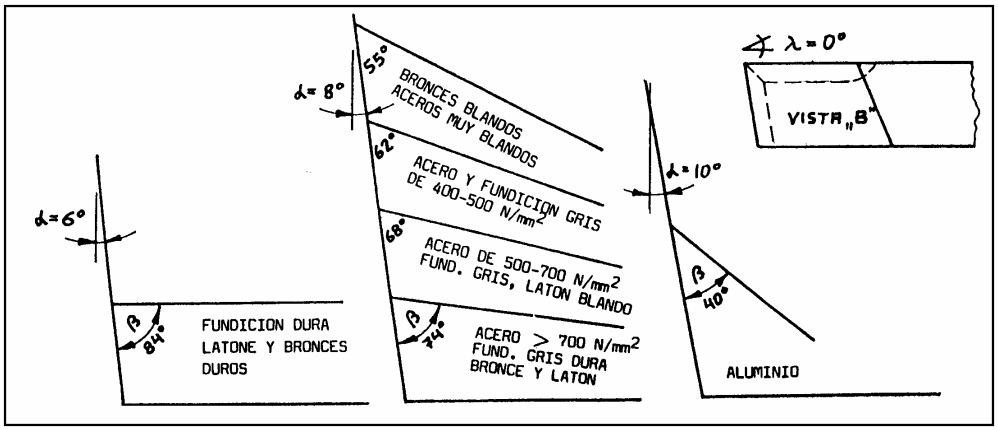
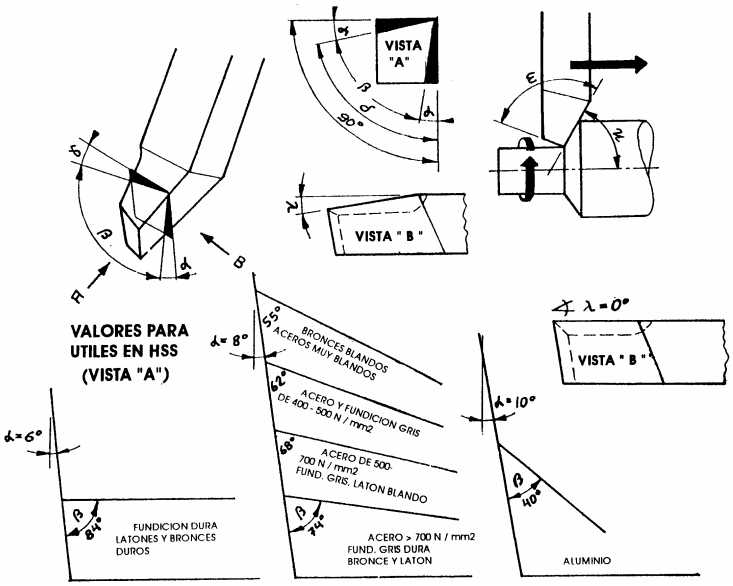


TABLA # 6.2

ÁNGULOS EN LA HERRAMIENTA DE TORNOS Y CEPILLADORAS



[17] **Gil Tello Tomás, Manual de preparación y medidas de trabajo pp. 32-35**

6.2.2. ÁNGULOS DE POSICIÓN E LA PUNTA

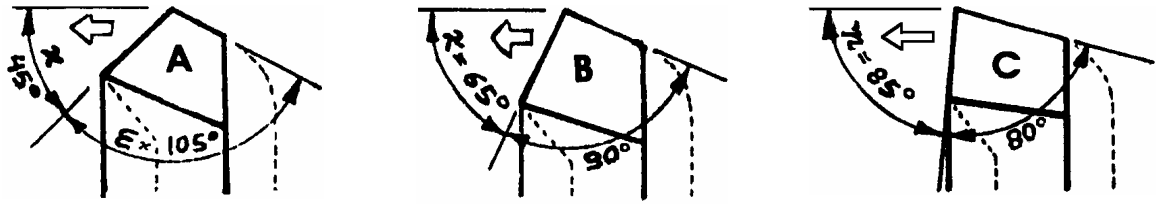
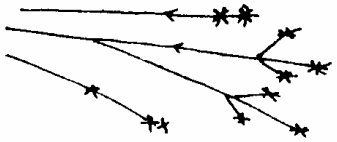
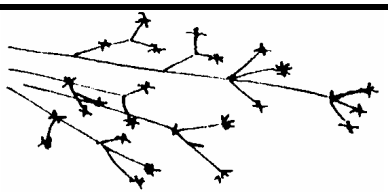
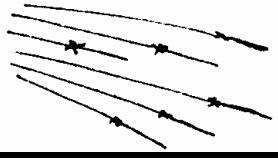


Fig. 6.7 Ángulos de Posición de la Punta

6.2.3. DETERMINACIÓN DEL MATERIAL DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE[18]

Tabla. 6.3

MATERIAL	ASPECTO DE LAS CHISPAS	CARACTERÍSTICAS
Acero de herramienta aleado		Estelas de rojo oscuro con formación de estrellas al fin de las estelas
Acero de herramienta no aleado		Chispas típicas, amarillo blancuzco ramificados
HSS		Rayas finas rojas se terminan en gotitas claras. Poco de estrellas.
Metal duro		Poco de chispas cortas, de color naranja, sin formación de estrellas.
Acero de construcción		Estrellas largas de color amarillo paja, poco de estrellas.

[18] **Gil Tello Tomás, Manual de preparación, y Medidas de Trabajo, pp. 38-40**

NORMAS GENERALES DE AFILADO PARA HERRAMIENTAS SOLDADAS

a) superficie de salida
b) superficie de incidencia de la arista lateral
c) caras lapidadas
d) superficie de incidencia de la arista principal
e) rompe viruta

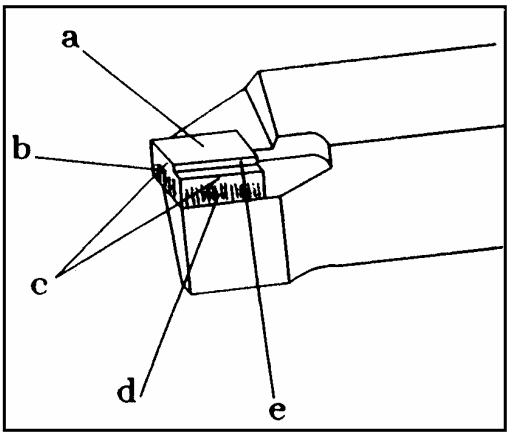


Fig. 6.8 Afilado perfecto = Alto rendimiento

Para un perfecto afilado se necesita sobre todo una afiladora rígida, libre de vibraciones y dotada de una mesa regulable con precisión para indicar ángulos.

El desbaste de la placa puede ser hecho con una piedra de carburo de silicio. El afilado final o acabado debe ser hecho con piedra diamantada.

Las piedras deben estar limpias para mantener su máxima capacidad de corte.

La dirección del sentido de giro debe ser en contra a la arista cortante, de preferencia con un ángulo de 90°.

Después de un afilado en seco, la herramienta debe ser enfriada lentamente de manera natural, nunca debe sumergirse en un líquido frío.

6.3.1. SECUENCIA DE OPERACIONES DE AFILADO DE HERRAMIENTAS SOLDADAS

A: Herramientas muy desgastadas o deterioradas:

- desbaste del mango debajo de la pastilla.
- desbaste de la pastilla
- superficie de incidencia
- ángulos de incidencia:
  mango = 10° - 12°
  pastilla = 7° - 10°
  cara lapidada = 5° - 7°

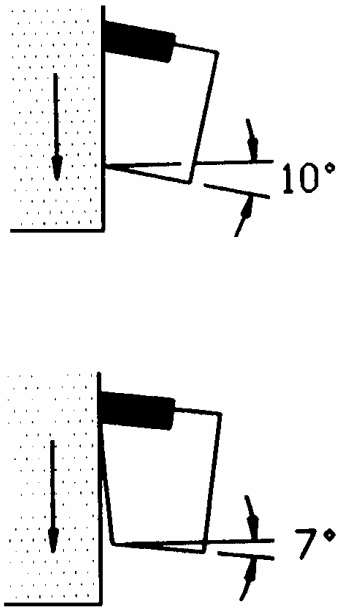


Fig. 6.9 Secuencia de afilado

B: Herramientas con desgaste normal leve, acabado de herramientas ya desbastadas

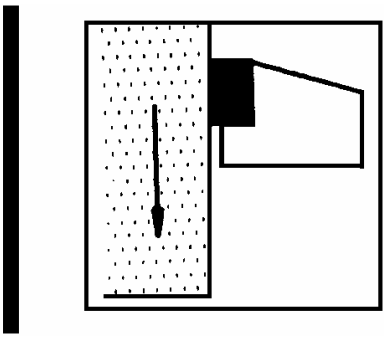


Fig. 6.10 Acabado de la Superficie de Salida

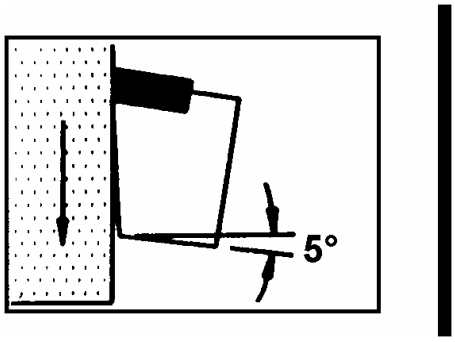


Fig. 6.11 Lapeado de la Superficie de Incidencia y del Radio de Punta

- **RADIO DE PUNTA:**

- Para acabado de acero: 1,2 - 2 veces el avance.
- Para desbaste de acero: 3 - 4 veces el avance.
- Para fundición: radio mayor que para el acero.

Un asiento con ángulo mayor que el ángulo de salida facilita tanto un afilado como una eventual alteración del ángulo de salida y mantenimiento del espesor de la placa durante un mayor número de reafilados.

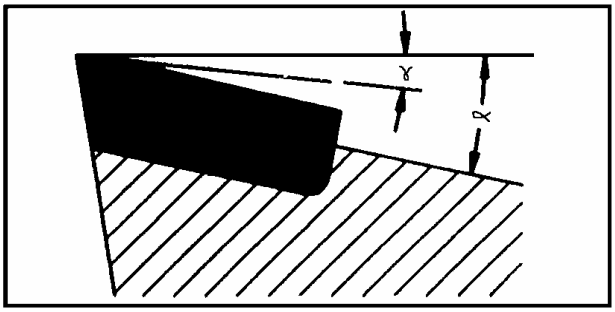


Fig. 6.12 Ángulo de salida. Ángulo de asiento

C: Lapeado manual de la arista cortante (redondeamiento)

Cuando las herramientas para pequeñas profundidades de corte y para acabados son afilados deben ser lapeados levemente. Para otros desbastes más fuertes el lapeado o redondeamiento de la arista de corte debe ser más pronunciado, de acuerdo con las conclusiones de trabajo.

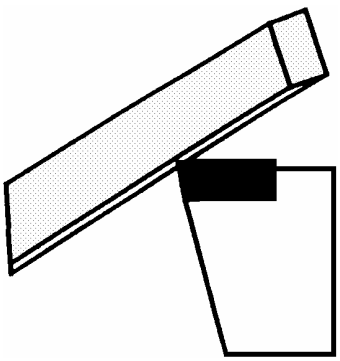
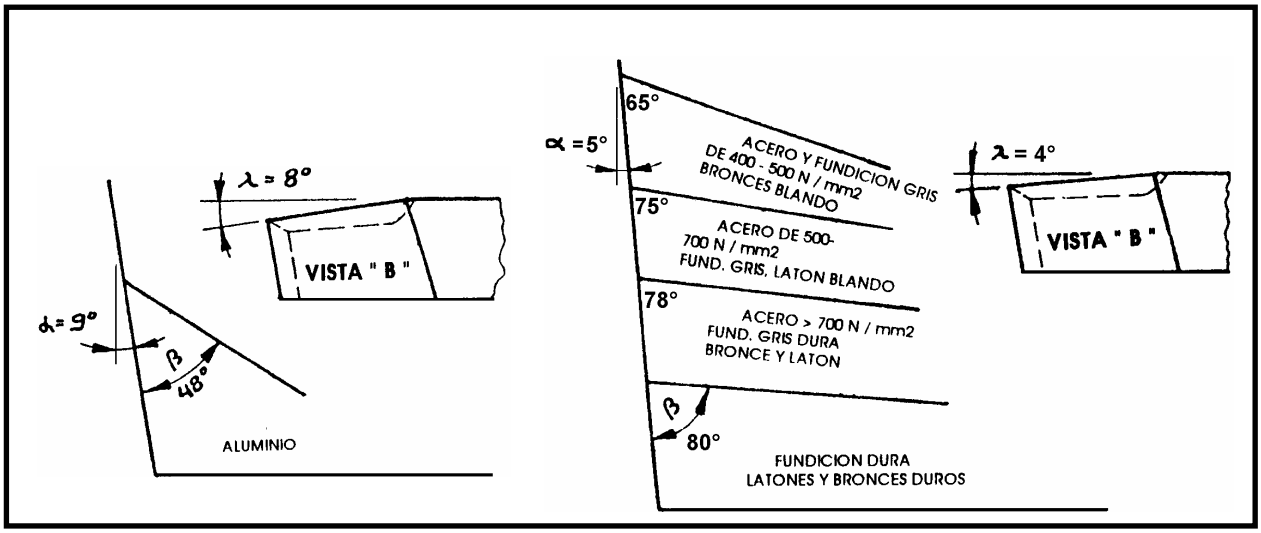


Fig. 6.13 Lapeado de una arista cortante:

- Piedra manual de carburo de silicio
- Lima diamantada

Tabla # 6.4

VALORES PARA HERRAMIENTAS EN METAL DURO (VISTA "A")[19]



6.4. PRACTICAS PARA EL AFILADO DE HERRAMIENTAS DE CORTE

6.4.1. PRECAUCIONES GENERALES ANTES DEL AFILADO

- Verificar el buen estado de las muelas antes de encender el esmeril.
- Utilizar gafas protectoras.
- Observar las posiciones y orden correcto de afilado.
- Las herramientas de HSS deben refrigerarse constantemente para no quemar el filo de corte.
- Para afilar herramientas de metal duro utilice la muela adecuada para el caso.

Si se toman en cuenta todas estas precauciones y se sigue un ordenamiento en las fases de afilado se obtendrán excelentes resultados.

[19] **Gil Tello Tomás, Manual de Preparación y medidas de trabajo, pp. 41-43**

HOJA DE PROCESO DEL AFILADO DE HERRAMIENTAS DE CORTE

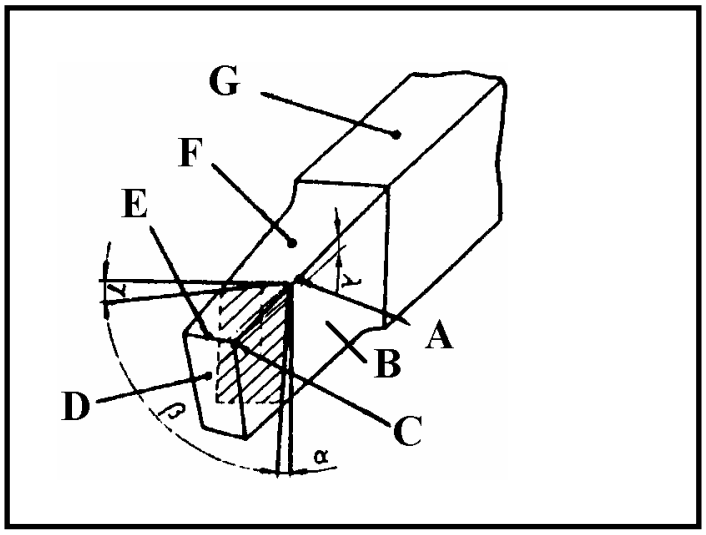
Tabla 6.5

Material de la herramienta:	**PRÁCTICA Nº**	**Material de la pieza a trabajar:**
Tipo de muela:		**Tipo de operación:**
Refrigerante:		**Desbaste: .....** **Acabado: .....**

FASE	**OPER.**	**DESIGNACIÓN**	**CROQUIS**	**ÚTILES**	**EVALUACIÓN**	
					PROF	**ALUM**
	OBSERVACIONES:					
				NOTA FINAL		

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Realice la designación de la superficie y filos de las herramientas de corte.



A. .....
B. .....
C. .....
D. .....
E. .....
F. .....
G. .....

2. Responda el siguiente cuestionario:

- ¿A qué se denomina una herramienta de corte?

.....
.....
.....
.....

- Por medio de un gráfico indique las superficies aristas y ángulos que puede tener una herramienta de corte para torno. (CILINDRADO).

- Establezca los valores de alfa (α), beta (β), lambda (λ), para una herramienta de HSS, para mecanizar un acero de 500 a 700 N/mm^2 de resistencia.

---

7. PARTES PRINCIPALES Y FUNCIONAMIENTO DEL TORNO PARALELO

7.1. DEFINICIÓN

El torno es una máquina - herramienta en la cual la pieza que se ha de mecanizar tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje, mientras que la herramienta tiene el movimiento de penetración y avance.

7.2. PARTES PRINCIPALES

Entre las partes principales del torno paralelo podemos distinguir: la bancada, el cabezal fijo, el delantal y el contrapunto o punto móvil (Fig. 7.1).

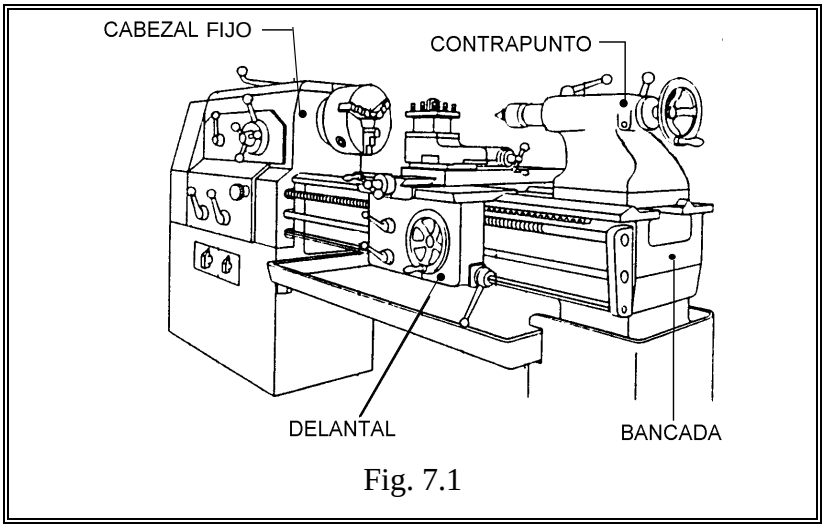


Fig. 7.1

7.2.1. Bancada. La bancada del torno sostiene todos los órganos de la máquina, es de fundición rígida y robusta. En la parte superior de la bancada se encuentran dos guías prismáticas que aseguran el alineamiento entre el cabezal, el carro y el contrapunto.

Entre el asiento *A* del cabezal y las guías *B* del carro y del cabezal móvil, se encuentra frecuentemente un vaciado o escote *S* que permite aplicar al husillo platos para piezas de gran diámetro (Fig. 7.2).

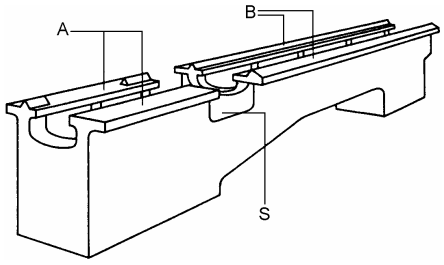


Fig. 7.2

7.2.2. Cabezal. El cabezal reúne los órganos que reciben el movimiento del motor y lo transmiten a la pieza a trabajar. El movimiento rotativo de trabajo se transmite del motor al husillo por medio de un sistema de poleas y correas o a través de su sistema de engranajes.

Normalmente está formado por una caja de fundición que va atornillada sobre el extremo izquierdo de la bancada. El eje principal es hueco y va apoyado en cojinetes de bronce, el eje tiene un extremo de trabajo que sobresale del cabezal y se denomina husillo, roscado exteriormente para acoplar unos platos de sujeción o de arrastre. El interior del husillo es cónico, según las normas de los conos morse, para poder acoplar en él una pieza denominada punto. La (fig. 7.3) muestra la disposición de conjunto de elementos que intervienen en el:

En el árbol 1 tenemos: A Polea.

B Embrague para arrancada suave.

C Freno de fricción para frenar rápidamente la máquina.

D Tren de engranajes fijos.

En el árbol estriado 2 tenemos:

E Cuatro engranajes conducidos, deslizables por el eje.

F Dos engranajes conductores, deslizables por el eje.

En el árbol 3 tenemos: G Dos engranajes conducidos fijos.

Las cuatro posibilidades de acoplamiento entre el árbol 1 y el 2 y luego entre el árbol 2 y el eje 3 permiten obtener para esta disposición 4 x 2 = 8 velocidades para la misma marcha del motor.

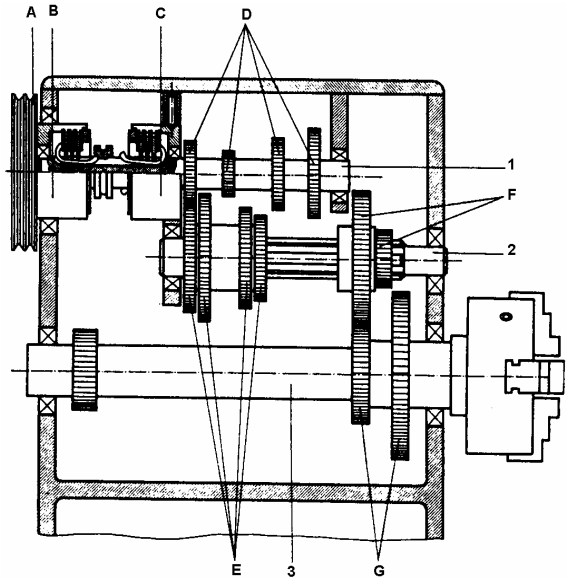


Fig. 7.3

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica 2-1, pp 298

7.2.3. Delantal. Lleva en su parte interior los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y a mano del carro principal y transversal, para obtener estos avances se embraga la barra de cilindrar *B*; para las operaciones de roscado se embraga la barra de roscar V. (Fig. 7.4).

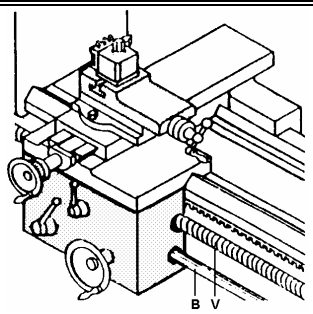


Fig. 7.4

Sobre el delantal van montados los diferentes carros que dan el movimiento a la herramienta:

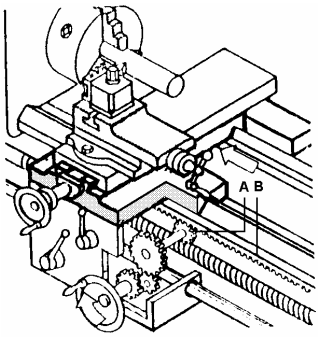


Fig. 7.5

7.2.3.1. Carro Longitudinal: Se mueve a lo largo de las guías de la bancada. Su movimiento se obtiene ya sea a mano o automáticamente por medio de una transmisión por engranajes *A* y cremallera *B*. (Fig. 7.5)

7.2.3.2. Carro Transversal: El carro transversal está unido al carro principal por una guía en cola de milano *C*. Su movimiento perpendicular a las guías de la bancada se sostiene por tornillo y tuerca. El movimiento del carro transversal puede ser regulado a mano actuando sobre el volante *D*, o bien automáticamente, mediante transmisión de engranajes. Un tambor graduado *E* permite leer con precisión el deslizamiento transversal de la herramienta. (Fig. 7.6).

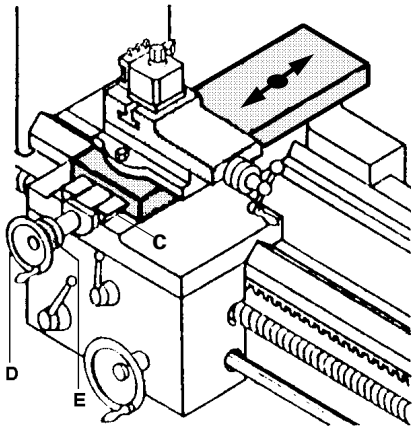


Fig. 7.6

7.2.3.3. Carro Superior: Sobre el carro superior se fija el portaherramientas F. La plataforma G gira alrededor de su eje vertical y soporta al carro superior que se mueve a lo largo de sus guías de cola de milano y permite orientar así la herramienta en cualquier dirección en el plano horizontal. (Fig. 7.7)

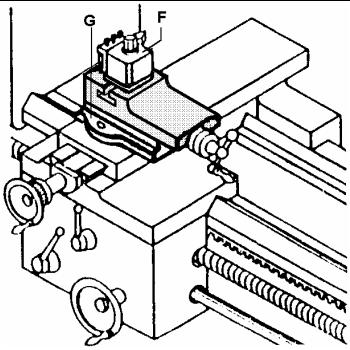


Fig. 7.7

7.2.4. Contrapunto o Cabezal móvil [20]**:** Está situado sobre la bancada en el extremo opuesto al cabezal fijo y sirve para sostener la pieza a trabajar fijada al husillo.

Está formado por una placa de apoyo *A* (Fig. 7.8), que puede moverse a lo largo de las guías de la bancada y de un soporte *B* que puede experimentar pequeños desplazamientos transversales a las guías, estos desplazamientos se realizan con el tornillo *C*; la palanca *D* bloquea el cabezal móvil sobre las guías de la bancada.

Los desplazamientos del contrapunto se efectúan mediante un tornillo y una tuerca. El tornillo gira sin desplazarse y es accionado por el volante *G*. El punto fijo *I* se fija a un alojamiento cónico del extremo del manguito. La palanca *N* fija el manguito *L* al cuerpo del cabezal móvil. La extracción del contrapunto *I* de su alojamiento cónico se efectúa llevando a final de carrera el propio manguito.

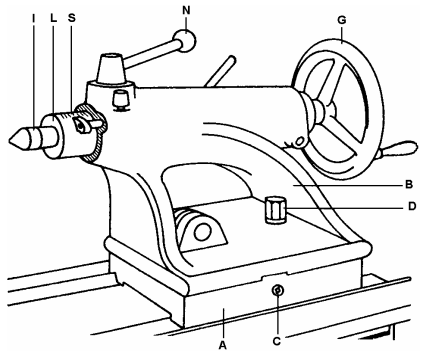


Fig. 7.8

7.3. FUNCIONAMIENTO DEL TORNO MEUSER[21]

Para poner en marcha o en funcionamiento el torno paralelo Meuser, primero se identificará cada una de sus partes. Para esto nos guiaremos en la Fig. 7.9.

A. Palanca de contra marcha. Tiene dos posiciones: la posición 1 para velocidades rápidas y la posición 2 para velocidades lentas.

B. Palanca doble. Para conectar el mecanismo para el cambio de velocidades dentro del cabezal fijo.

C. Palanca para roscar. Tiene dos posiciones: la posición 1 para roscado rápido y la posición 2 para roscado normal.

---

[20] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 298-312**
[21] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica, pp. 315-319**

D. Palanca para invertir el movimiento de rotación del eje de roscar (1) y del eje para los avances automáticos (2).

E. F, G. Palanca para conectar los movimientos del eje de roscar (1) y del eje para los avances automáticos (2).

H. Tapa lateral. Dentro de esta se encuentra la lira, la cual nos sirve para realizar los diferentes tipos de roscas, mediante la combinación de sus diferentes ruedas dentadas.

I. Interruptor principal. Nos sirve para prender y apagar el motor de la máquina.

J. **J'.** Palanca para conectar y desconectar el embrague. Tiene tres posiciones: hacia abajo hace girar al husillo principal (V) en sentido anti horario; hacia arriba hace girar al husillo principal en sentido horario y su posición central que mantiene desconectado el embrague.

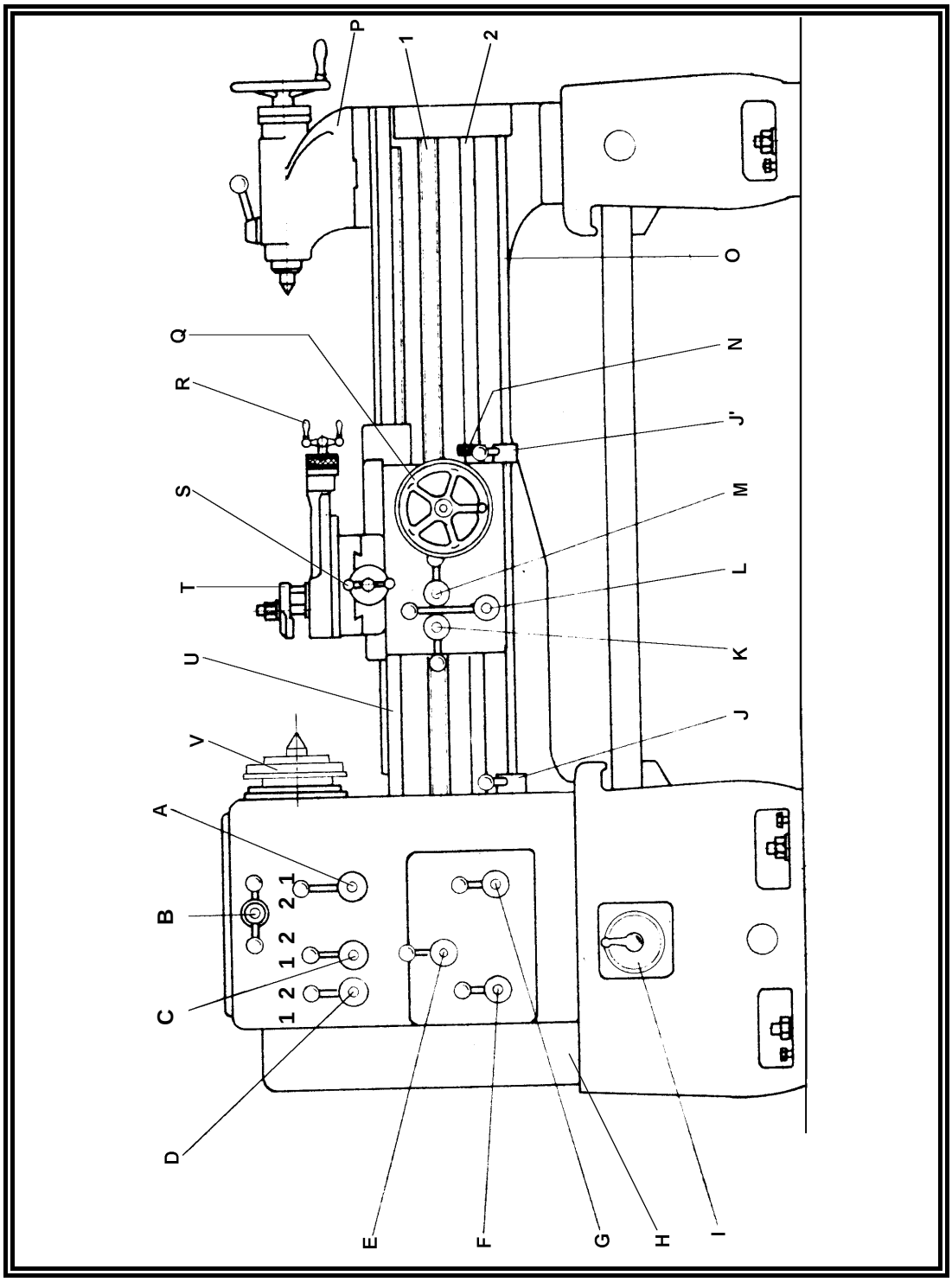


Fig. 7.9

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica 2-1, pp 318

K. Palanca para conectar el avance de roscar.

L. Palanca para conectar el avance automático longitudinal y transversal.

M. Palanca para conectar los avances automáticos. Tiene tres posiciones: hacia arriba conecta el avance transversal; hacia abajo conecta el avance longitudinal y en su posición central desconecta los avances automáticos.

N. Rueda moleteada para ajustar el tornillo de báscula (L), para desembrague automático.

O. Eje donde se encuentran acopladas las palancas J - J'.

P. Cabezal móvil o contrapunto.

Q. Volante que acciona el movimiento manual del carro longitudinal.

R. Manija que acciona el movimiento manual del carro superior.

S. Manija que acciona el movimiento manual del carro transversal.

T. Portaherramientas.

U. Guías de la bancada.

V. Husillo principal de la máquina, en el cual puede acoplarse el plato universal o autocentrante, el plato de garras independientes o el punto fijo.

PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA

PRIMERA OPERACIÓN. Haga lo siguiente:

- Revise que el pulsante "marcha", ubicado en la parte posterior debajo del motor, se encuentre accionado.

- Conecte el interruptor principal (I) situándolo en la posición 1. Debe asegúrese que las palancas J - J' se encuentren en la posición central.

- Verifique que la palanca (A) se encuentre en la posición 1.

- Accione hacia abajo la palanca J o J'; observe la posición de la palanca C y anote el número de revoluciones por minuto del plato universal. (Además anote el sentido de giro del mismo).

- Regrese la palanca J o J' a la posición central.

SEGUNDA OPERACIÓN. Haga lo siguiente:

- Cambie la palanca A a la posición 2.

- Accione hacia arriba la palanca J o J', anote el número de revoluciones del plato universal. (anote el sentido de giro del mismo).

- Regrese la palanca J o J' a su posición central.

IMPORTANTE: Debe recordar que todas las palancas deben ser conectadas solamente cuando la marcha del torno se acaba o este está parado.

7.4. LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO[22]

La lubricación y mantenimiento más apropiados son uno de los factores más importantes para asegurar un funcionamiento sin perturbaciones. Además es la mejor manera para prolongar la durabilidad de la máquina.

La máquina está provista de unos cristales de observación del nivel del aceite en el cabezal fijo y en el delantal. Dicho nivel de aceite debe estar siempre en la mitad (Fig. 7.10a).

La lubricación del cabezal fijo y de la caja de avances se efectúa por medio de una bomba de ruedas dentadas, montada en el cabezal fijo y por un filtro intercalado. El funcionamiento de la bomba puede ser observado por el indicador de aceite que se encuentra sobre la tapa del cabezal fijo.

La lubricación del cabezal móvil, de las guías y las vías deslizantes del soporte superior, así como el cojinete colgante para la barra de avances, el husillo principal y la barra conmutador; además de cantidad necesaria de lubricante lo tenemos en la fig. 10.b.

IMPORTANTE: Tener la máquina limpia, engrasarla, manejarla correctamente y dominar el trabajo; protegen de averías y garantizan un trabajo intachable y exactísimo.

[22] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 325-329**

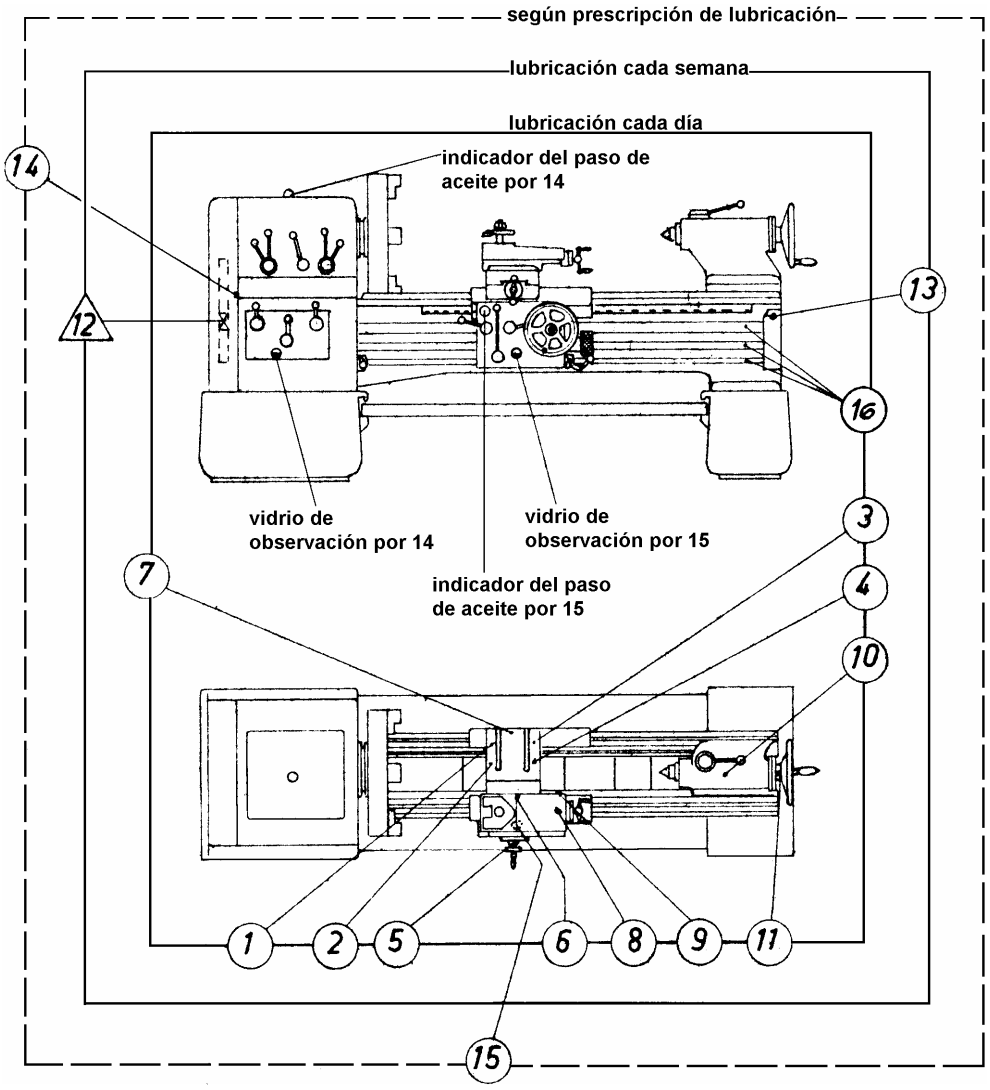


Fig. 7.10ª

Fuente: Tomás Vidondo,Tecnología Mecánica 2-1, pp 326

Frecuencia de lubricación	Sitio de lubricación N°	Cantidad de lubricación					Observación
cada día	1-11,16	3-4 golpes de la prensa de lubricación					
cada semana	12	llenar de grasa de rodamiento					
cada semana	13	rellenar					
		renovar el aceite, cantidad en litros					
		OEL/ 01	IL	IIL	IIIL	IVL	
todos los 6 meses	14	6	7	9	12	15	
todos los 6 meses	15	2,5	3	3	4	5	

Fig. 7.10b

Se recomienda el empleo de:

Casa productora:	Marca de aceite o de grasa	Viscosidad o punto de goteo
Deutsche Shell AG Hamburg	Aceite de relleno para el cabezal y la caja de distribución	
	Interior y extranjero: Tellus 23	Viscosidad: 2,5° E/50°C
	Aceite de relleno para la caja del mecanismo del embrague:	
	Interior: Voltol aceite de engrase IV Extranjero: Tellus 41	Viscosidad: 8,5° E/50°C
	Aceite de engrase para el carro de bancada: (solamente los tipos MVI, MVIb, MVIIS y MVIIIS	
	Interior y extranjero: Tonna 72	Viscosidad: 13° E/50°C
	Grasa lubricante para las ruedas de cambio y soportes de los motores	
	Interior y extranjero: Shell Alvania grasa 2	Punto de goteo: 185° C

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Luego de haber realizado la primera y segunda operación, realicen un comentario sobre las diferencias de dichas operaciones.

2. A continuación y con las indicaciones dadas en las operaciones anteriores, proceda a realizar los cambios de posiciones de las palancas A y C para cada una de las R.P.M. del plato universal

3. Después de haber realizado las prácticas en el cabezal fijo o caja de velocidades, se procederá a trabajar sobre los diferentes carros del torno paralelo:

4. Con respecto al carro longitudinal realice una explicación sobre su funcionamiento:

5. En lo referente al carro transversal y portaherramientas haga lo siguiente:

⇒ Ponga a cero el nonio del tambor del carro transversal.
⇒ Realice una señal sobre la guía de dicho carro.
⇒ Dé una vuelta entera a la manija S para el movimiento del carro transversal.
⇒ Realice la medición sobre la señal desplazada: _____
⇒ ¿A cuánto equivale cada división del nonio del tambor del carro transversal?_____

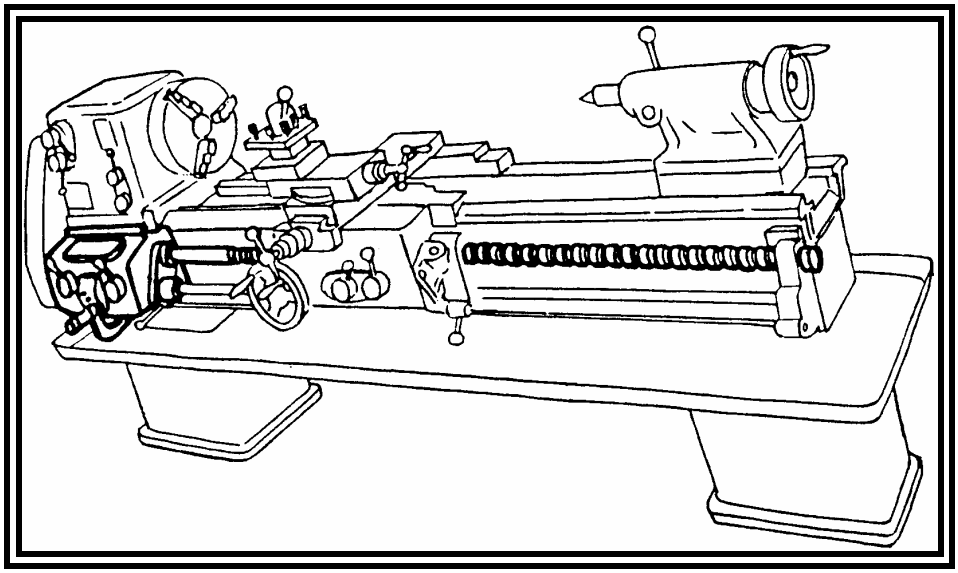
6. Realice las mismas operaciones sobre el carro superior.

¿Cuánto se desplazó? _____

¿A cuánto equivale cada división? _____

EVALUACIÓN

1. En el siguiente gráfico escriba las partes del torno:



2. ¿Qué función cumple el Contrapunto?

_____
_____
_____
_____
_____

3. Subraye la opción que usted considere correcta, de acuerdo al siguiente enunciado:

El delantal lleva en su parte interna los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y manuales del carro principal y transversal, además da el movimiento al husillo principal del cabezal.

VERDADERO FALSO

8. GENERALIDADES[23]

El tiempo que se invierte en el montaje de las pieza en el torno (o cualquier otra máquina) se considera tiempo muerto, esto es, tiempo en que la maquina esta detenida y no produce.

Cuando los montajes son frecuentes y diversos, en razón de las distintas formas de las piezas que se trabajan, puede ocurrir que se invierta en ellos casi tanto tiempo como para el mecanizado.

De aquí la necesidad de conocer bien las operaciones de montaje a fin de realizarlas con rapidez, seguridad y precisión.

8.1. MONTAJE ENTRE PUNTOS

Este montaje supone dos operaciones preliminares: el trazado de los puntos y su ejecución.

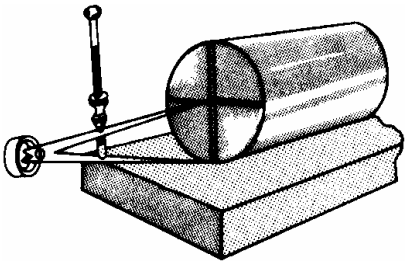
8.2. TRAZADO DE PUNTOS

En las piezas redondas puede hacerse de varias maneras:

8.2.1. a. *Con gramil, (Fig. 8.1)*; colocando la punta de un gramil aproximadamente a la altura del centro de la pieza se trazan Líneas en ambos extremos de Ia misma, haciéndola girar a intervalos. Dichas líneas se cortan en un punto, que será el centro de la pieza

[23] Gil Tello Tomás, Manual de Preparación y Medidas de Trabajo, pp. 102-106

Las piezas pueden sostenerse sobre calzos.



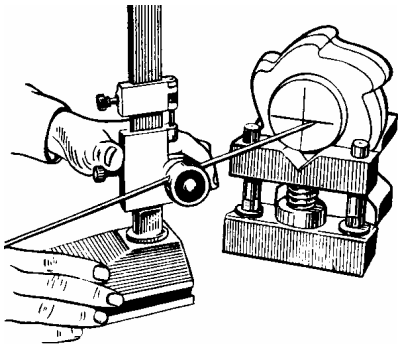


Fig. 8.1

8.2.2. Con escuadra de centrar (fig. 8.2), es el sistema mas utilizado por la comodidad y la facilidad

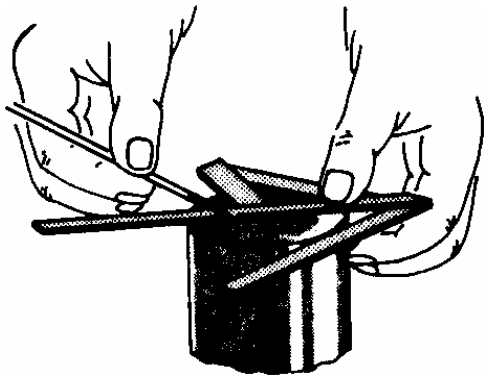


Fig. 8.2

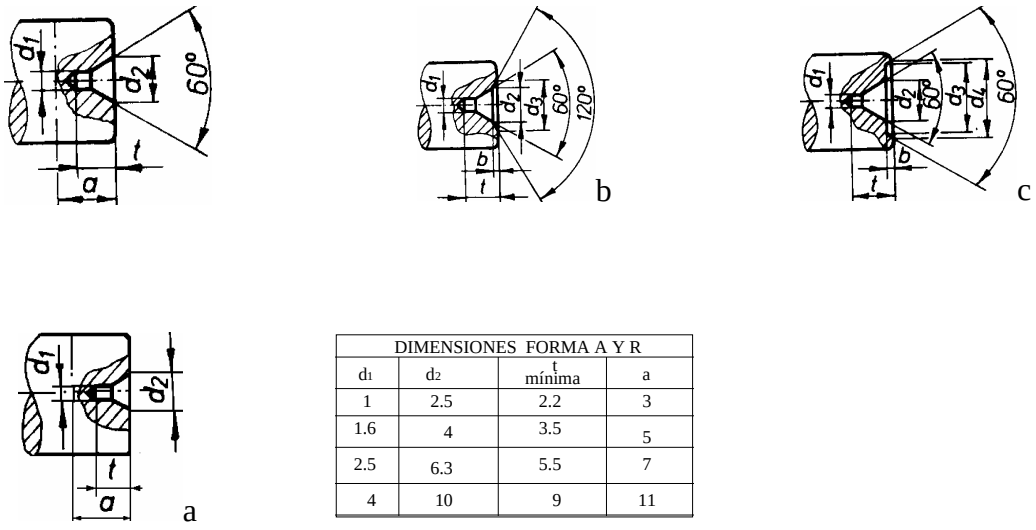
8.2.3. EJECUCIÓN DE PUNTOS

Trazados los centros hay que hacerlos, ordinariamente se emplea el mismo torno, la maquina de taladrar. Existen también máquinas especiales para ejecutar los puntos.

8.2.4. FORMAS NORMALIZADAS DE LOS AGUJEROS DE CENTRADO

Los puntos de las piezas han de tener una parte cónica (con un cono de la misma conicidad que el cono externo de los puntos del torno, generalmente de 60 para tornos no muy grandes) y otra parte cilíndrica (Fig. 8.3a); además, pueden tener una protección con un avellanamiento de mayor conicidad (Fig. 8.3b)o una caja cilíndrica de mayor diámetro (fig. 8.3c).

Las medidas que se deben dar a los puntos, según los diámetros de las piezas, están normalizadas.



a b c

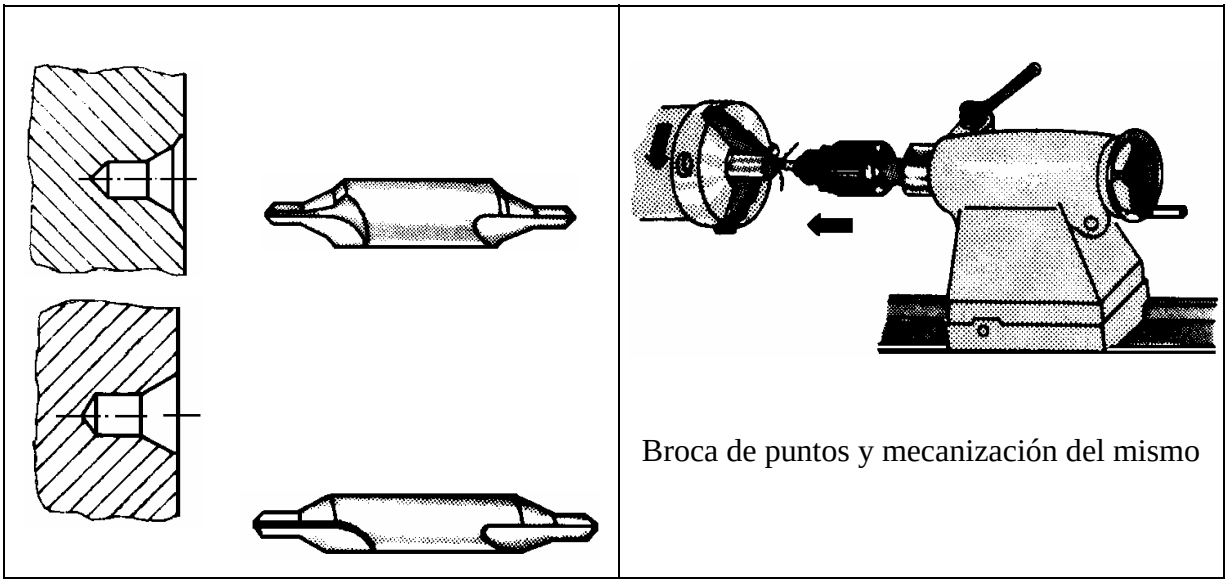
DIMENSIONES FORMA A Y R			
d_1	d_2	t mínima	a
1	2.5	2.2	3
1.6	4	3.5	5
2.5	6.3	5.5	7
4	10	9	11

Fig. 8.3

Fuente: Gil Tello Tomás, Manual de Preparación, pp 102

8.2.5. FORMA NORMALIZADA DE LAS BROCAS DE HACER AGUJEROS DE CENTRAR

Las brocas empleadas tienen la forma del agujero de centros, estas brocas se rompen muy fácilmente y son caras, muchos prefieren hacer los centros con dos brocas distintas una para taladrar la parte cilíndrica y otra, afilada con ángulo de 60 para avellanar la parte cónica, Fig. 8.4.



Broca de puntos y mecanización del mismo

Fig. 8.4

8.2.6. DEFECTOS QUE DEBEN EVITARSE AL CONSTRUIR LOS CENTROS

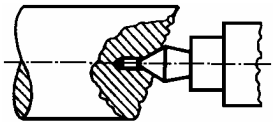
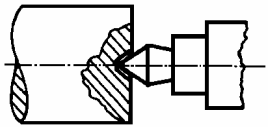
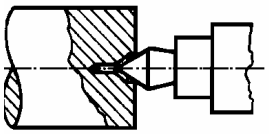
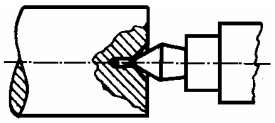
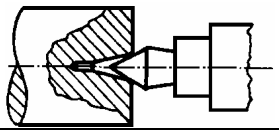
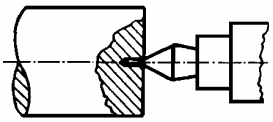
<table>
<tr>
<td> 
construcción de centros en superficies oblicuas</td>
<td> 
construcción de centros simplemente con el granete, sin parte cilíndrica</td>
<td> 
penetración excesiva de la broca</td>
</tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>  </td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">construcción de centros con la parte cónica de distinta conicidad de la del punto o contrapunto del torno</td>
<td>y penetración insuficiente</td>
</tr>
</table>

Fig. 8.5

8.2.7 MONTAJE DE LA PIEZA EN EL TORNO

Una vez colocado los puntos en el torno y construido los centros en la pieza, se coloca entre los puntos del torno fijando sólidamente éste de manera que la pieza gire libremente pero sin juego.

En el eje del torno se sujeta previamente un plato de arrastre y en el extremo de la pieza correspondiente se fija un perro o brida de arrastre (fig. 8.6).

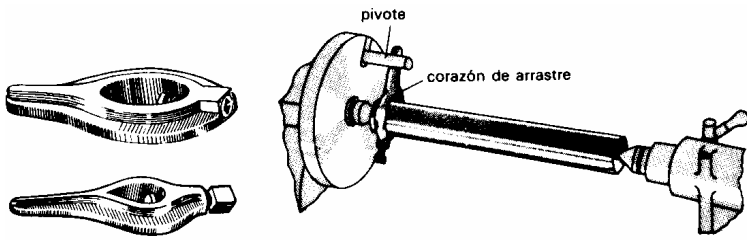


Fig. 8.6

8.2.8 PROCEDIMIENTO DE SUJECIÓN[24]

1. Practicando los centros en una pieza torcida, antes de enderezarla, el asiento quedara defectuoso.
2. La pieza debe ir ajustada entre los puntos sin juego; de no hacerlo así, habrá vibraciones al tornear.
3. Tampoco debe apretarse demasiado, pues se deformaran los centros y posiblemente se quemaran los puntos: si, durante el trabajo, las piezas se dilatan, será menester aflojar algo el contrapunto y procurar que gire libremente.
4. Es absolutamente necesario llenar de grasa o minio espeso el punto y centro que roza en la contrapunta y, de vez en cuando, verter algunas gotas de aceite, para evitar el excesivo calentamiento.

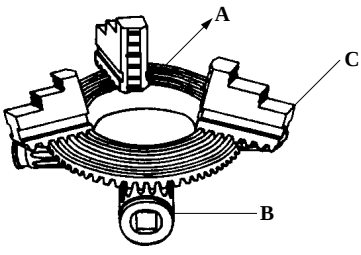
Cuando se emplea el punto giratorio no es necesario.

5. Antes de colocar una pieza entre los puntos, obsérvese que, en los centros, no haya limadura o viruta alguna.

8.3. MONTAJE AL AIRE

Consiste en sujetar la pieza por un extremo y el otro queda libre, se pueden realizar de varias formas

8.3.1 PLATO UNIVERSAL, O MORDAZAS AUTOCENTRANTES



A. Corona espiral
B. Piñón
C. Mordazas

Las piezas cilíndricas las sujetamos sencillamente entre las mordazas de un plato universal, el cual tiene la propiedad de centrarlas automáticamente. El mandril de mordazas autocentrantes consta de una corona espiral (A) que al ser accionado con el piñón

[24] **Gil Tello Tomás, Manual de Preparación y Medidas de Trabajo, pp. 106-109**

(B) desplaza las mordazas (C) en el uno u otro sentido. (Fig. 8.7)

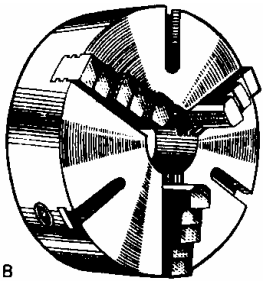


Fig. 8.7
Fuente: Manual de Preparación y Medidas de Trabajo, pp 107

8.3.2 PLATO DE MORDAZAS INDEPENDIENTES.- Las piezas de forma irregular es preferible sujetarlas en platos de mordazas independientes, pues resulta así mucho más fácil centrarlas, en este plato cada mordaza tiene su propio mecanismo, que permite su desplazamiento, para sujetar o aflojar la pieza. Fig. 8.9

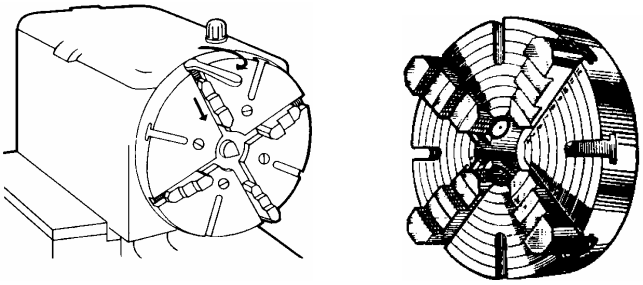


Fig. 8.9
Fuente: Manual de Preparación y Medidas de Trabajo,

8.3.3 PLATO PLANO DE AGUJEROS

Cuando por la forma, peso o clase del trabajo que se ha de realizar no es posible sujetar las piezas en los platos universales o de mordazas independientes, se las coloca en platos planos (fig. 8.10), a los cuales se fijan mediante bridas y tornillos. En estos platos se fijan, a veces, escuadras para facilitar la colocación de piezas determinadas (fig. 8.11).

En esta clase de montaje se debe equilibrar el peso mediante contrapesos, de contrario el torno trabajara en malas condiciones y sobre todo puede deteriorarse los rodamientos. (Fig. 8.11).

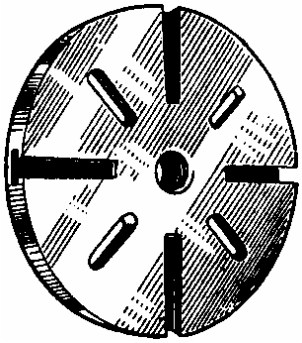


Fig. 8.10

Fuente: Manual de Preparación y Medidas de Trabajo

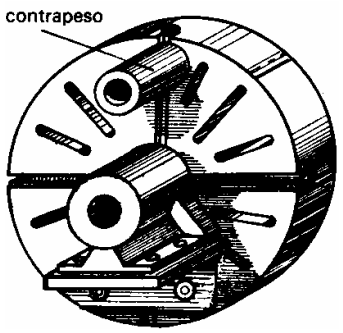


Fig. 8.11

Fuente: Manual de Preparación y Medidas de Trabajo

8.3.4 SUJECIÓN PARA TRABAJOS EN SERIE

Para trabajos en serie es frecuente usar pinzas (fig. 8.12). La pinza debe ser la apropiada al diámetro de la pieza que se trabaja. Así, centra rápida y perfectamente la pieza.

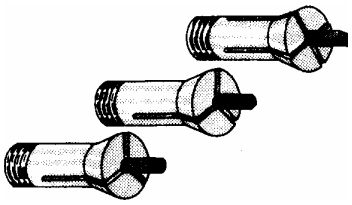


Fig. 8.12

8.3.5 PROCEDIMIENTO DE SUJECIÓN AL AIRE

1. Al fijar las piezas con las mordazas del plato, deben quedar suficientemente fuertes, para que no se aflojen o suelten durante el trabajo.
2. A veces, en piezas irregulares, es conveniente tornear la parte que ha de quedar fija, con el fin de uniformar las superficies y lograr una fijación correcta.
3. En las piezas huecas, de paredes delgadas, se debe tener sumo cuidado para no deformarlas por un aprieto excesivo.
4. Antes del aprieto definitivo, comprobar que las piezas quedan suficientemente centradas y con las superficies a mecanizar completamente libres.

8.4. MONTAJE ENTRE EL PLATO Y CONTRAPUNTO

Cuando las piezas son largas y pesadas se apoyan en el contrapunto para asegurar su fijación Fig. 8.13

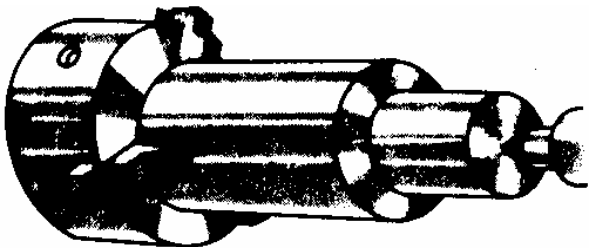


Fig. 8.13

8.4.1. PROCEDIMIENTO

Fijar ligeramente la pieza entre las mordazas del plato; se acerca el contrapunto hasta apoyar en el punto, previamente preparado en Ia pieza; y así apoyada, se aprietan definitiva y alternativamente las mordazas del plato y la tensión del contrapunto contra la pieza. De no seguir este proceso, se corre el peligro de que el punto de la pieza no quede centrado y fuerce la posición de la pieza respecto al contrapunto.

8.5. MONTAJE ENTRE PLATO Y LUNETA FIJA

Cuando se ha de taladrar o mandrinar una pieza larga, se la sujeta entre el plato y la luneta fija (fig. 8.14)

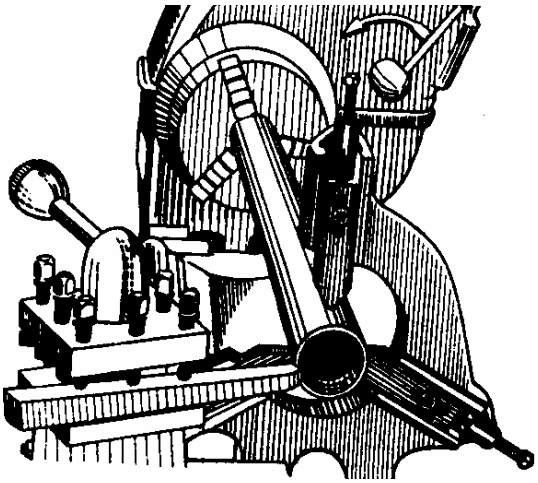


Fig. 8.14

8.5.1. PROCEDIMIENTO DE SUJECIÓN

1. Asegurarse de que la parte de la pieza, destinada a apoyar en la luneta, esta perfectamente cilíndrica y suficientemente lisa. Si esto no se cumple, puede apoyarse,

provisionalmente, en otro tramo y tornear cuidadosamente el apoyo para la luneta.

2. La colocación de la luneta fija requiere asegurar los apoyos que mantiene la pieza perfectamente centrada, respecto al eje dei torno, de no hacerlo así, puede resultar defectuoso el agujero torneado Se puede ayudar para el centrado con el punto del contra cabezal, o dando una pasada exterior (si es posible) y comprobando si cilindra perfectamente (fig. 8.15).

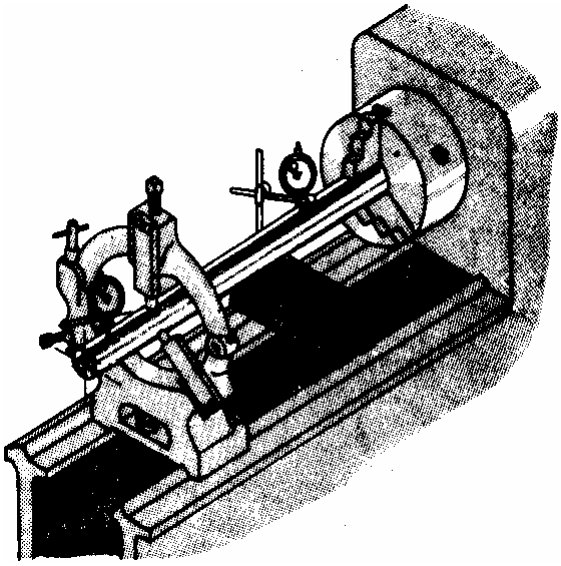


Fig. 8.15

3. La presión de los apoyos o garras de la Luneta contra la pieza ha de ser tal, que no le deje juego, pero sin girar libremente. No se descuide la lubricación y vigílese durante el trabajo, para que no se caliente demasiado la pieza, lo que podría dar lugar a agarrotamiento peligrosos.

4. Estas lunetas se fijan a la bancada con una platina similar a la empleada para fijar el contra cabezal.

8.5.2. MONTAJE CON LUNETA FIJA O MÓVIL DE PIEZAS LARGAS

Las piezas cilíndricas largas vibran fácilmente al ser torneadas, lo que se evita guiándolas mediante lunetas (fig. 8.16).

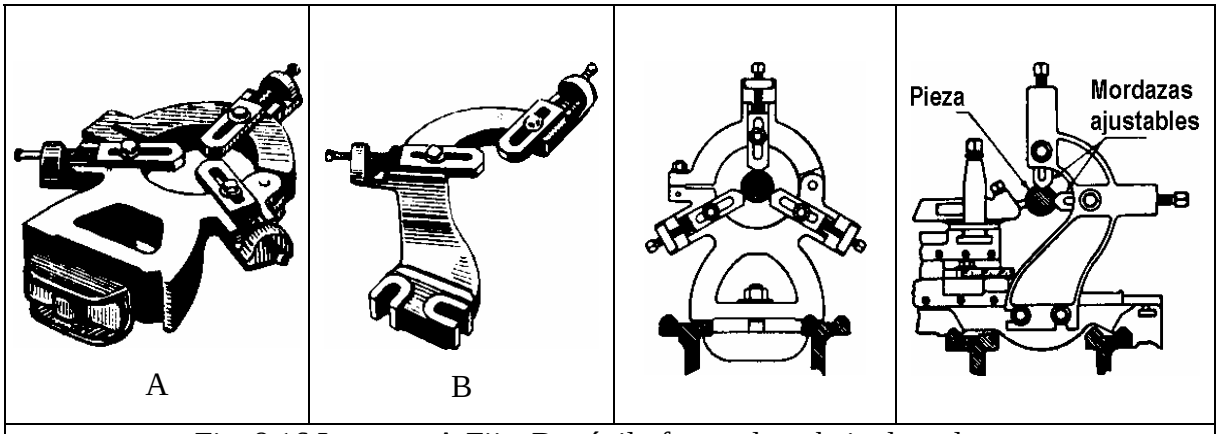


Fig. 8.16 Lunetas A Fija B móvil , forma de trabajo de cada una.

8.5.3. PROCEDIMIENTO DE SUJECIÓN [25].

1. Si el montaje se hace con luneta fija hay que tener en cuenta lo anteriormente dicho sobre el apoyo adecuado y el centrado de la luneta. Para asegurarse de que no se fuerza la pieza con las mordazas, se puede colocar un comparador, opuesto al punto de la garra que se esta ajustando, para así comprobar que no se flexa la pieza (fig. 8.17).

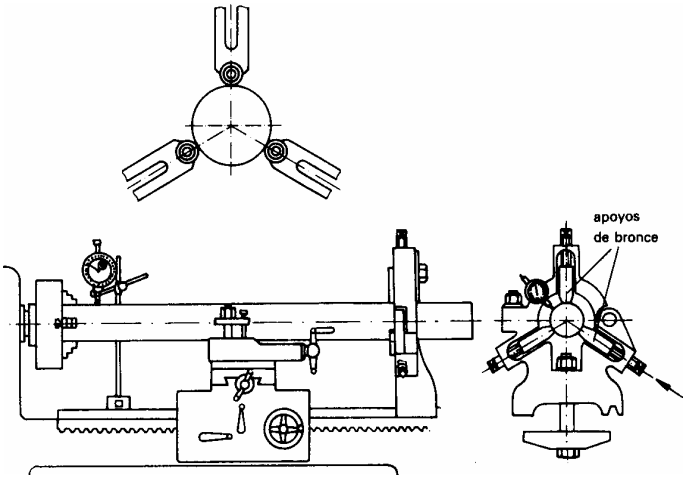


Fig. 8.17

[25] **Gil Tello Tomás, Manual de Preparación Y Medidas de Trabajo, pp. 112-115**

2. Para la luneta móvil que va sujeta al carro, debe preverse también un apoyo adecuado, y colocarla lo más cerca posible de la herramienta y que apoye en superficie mecanizada, ya que su finalidad fundamental es evitar que la fuerza de empuje de la herramienta doble la pieza. Naturalmente, si disminuye el diámetro de la barra donde se apoya la luneta, habrá que reajustar las garras de la luneta cada nueva pasada. (Fig. 8.18)

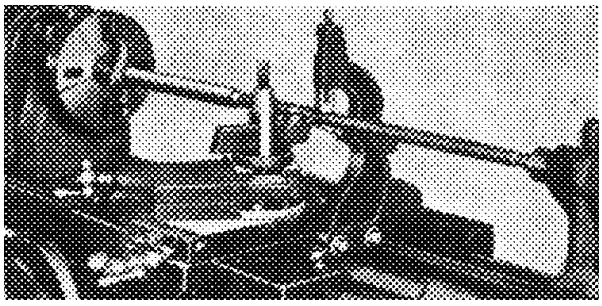


Fig. 8.18

Cuidado especial hay que tener para que las virutas del torneado no se introduzcan en los apoyos de la luneta, que estropear e incluso inutilizara la misma pieza.

3. Recordar que la luneta solo debe guiar a la pieza, pero no presionarla y hacer su efecto contraproducente

8.6. NORMAS DE SEGURIDAD

Los montajes de piezas en el torno pueden ser causa de accidentes, si no se toman las debidas precauciones. La falta de responsabilidad puede acarrear muchas desgracias personales.

A continuación se dan unas cuantas normas que no se deben olvidar:

1. No dejar nunca puesta la llave del plato universal o de mordazas al terminar de aflojar o apretar una pieza: al poner en marcha el torno podría provoca una proyección peligrosa .

2. No poner en marcha el torno hasta no tener la seguridad de que la pieza esta sujeta suficientemente.

3. En el montaje en plato plano, con bridas, escuadras, contrapesos, etc., hay que asegurarse de que no queda nada flojo, antes de poner en marcha.

4. Si las piezas montadas no están contrapesadas, no se debe poner en marcha antes de un equilibrado cuidadoso; a gran velocidad, sobre todo, pueden producirse vibraciones peligrosísimas.

5. Antes de empezar a atacar la pieza con la herramienta, estar seguro de que no se desprenderá por la fuerza de corte.

6. Si la pieza sobresale de los límites normales, poner defensas, para evitar golpes que puedan causar accidentes graves.

7. Si se colocan piezas largas pasantes por el eje principal, hay que centrarlas en la parte posterior con tres cunas, y si sobresale mucho, se debe poner otro soporte y una serial de advertencia.

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Liste los pasos requeridos para localizar el centro de una pieza redonda utilizando el gramil.

2. Grafique un agujero de centrar y la broca para realizarlo

Agujero Broca

3. Por qué los agujeros de centros no deben quedar en ninguna de las dos formas siguientes:

A. Demasiado profundos B. Con distinta conicidad de la del punto

4. Si no disponemos de una broca de centrar como efectuamos el agujero de centros.

5. Liste tres pasos importantes relacionados con el montaje de la pieza entre puntos.

6. Describa como sujetamos el punto fijo al eje principal y luego como lo retiramos.

7. Investigar dos maneras para alinear los puntos del torno.

8. Investigar cuantos tipos de mordazas para platos existen y su utilización

9. Mediante gráficos ilustre 2 ejemplos de la utilización del plato plano de agujeros.

10. Cite las ventajas que tiene la utilización del plato de mordazas independientes.

11. Cite usted en que máquinas herramientas se utiliza con más frecuencia la sujeción de piezas par medio de pinzas en el taller de mecánica de la Institución e indique sus ventajas

12. Enumere tres pasos importantes relacionados con el montaje al aire.

13. Describa la manera como sujetamos una pieza entre el plato y contrapunto.

14. Tenemos una pieza de acero de diámetro 60mm, longitud 800mm, queremos taladrar en el torno un agujero de 20mm x 60mm de largo que tipo de sujeción recomendaría y como le ejecutaría si el eje principal del torno, tiene un agujero de φ40 y la distancia entre puntos de 1000mm.

15. Describa la manera como se realiza la sujeción de una pieza con luneta móvil y en qué casos se utiliza.

16. Las diferencia que existen entre una luneta fija y una móvil. Indique.

17. De las normas de seguridad planteados escoja dos y explíquelos mediante gráficos preséntelos en un pliego de cartulina.

EVALUACIÓN

1. Enumerar cuatro sistemas de montaje de piezas en el torno.

---

2. Mediante gráficos explique dos defectos que deben evitarse al construir los centros

3. Explique como se realiza el montaje entre plato y contrapunto.

---

4. Señale el procedimiento de sujeción de las piezas entre plato y luneta fija.

---

9. PROCESOS DE MECANIZADO PARA EL TORNO PARALELO

9.1. GENERALIDADES: [26]

Proceso de trabajo o mecanizado es la sucesión ordenada de operaciones previamente estudiadas para hacer el trabajo más racional según el criterio de cada persona.

Cada actividad productiva de trabajo viene anticipada por una planificación y programación. Mediante un proyecto se crea o modifica un producto. Con la programación se ordenan las actividades, se eligen los medios y los procedimientos para obtener un producto terminado.

El proceso de mecanizado pretende evitar las improvisaciones o métodos empíricos y sustituirlos por técnicas racionales, ganando tiempo al prever con anticipación las herramientas, útiles y maquinaria necesaria.

Se guía y orienta al operario a lo largo de todo el trabajo, ahorrándole esfuerzos inútiles y titubeos, haciendo más lógica y racional su labor, sin disminuir la capacidad de autodeterminación y el poder de determinación del operario.

En una palabra, con el proceso de trabajo o mecanizado se pretende lograr una mayor productividad, obteniendo el máximo resultado con el mínimo esfuerzo. No es éste un trabajo fácil, requiere de un personal especializado para su estudio y preparación.

9.2. CONCEPTOS BÁSICOS

Conviene precisar algunos conceptos que utilizaremos continuamente, como son:

9.2.1. **FASE**: es un conjunto de operaciones realizadas en un puesto de trabajo, desmontando o no la pieza. Se designa con un número o con el nombre de la máquina-herramienta. Se compone de varias subfases y operaciones.

9.2.2. **SUBFASE**: es el conjunto de operaciones realizadas en la pieza, sin cambiarla de posición.

---

[26] Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 227-229

9.2.3. **OPERACIÓN**: consiste en la ejecución de una superficie de la pieza.

9.3. FACTORES FUNDAMENTALES PARA ESTABLECER UN PROCESO DE MECANIZADO

Estos factores, válidos para el estudio de cualquier proceso, se agrupan en tres apartados a saber: estudio del plano de la pieza o elemento; análisis del trabajo a realizar; y por último, la redacción del proceso.

9.3.1. ESTUDIO DEL PLANO DE LA PIEZA O ELEMENTO: el punto de partida del análisis del proceso es siempre el plano de ejecución de la pieza a fabricar. Para facilitar dicho análisis conviene tomar en cuenta los siguientes factores:

9.3.2. MATERIAL: las propiedades mecánicas del mismo influirán sobre las herramientas y sus ángulos.

9.3.3. ESTADO, DIMENSIONES Y PESO: con todo esto se podrá determinar la forma de fijación, utillajes y máquinas a utilizarse.

9.3.4. TRATAMIENTOS TÉRMICOS: si son necesarios tratamientos térmicos el proceso suele presentar la forma resumida de: desbaste - tratamiento - acabado.

9.3.5. SOBREMEDIDAS, TOLERANCIAS Y SIGNOS DE MECANIZADO: con ello podrá definir las pasadas, avances, número de revoluciones, herramientas e instrumentos de verificación.

9.3.6. POSICIONES RELATIVAS: son muy importantes porque van ligadas a la función de la pieza o elemento. Por ejemplo, un soporte de un eje exige que el mandrinado o agujero interior sea paralelo a la base del mismo; es lógico que dicha operación se efectúe con el soporte apoyado en su base previamente mecanizada.

9.3.7. CANTIDAD DE PIEZAS A FABRICAR: con frecuencia este factor es definitivo. No es lo mismo producir por unidades o series cortas que producir grandes series. En este caso, el ahorro de tiempo puede compensar costosas inversiones en maquinaria y utillajes.

9.3.8. ANÁLISIS DEL TRABAJO A REALIZAR: se suele dividir la pieza en superficies elementales, después se toman las superficies de referencia que serán las que permitan tener unas bases fiables para mecanizar todas las demás, eliminando en lo posible errores acumulativos.

Se procura asociar las superficies elementales. Por ejemplo: un agujero que debe mandrinarse y el plano frontal a él suelen mecanizarse sin mover la pieza (Fig. 9.1); es decir, la superficie del cilindrado interior (2) y el plano frontal (1) son superficies asociadas. Finalmente, se agrupan las operaciones en fases, que a su vez pueden dividirse en subfases.

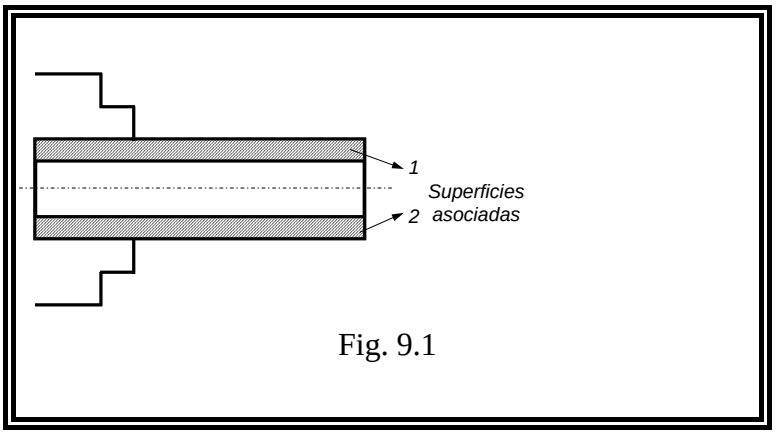


Fig. 9.1

9.4. REDACCIÓN DEL PROCESO DE MECANIZADO: los procesos esbozados se escriben en hojas específicas anotando las fases, subfases, operaciones, herramientas, utillajes, etc. Además se incluyen los croquis explicativos y tiempos estimativos de las operaciones que se realizan.

La hoja de proceso de mecanizado viene subdividida en varias columnas y se elabora de la siguiente manera:

9.4.1. FASE: se coloca el tipo de máquina-herramienta utilizada: torno, fresadora, taladro, etc.

9.4.2. SUBFASE: el proceso de mecanizado puede dividirse en varias subfases; depende del número de manipulaciones que pueda tener la pieza en su proceso de elaboración. Cada vez que cambie la forma de sujeción de la pieza, viene a ser una subfase; cada subfase lleva una numeración: 01, 02, 03,... 0_n.

9.4.3. OPERACIÓN: es el mecanizado de una sola superficie de la pieza. Consiste en colocar el número de las operaciones a partir del número 10. En cada subfase se cambia y pasa a 20, otra subfase 30, etc.

9.4.4. DESCRIPCIÓN: describe la operación enumerada. Por ejemplo: refrentar largo 90, cilindrar ¬19 × 10, etc.

9.4.5. CROQUIS: se dibuja en trazo fino la silueta de la pieza, indicando el método de sujeción, respetando la posición sobre la máquina, haciendo resaltar con trazo más fuerte las superficies mecanizadas en cada operación de la subfase que se está representando.

9.4.6. HERRAMIENTA: de acuerdo al tipo de operación se debe seleccionar la herramienta de corte apropiada. En las tablas 1.1 y 1.2 se encuentran todas las herramientas codificadas de acuerdo a las normas ISO.

9.4.7. ÚTIL: como en el caso anterior de acuerdo al tipo de operación podrá hacer falta un porta brocas, un portaherramientas para interiores, etc. En las tablas 2.1 y 2.2 se reportan dichos útiles.

9.4.8. VELOCIDAD DE CORTE (VC): según la operación a realizar, el material de la pieza y el material de la herramienta se determina la velocidad de corte; dicha velocidad se puede determinar en las tablas 3.1 y 3.2.

9.4.9. REVOLUCIONES POR MINUTO (R.P.M.): luego de definir la Vc se determina las R.P.M. a las que debe girar el husillo principal de la máquina.

9.4.10. AVANCE Y PROFUNDIDAD: también se encuentran en las tablas 3.1 y 3.2.

A más de los factores anteriormente descritos, se deben tomar en cuenta ciertos parámetros tales como:

9.5. TOLERANCIAS DE FORMA Y POSICIÓN:

Los dibujos, de acuerdo a su importancia en la ubicación dentro de un conjunto o de su exigencia específica, pueden llevar una tolerancia de forma y posición. En estos casos, hay que prestar mucha atención para el análisis del proceso de mecanizado, debido a que este factor define las formas de sujeción de la pieza y, por consiguiente, condiciona muchas operaciones y sub fases.

El siguiente cuadro representa los símbolos, de acuerdo a las normas ISO, que aparecen en los dibujos con las características del significado que representa dicha tolerancia.

TOLERANCIAS DE FORMA Y POSICIÓN.- SÍMBOLOS[27]

Tabla. 9.1

Característica objeto de la tolerancia		Símbolo	Característica objeto de la tolerancia		Símbolo
Forma de Elementos Aislados	Rectitud		Orientación de Elementos Asociados	Paralelismo	//
	Planicidad			Perpendicularidad ortogonal	⊥
	Redondez			Inclinación	∠
	Cilindricidad		Posición de Elementos Asociados	Posición	⌖
	Forma de una línea cualquiera			Concentricidad o coaxialidad	◎
	Forma de una superficie cualquiera			Simetría	⌯
			Oscilación radial o axial		↗

[27] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 233-236**

Es importante conocer cómo se pueden comprobar en el torno dichas tolerancias para adquirir un panorama más objetivo en el momento de definir el tipo de proceso de mecanizado.

Entre las comprobaciones o verificaciones más comunes tenemos:

9.5.1. COMPROBACIÓN DE LA CONCENTRICIDAD ENTRE EL EJE DE ROTACIÓN Y LA SUPERFICIE CILÍNDRICA:

Como la pieza debe girar sobre los puntos de la máquina (Fig. 9.2), la limpieza de éstos debe ser perfecta.

Para realizar la comprobación se procede de la siguiente forma:

1. Se monta la pieza sobre los puntos fijo y giratorio del torno.
2. Se sitúan dos comparadores de reloj sobre el carro transversal del torno, de manera que cada palpador se encuentre en contacto con dos puntos diferentes de la pieza.
3. Girar la pieza cada 45° y observar el comparador. Las desviaciones del índice nos darán el error de coaxialidad.
4. La operación se repite en diferentes puntos convenientemente distanciados.
5. Se toma como error de coaxialidad el valor máximo de las desviaciones halladas.

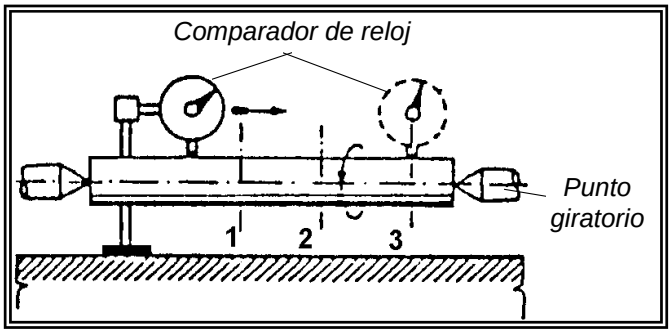


Fig. 9.2

9.5.2. COMPROBACIÓN DE LA CONCENTRICIDAD ENTRE DOS SUPERFICIES CILÍNDRICAS:

Se procede como en el caso anterior, comprobando sobre los diferentes diámetros que tenga la pieza (Fig. 9.3).

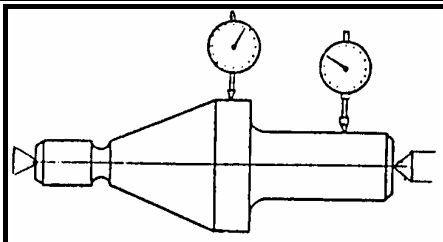


Fig. 9.3

9.5.3. COMPROBACIÓN DE LA CILINDRICIDAD O PARALELISMO ENTRE LAS GENERATRICES Y EL EJE DEL CILINDRO DE UNA PIEZA TORNEADA ENTRE DOS PUNTOS:

Se procede de la siguiente forma:

1. Se coloca el comparador de reloj sobre el carro transversal (Fig. 9.4).
2. Se pone en contacto el comparador con la generatriz superior del cilindro.
3. Se desplaza el comparador por medio del carro longitudinal, para que el palpador se deslice a lo largo de la generatriz superior del cilindro. Las desviaciones del índice señalan el error del cilindro.
4. La operación se realizará en cuatro posiciones diferentes; se girará cada 90°.
5. Se toma como error el valor máximo de las desviaciones halladas en las cuatro posiciones.

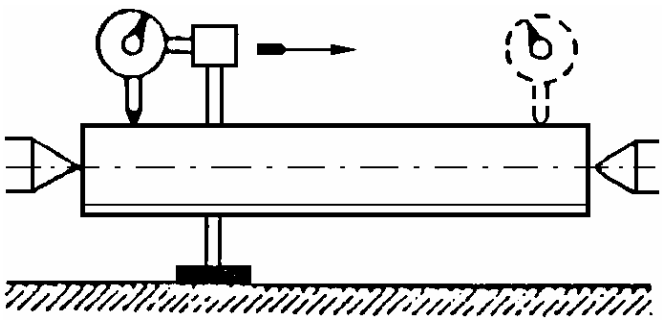


Fig. 9.4

Fuente: Tomás Vidondo, Tecnología Mecánica 2-1, pp 243

9.5.4. COMPROBACIÓN DE LA PERPENDICULARIDAD ENTRE EL EJE DE ROTACIÓN Y UNA SUPERFICIE FRONTAL:

Se procede de la siguiente forma:

1. Se coloca el comparador de reloj sobre el carro transversal (Fig. 9.5).
2. Se pone en contacto el comparador con la superficie a verificar.
3. Se desplaza el carro transversal del torno hacia dentro o fuera de la superficie plana (o se desliza el comparador sobre el plano de apoyo).
4. La operación debe realizarse en tres o cuatro posiciones diferentes.

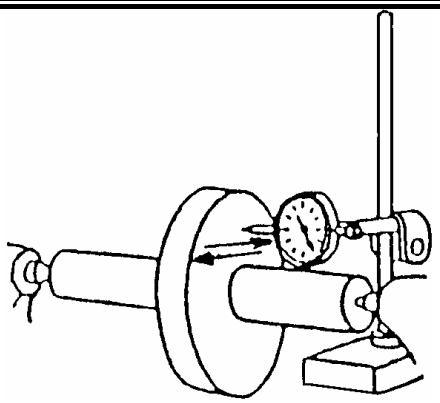


Fig. 9.5

9.5.5. COMPROBACIÓN DEL PARALELISMO ENTRE DOS SUPERFICIES FRONTALES:

Se procede como en el caso anterior, repitiendo la operación para la cara opuesta.(Fig. 9.6)

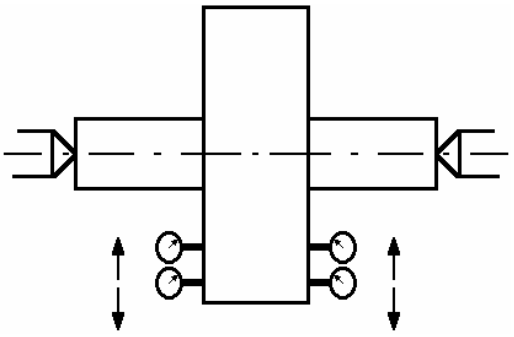


Fig. 9.6

9.5.6. COMPROBACIÓN DE LA REDONDEZ O CIRCULARIDAD:

Se procede de la siguiente forma:

1. Se coloca la pieza entre dos puntos, que generalmente son los mismos realizados para su mecanización. En caso de piezas huecas se sustituye por mandriles (fig. 9.7-1).
2. Se hace girar la pieza; las desviaciones del comparador miden las diferencias radiales. (Fig. 9.7-2)

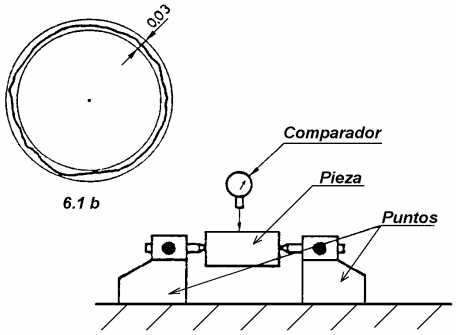


Fig. 9.7-1

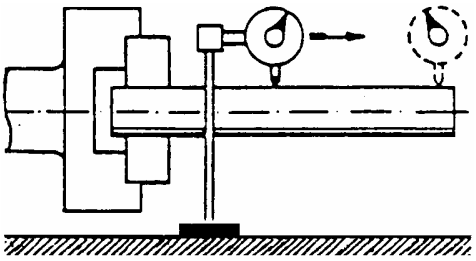


Fig. 9.7-2

9.6. VELOCIDAD DE CORTE

Por velocidad de corte (Vc) se entiende a la velocidad periférica de los puntos P de contacto entre la pieza y la herramienta (Fig. 9.8)

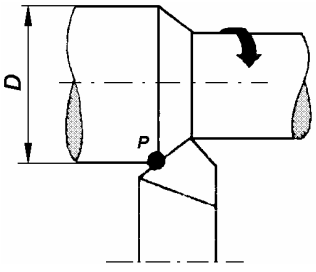


Fig. 9.8

Siendo su fórmula: $$Vc = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = m/min$$

π = constante 3,1416

d = diámetro de la pieza

n = número de revoluciones por minuto

1000 = constante de conversión

9.6.1. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA VELOCIDAD DE CORTE (VC):

- Dureza del material: está relacionado con la velocidad de forma inversa.

- Calidad de la herramienta: aceros extrarápidos, widias y cerámicas.

- El avance *a* y la profundidad *p*: la velocidad debe disminuir al aumentar la sección de la viruta ($S = a \times p$). El avance tiene mayor influencia que la profundidad de pasada.

- Temperatura de la herramienta: en los aceros extrarápidos es aconsejada una buena refrigeración. En los metales duros no es necesario refrigerar.
- Estabilidad de la pieza sobre la máquina: el montaje debe ser bueno para evitar vibraciones que rompan la punta de la herramienta y obliguen a disminuir la velocidad de corte.
- Duración de la herramienta: al aumentar la velocidad de corte disminuye la duración del servicio continuo del filo.

9.6.2. ELECCIÓN DE LOS DATOS DE CORTE: [28]

Para elegirse los datos de corte deben considerarse:

- acabado superficial,
- tolerancias,
- potencia disponible, y,

[28] Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 240-244

- características de la formación de la viruta.

El acabado superficial es determinado por la combinación del avance y el radio de punta de la herramienta. También intervienen la estabilidad de la pieza y las condiciones generales de la máquina.
El siguiente método es con frecuencia el más adecuado para elegir las condiciones de corte:

1. Elige el tipo y la calidad de la herramienta.

2. Seleccionar el mayor avance posible, teniendo en cuenta el acabado superficial y la estabilidad de la máquina.

3. Escoger la velocidad de corte que más corresponda con el avance elegido.

4. Escoger la profundidad de pasada que mejor se adapte a las condiciones del trabajo, asegurándose de que la máquina tenga la potencia suficiente.

En la siguiente tabla se dan algunas recomendaciones de los avances máximos prácticos relativos a un acabado superficial dado y un radio de punta bajo las condiciones favorables de mecanizado.

RECOMENDACIONES PARA LOS AVANCES MAXIMOS EN LA PRACTICA

Tabla 9.2

ACABADO SUPERFICIAL			RADIO DE PUNTA				
√	Ra	H	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
	μm	μm	*AVANCE mm/rev.*				
N6	0.6	1.6	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17
N7	1.6	4	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26
N8	3.2	10	0.17	0.24	0.29	0.34	0.42
N9	6.3	16	0.22	0.30	0.37	0.43	0.53
N10	8	25	0.27	0.38	0.47	0.54	0.66
N11	32	100				1.08	1.32

9.6.3. RECOMENDACIONES PARA EL USO DE TABLAS DE CORTE CON HERRAMIENTAS DE ACERO EXTRARÁPIDO HSS Y METAL DURO:

- La vida de la herramienta será aproximadamente de una hora. Se entiende por vida de la herramienta al intervalo de tiempo entre dos afilados consecutivos cuando se trabaja sin interrupción.
- Los datos de corte recomendados para herramientas de acero rápido son utilizando refrigeración.
- Al trabajar con herramientas de widia no se utiliza refrigeración.
- Los datos de corte son calculados para una potencia máxima de 5.5 Kw.
- Las profundidades de corte p (mm) que se refieren a las tablas 3.1 y 3.2 son radiales.
- Para una profundidad de corte p 1,5 mm el radio de la punta debe ser 1 mm.
- La calidad del metal duro es P10 para torneado exterior y P30 para el torneado interior y el ranurado.
- Para el torneado interrumpido se aplica un factor de corrección de 0,8 × Vc.

9.6.4. FORMAS DE ENCONTRAR EL NÚMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO (N)

Para encontrar el número de revoluciones por minuto de la pieza se puede utilizar la fórmula:

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \quad (RPM)$$

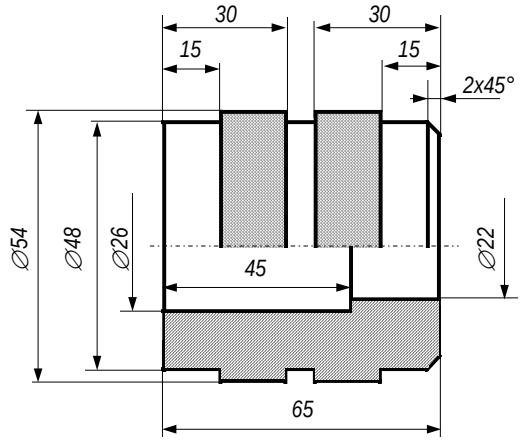
Otra forma de encontrar el R.P.M. es utilizar la tabla 4. En ella, de acuerdo al diámetro de la pieza a trabajar y la Vc, se hallan el R.P.M. del husillo.

Hay que tomar en cuenta que difícilmente las R.P.M. encontradas corresponden a un número igual que aquel que se tiene en la tabla del cabezal del torno. En general, se coloca el valor correspondiente inferior que posee la máquina-herramienta, con respecto al encontrado en las tablas o cálculos.

9.6.5. EJEMPLOS DE PROCESO DE MECANIZADO

Tabla 9.3.1

COLEGIO TECNICO CARLOS CRESPI			CUENCA	
Nombre	***Curso***	***Especialidad***	***Escala***	***Fecha***
PROCESO DE MECANIZADO		***Conjunto***	***Elemento***	
Material	***T.T.***	***Dimensiones en bruto***	***Cant.***	***Posición***



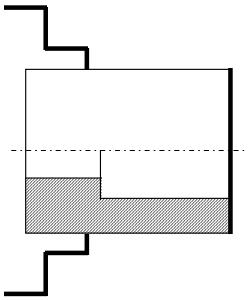
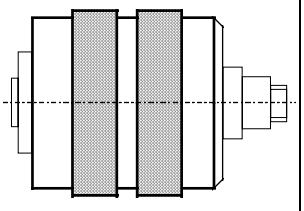
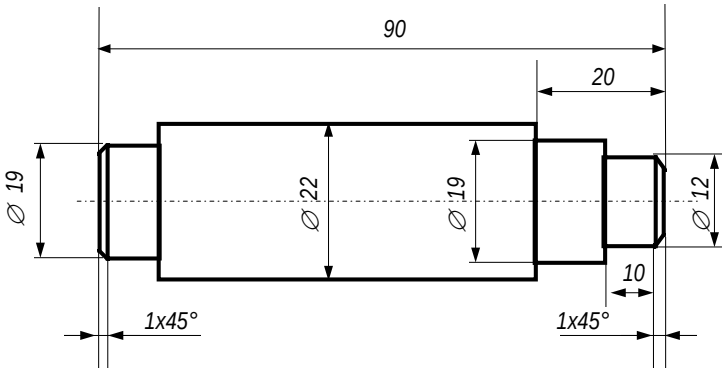
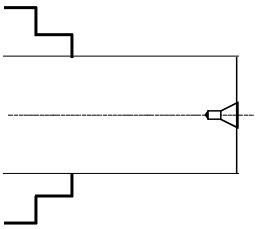
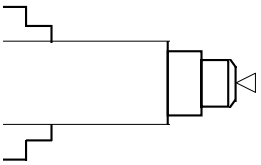
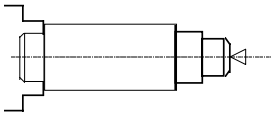
Fase	Sub-fase	Oper	Descripción de operaciones	CROQUIS	Útiles	D. Técnicos a	p	R.P.M
2 Torno	01 PLATO UNIVERSAL	10	Refrentar 85		ISO 402	01	0,5	400
		11	Mec. Punto		DIN 333	M		1170
		12	Taladrar ∅ 8		ISO 235	M		800
		13	Taladrar ∅ 18		ISO 409		0,5	320
		14	Taladrar ∅ 22			0,1		150
		15	Mandrinar ∅ 26 x 45			0,2		320
	02 MONTAR EN EL TORNEADOR	20	Cilindrar ∅ 53,5		ISO 403	0,2	0,5	400
		21	Moletear p-1		DIN 82	0,1	1	125
		22	Cilindrar ∅ 48 x 15		ISO 403	0,2 0,2	0,5	400
		23	Ranurar ∅ 48 x 15		ISO 404	0,1	1	80
		24	Cilindrar ∅ 48 x 15		ISO 403	0,2	0,5	400
		25	Chaflán 2 x 45°		ISO 451	0,1 M	1 0,5	125
Observaciones						Tiempo Total Horas		

Tabla 9.3.2

COLEGIO TECNICO CARLOS CRESPI			CUENCA	
Nombre	***Curso***	***Especialidad***	***Escala***	***Fecha***
PROCESO DE MECANIZADO		***Conjunto***	***Elemento***	
Material	***T.T.***	***Dimensiones en bruto***	***Cant.***	***Posición***



Fase	Sub-fase	Oper	Descripción de operaciones	CROQUIS	Útiles	D. Técnicos a	p	R.P.M.
2 Torno	01 PLATO UNIVERSAL	10	Sujetar la pieza					
		11	Refrentar 90		ISO 402	01	0,5	800
		12	Mecanizar puntos		DIN 333	M		1170
	02 PLATO Y PUNTO	20	Cilindrar ∅ 19x20		ISO 304	0,2 0,1	1 0,5	800
		21	Cilindrar ∅ 12 x 10		ISO 304	0,2 0,1	1 0,5	1000
		22	Mecanizado de chaflanes 1 x 45°		ISO 451	M		500
	02 PLATO Y PUNTO	30	Cilindrar ∅ 22		ISO 430	0,2 0,1	1 0,5	800
		31	Cilindrar ∅ 19 x 10		ISO 403	0,2 0,1	1 0,5	800
		32	Mecanizado de chaflanes 1 x 45°		ISO 451	M		320
		33	Control de calidad					

Observaciones	Tiempo Total Horas

HOJA DE EVALUACIÓN
Tabla 9.4

COLEGIO TECNICO CARLOS CRESPI			*CUENCA*	
Nombre	***Curso***	***Especialidad***	***Escala***	***Fecha***
HOJA DE EVALUACIÓN		***Conjunto***	***Elemento***	
Material	***T.T.***	***Dimensiones en bruto***	***Cant.***	***Posición***

Número de Cota	Medida nominal	Medida de la pieza	Tolerancia +	Tolerancia -	Error	Aparato de medida	Acabado	Nota

	Si	No	A veces
Cumple el proceso de trabajo			
Aplica sus conocimientos en cada fase			
Utiliza correctamente			
B = 8 - 10 Los herramientas de trabajo			
R = 5 - 7,5 Los instrumentos de medida			
M = 0 - 4,5 Los instrumentos de control			

Total

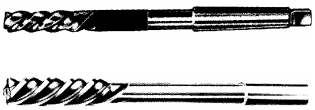
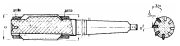
NOTA FINAL

Tabla 9.5[29]

Herramienta de Corte para taladrar y roscar

Denominación	ISO	Figura	Denominación	ISO	Figura
Broca Avellanador de mango cilíndrico de mango cónico (asiento cilíndrico)	- -		Broca helicoidal de mango cónico Serie corriente Serie larga	R2 35 -	
Broca Avellanador de mango cónico de mango cónico (asiento cónico)	- -		Broca helicoidal de mango cónico para aluminio	R2 35	
Escariadores cilíndrico de mano tallado helicoidal tallado recto	R23 6 R23 6		Broca helicoidal de mango cilíndrico Serie corta serie larga	R2 35 R4 94	
Escariador de máquina 2% conicidad tallado helicoidal	-		Broca helicoidal de mango cilíndrico serie extra corta para máquinas automáticas	R2 35	
Escariador de máquina de mango cilíndrico	R52 1		Broca doble de mango cilíndrico para chapa	-	
Escariador de máquina de mango cónico	R52 1		Broca helicoidal de mago cilíndrico serie corta para latón	R2 35	
Escariador de máquina (1/20)	D 240		Broca helicoidal de mago	R2 35	

[29] **Pili Gustavo, Máquinas Herramientas, pp. 55-58**

con pastillas postizas	2		cilíndrico serie corta para aluminio		
Escariador de máquina de mango cilíndrico de mando cónico Hélice pronunciada	R521 R521		Broca helicoidal de mago cilíndrico serie larga para aluminio	R494	
Avellanado cónico “ 80° “ 90° “ 120° de mando cilíndrico y mango cónico	- - -		Broca helicoidal de metal duro De mango cilíndrico De mango cónico	- -	
Avellanado cilíndrico de mango cilíndrico	-		Broca de centrar	-	
Escariador ajustable	-		Escariador de tres cortes mango cilíndrico mango cónico	R235 R238	

Machos y terrajas de roscar

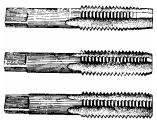
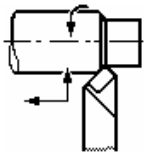
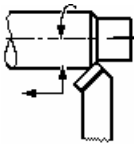
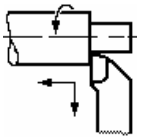
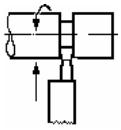
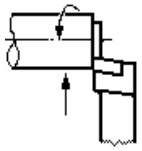
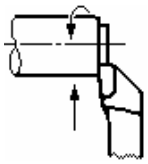
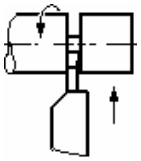
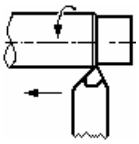
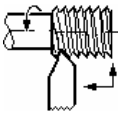
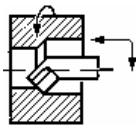
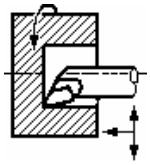
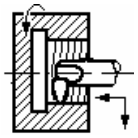
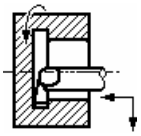
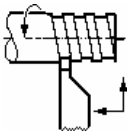
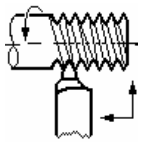
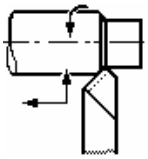
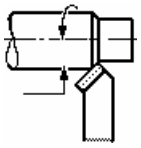
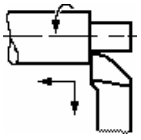
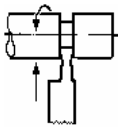
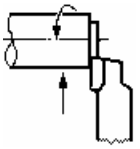
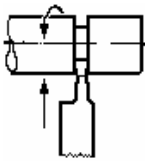
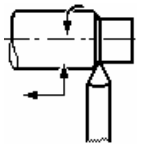
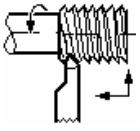
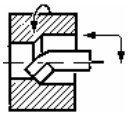
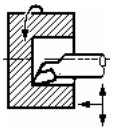
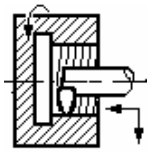
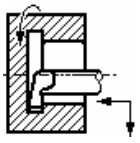
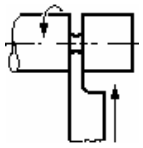
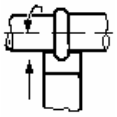
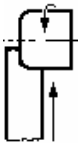
DIN 352  Juego de machuelos de roscar a mano	 para agujeros ciegos Para agujeros pasantes Machuelos de roscar máquina	 Machuelos de roscar máquina	DIN 223 Cojinete de roscar	 Porta cojinetes de roscar por laminación

Tabla 9.6

Herramientas de torno

ISO 301  Herramienta de cilindrar recta	ISO 302  Herramienta de cilindrar acodada	ISO 303  Herramienta de refrentar en ángulo	ISO 304  Herramienta de ranurar	ISO 305  herramienta de refrentar a gran pasada
ISO 360  Herramienta de refrentar de costado	ISO 307  Herramienta de tronzar	ISO 351  Herramienta de corte en punta	ISO 352  Herramienta de filetear	ISO 306  Herramienta de cilindrar interior
ISO 309  Herramienta de refrentar en ángulo interior	ISO 353  Herramienta de filetear interior	ISO 354  Herramienta de cajear interior	 herramienta de roscar cuadrada	 herramienta de roscar trapecial
ISO 401  Herramienta de cilindrar recta	ISO 402  Herramienta de cilindrar acodada	ISO 403  Herramienta de refrentar en ángulo	ISO 404  Herramienta de ranurar	ISO 406  Herramienta de refrentar de costado
ISO 407  Herramienta de Tronzar	ISO451  Herramienta de corte en punta	ISO 452  Herramienta de filetear	ISO 408  herramienta de cilindrar interior	ISO 409  herramienta de refrentar en ángulo interior
ISO 453  Herramienta de filetear interior	ISO 454  Herramienta de cajear interior	 Herramienta de ranurar curvas	 Herramienta de perfil curvo	 Herramienta de perfil curvo

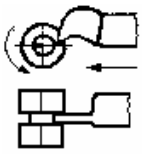
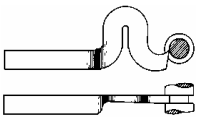
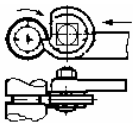
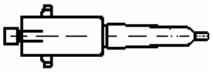
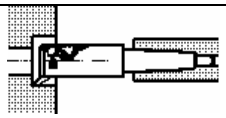
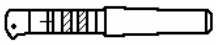
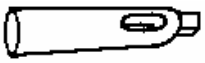
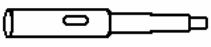
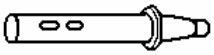
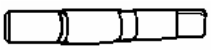
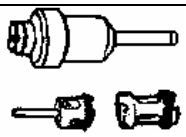
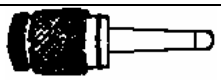
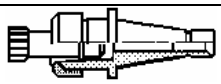
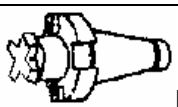
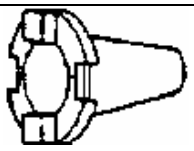
				izquierda
 Herramienta de Tronzar cuello de cisne	 Herramienta de tronzar flexible	 Herramienta cilíndrica de roscar y acanalar de perfil constante	Herramienta de roscar y ranurar prismática de perfil constante	Herramienta de rosca trapecial de interiores

Tabla 9.7

PORTAHERRAMIENTAS

 cabezal de Mandrinar con cuchilla lateral	 cabezal de Mandrinar con cuchilla inclinada	 mandril de ajuste lino	cabezal de Mandrinar micrométrico	cabezal de madrinar con desplazamiento radial
 manguito cónico reductor	 manguito cónico ampliador	 reductor alargador ISO a Morse	 cono para porta brocas	porta brocas o porta fresas con ayuda de tirante
porta brocas empleando en la fresadora con la ayuda de tirante	 portaherramientas para macho de roscar	 portaherramientas para machos de roscar	 porta pinzas con pinza de auto apriete	caja con juego de pinzas
 p orta fresa corta de arrastre por chaveta frontal	p orta fresas corte de arrastre por chaveta frontal	eje compuesto	reductor ISO a Morse	 reductor ISO

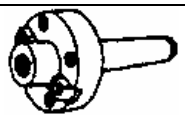
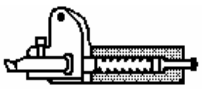
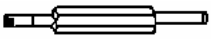
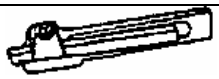
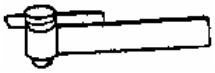
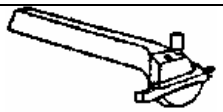
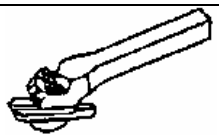
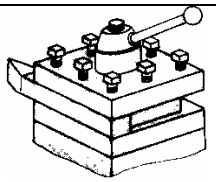
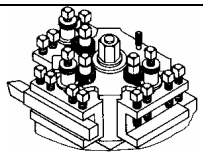
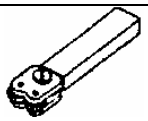
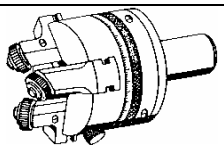
reductor ISO	 porta plato de cuchillas con arrastre por chaveta transversal	portaherramientas de trocear	portaherramientas elástico de troncear	 portaherramientas elástico de troncear
portaherramientas de regulación de presión	 portaherramientas de interiores	 portaherramientas de exteriores	portaherramientas graduable para exteriores	portaherramientas de exteriores
 portaherramientas graduable en ángulo	 portaherramientas con un ángulo de inclinación	 portaherramientas de doble cuchilla	 torreta portaherramientas	 torreta portaherramientas graduable
porta grafila simple	 porta grafila doble	porta grafila múltiple	 porta grafila graduable	

Tabla 9.8

DATOS DE CORTE orientativo para el torneado con metal duro

	TORNEADO EXTERIOR			TORNEADO INTERIOR			RANURADO		Ángulos de corte en el Torneado. Ext.			
OPERACIONES / MATERIALES	Profundidad de corte	Avance mm/ (s) Vuelta	Velocidad de corte (Vc) m/min	Profundidad de corte (a) mm	Avance (s) mm/vuelta	Velocidad de corte (Vc) m/min	Avance mm/ (s) vuelta	Velocidad de corte (Vc) m/min	Incidencia	Desprendim.	Incid. Secuenciana	
F-1120	1-3	0´1-0´2 0´3	260-210 180	0´5-2	0´100´15 0´25	125-100 90	0´10 0´25	90 60	6^0	14^0	6^0	
F-1140	1-3	0´1-0´2 0´5	210-190	0´5-2	0´10-0´15	105-95 80	0´10 0´20	80 50	6^0	12^0	6^0	

			160		0´20							
F-1250	1-3	O´1-0´2 0´3	160- 120 90	0´5- 2	0´10- 0´15 0´20	80-60 45	0´10 0´20	50 30	6^0	12^0	6^0	
F-1540	1-3	0´1-0´2 0´3	210- 190 160	0´5- 2	0´10- 0´15 0´25	105-95 80	0´10 0´25	70 40	6^0	14^0	6^0	
F-1430	1-3	0´1-0´2 0´3	120-80 60	0´5- 2	0´10- 0´15 0´20	60-40 30	0´10 0´20	50 30	6^0	12^0	6^0	
F-3110	1-3	0´1-0´2 0´3	170- 140 120	0´5- 2	0´10- 0´15 0´20	90-70 60	0´10 0´20	80 50	6^0	12^0	6^0	
F-2120	1-3	0´1-0´2 0´3	120-80 60	0´5- 2	0´10- 0´15 025	135- 110 80	0´10 0´30	110 70	8^0	20^0	6^0	
F-522	1-3	0´1-0´2 0´3	120-80 60	0´5- 2	0´10- 0´15 0´25	60-40 30	0´10 0´20	60 30	6^0	8^0	6^0	
Fundición gris ≤ 200HB	1-3	0´1-0´2 0´3	140- 110 90	0´5- 2	0´10- 0´15 0´25	70-55 45	0´10 0´25	60 40	6^0	8^0	6^0	
Aleaciones de aluminio ≤ 800HB	1-5	0´1-0´2 0´4	350- 250 200	0´5- 3	0´1-0´2 0´3	175- 125 100	0´1 0´3	250 250	8^0	30^0	6^0	
Latón y bronce ≤ 110HB	1-5	0´1-0´2 0´4	300- 200 150	0´5- 3	0´1-0´2 0´3	150- 100 75	0´1 0´3	200 100	6^0	0^0	6^0	
Cobre ≤ 110HB	1-5	0´1-0´2 0´4	275- 200 150	0´5- 3	0´1-0´2 0´3	150- 100 75	0´1 0´3	150 75	8^0	20^0	6^0	

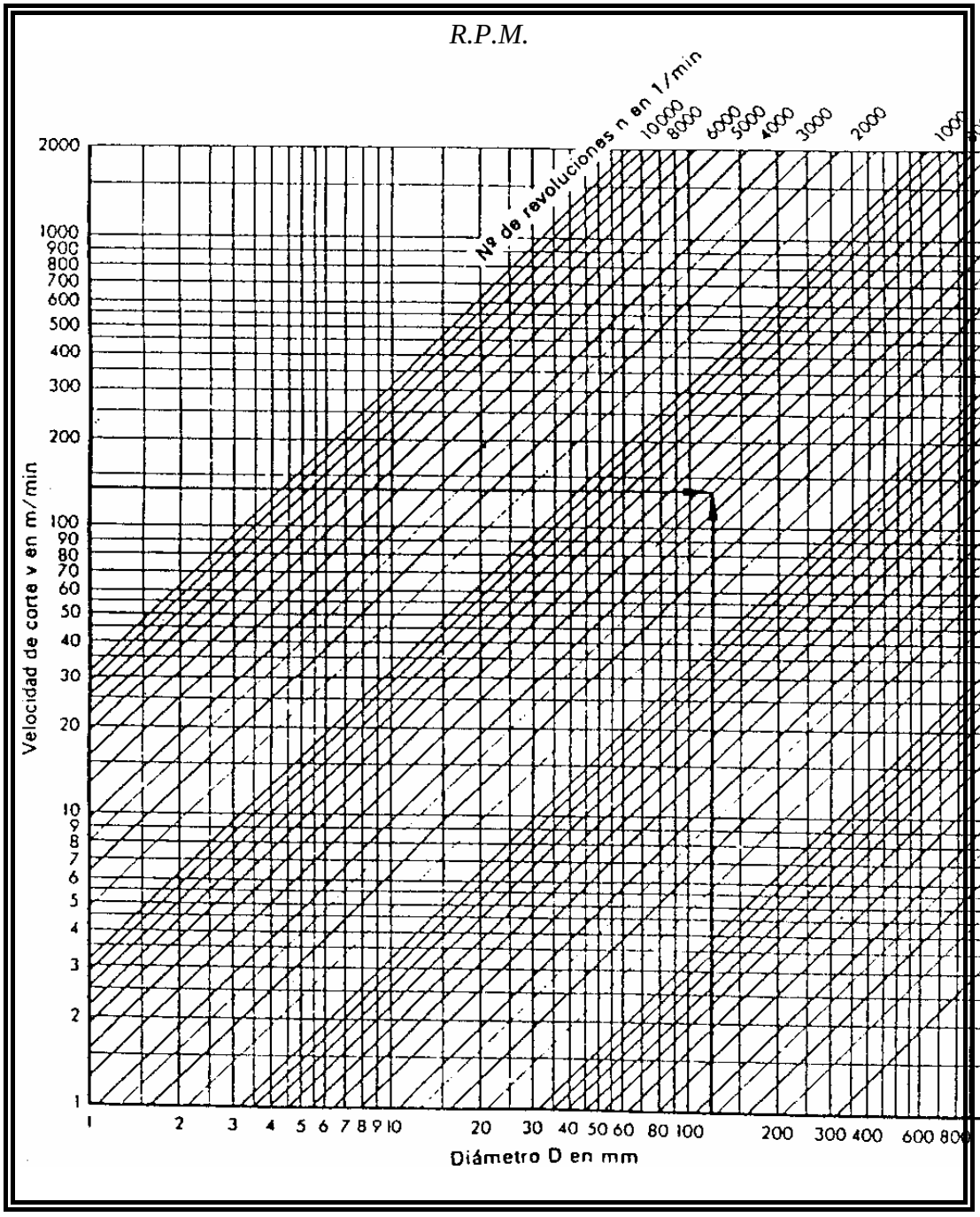
Tabla 9.9

DATOS DE CORTE orientativo para el torneado con HSS y refrigeración

Operación / Material	TORNEADO EXTERIOR			TORNEADO INTERIOR			RANURADO		ROSCADO	Ángulos de corte en el Torneado Ext.		
	Profundidad de corte (a) mm	Avance mm/ (s) Vuelta	Velocidad de corte (Vc) m/min	Profundidad de corte (a) mm	Avance (s) mm/vuelta	Velocidad de corte (Vc) m/min	Avance mm/ (s) vuelta	Velocidad de corte (Vc) m/min		Incidencia	Desprendim.	Incid. Secuenciana
F-1120	0´5-3	0´1-0´2 0´3	100-75 60	0´5-2	0´10-0´15 0´20	50-35 30	0´05 0´15	50 40	25-20	8^0	20^0	6^0
F-1140	0´5-3	0´1-0´2 0´3	75-60 40	0´5-2	0´10-0´15 0´20	35-30 20	0´05 0´15	30 25	20-15	8^0	14^0	6^0
F-1250	0´5-3	O´1-0´2 0´3	50-40 30	0´5-2	0´10-0´15 0´20	25-20 15	0´05 0´15	25 20	15-10	8^0	8^0	6^0
F-1540	0´5-3	0´1-0´2 0´3	75-60 40	0´5-2	0´10-0´15 0´20	35-30 20	0´05 0´15	35 30	20-15	8^0	14^0	6^0
F-1430	0´5-3	0´1-0´2 0´3	50-40 30	0´5-2	0´10-0´15 0´20	25-20 15	0´05 0´15	25 20	15-10	8^0	8^0	6^0
F-3110	0´5-3	0´1-0´2 0´3	45-35 25	0´5-2	0´10-0´15 0´20	25-20 15	0´05 0´15	30 20	15-10	8^0	8^0	6^0
F-2120	0´5-3	0´1-0´2 0´3	110-80 55	0´5-2	0´10-0´15 020	60-45 35	0´05 0´15	60 50	30-35	10^0	20^0	6^0
F-522	0´5-3	0´1-0´2 0´3	50-40 30	0´5-2	0´10-0´15 0´20	25-20 15	0´05 0´15	25 20	30-20	8^0	8^0	6^0
Fundición gris $\leq$ 200HB	0´5-3	0´1-0´2 0´3	80-60 40	0´5-2	0´10-0´15 0´20	45-35 20	0´05 0´15	35 30	15-10	6^0	0^0	6^0
Aleaciones de aluminio $\leq$	0´5-5	0´1-0´2 0´35	180-120 100	0´5-3	0´10-0´20 0´30	100-70 60	0´10 0´30	150 90	40-30	10^0	40^0	6^0

800HB												
Latón y bronce ∠ 110HB	0´5-5	0´1-0´2 0´35	140-120 90	0´5-3	0´10.0´ 20 0´30	75-65 50	0´10 0´30	100 80	30-20	6^0	0^0	6^0
Cobre ∠ 110HB	0´5-5	0´1-0´2 0´35	120-90 80	0´5-3	0´10-0´20 0´30	70-50 40	0´10 0´30	80 60	30-20	8^0	27^0	6^0

Tabla 9.10[30]



[30] **Gili Gustavo, Máquinas Herramientas, pp. 62-69**

EJERCICIO RESUELTO

- Una pieza de acero de d = 80 mm, debe ser trabajada en le torno, se tomará una Vc = 35 m/mm. Calcular el R.P.M. necesarias para realizar el torneado de dicha pieza.

Datos:

d = 80 mm *Vc = 35 m/mm* *n = ?*

Solución:

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{1000 \times 35}{3.1416 \times 80}$$

n = 139 R.P.M.

EVALUACIÓN

- Con sus palabras de una definición de proceso de trabajo o mecanizado.

_____

_____

_____

- Explique la diferencia entre: fase, subfase y operación. Ponga un ejemplo.

_____

_____

_____

- Indique lo que son las superficies asociadas.

_____

_____

_____

- Realice la descripción de un proceso de trabajo elemental:

_____

_____

_____

_____

_____

10. OPERACIONES FUNDAMENTALES EN EL TORNO PARALELO

EL REFRENTADO

10.1. DEFINICIÓN

Es la operación mediante la cual se aplanan las caras de una pieza, con la finalidad de obtener superficies paralelas y perpendiculares al eje del cabezal, además de obtenerse superficies de referencia.

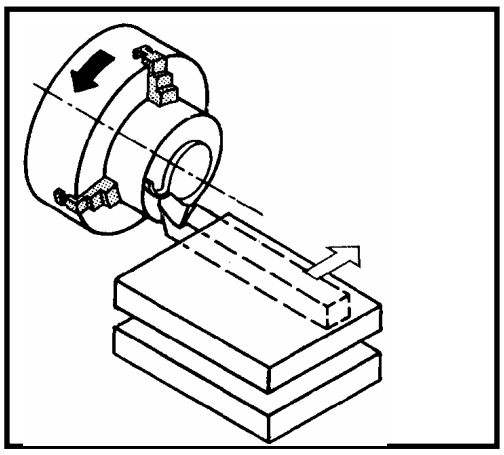


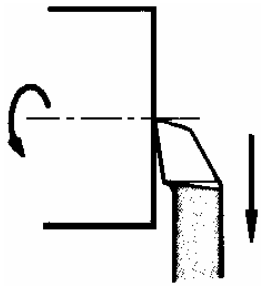
Fig. 10.1

Fuente: Mario Rossi, Máquinas Herramientas Modernas, pp 24

10.2. TIPOS DE REFRENTADO

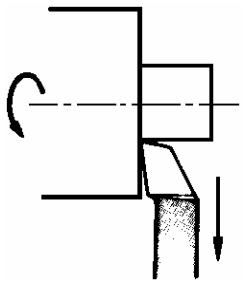
Básicamente existen dos tipos de refrentado:

a) Exterior: éste, a su vez, puede ser total o parcial.



Refrentado total

Fig. 10.2



Refrentado parcial

Fig. 10.3

Fuente: Mario Rossi, Máquinas Herramientas Modernas, pp 26

b) Interior: éste puede ser solamente parcial.

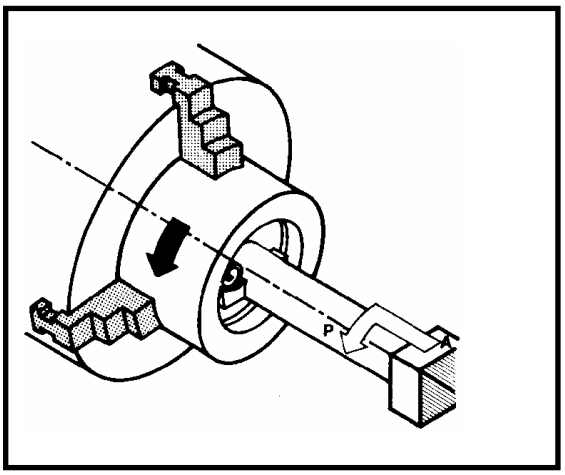


Fig. 10.4

Fuente: Mario Rossi, Maquinas Herramientas Modernas, pp 26

10.3. SUJECIÓN DE LA HERRAMIENTA

La herramienta del torno se fija rápidamente a un portaherramientas situado sobre el carro superior de la máquina. Según las exigencias del trabajo, se utilizan portaherramientas para la sujeción de una o varias herramientas simultáneamente.

10.3.1. PORTAHERRAMIENTAS DE TORRETA CON REGULACIÓN DE LA ALTURA DE LA HERRAMIENTA

Se trata de portaherramientas que permiten regular la altura dela herramienta por medio de los tornillos V, sin tener que recurrir a las chapitas de regulación. El portaherramientas puede estar fijado en tres posiciones diferentes sobre el bloque central giratorio que constituye la torreta.

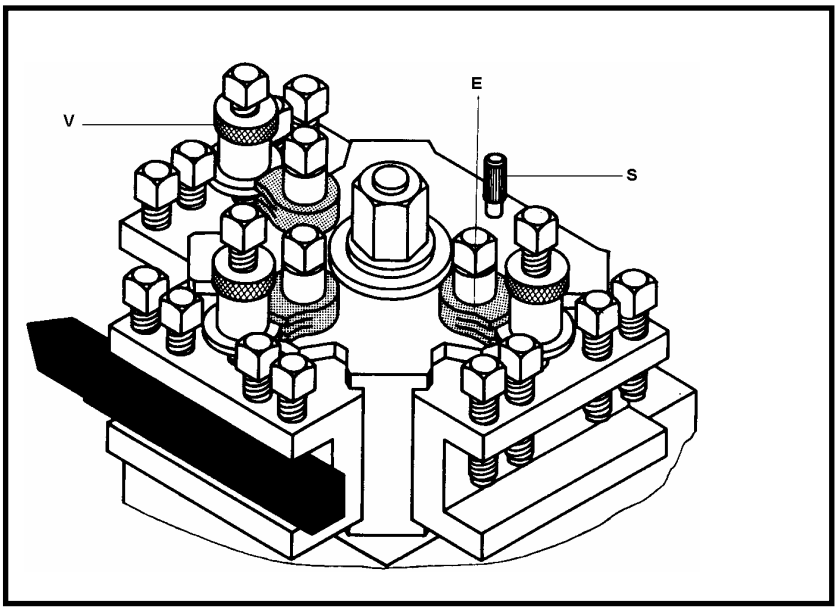


Fig. 10.5

Fuente: Mario Rossi, Maquinas Herramientas Modernas, pp 29

El bloqueo a la altura deseada se efectúa mediante una excéntrica E. La orientación del bloque central giratorio en la posición deseada se obtiene mediante la clavija de posición *S*.

10.3.2. FORMA DE COLOCAR LA HERRAMIENTA A LA ALTURA CORRECTA

Las herramientas utilizadas pueden ser: DIN 4957 (ISO 403)
DIN 4960 (ISO 406)

Para colocar la herramienta de la mejor manera debemos seguir los siguientes pasos:

1. Colocar en la caña del contrapunto el punto fijo o giratorio.

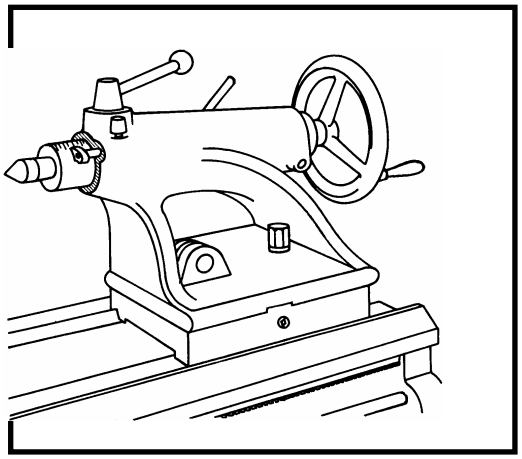


Fig. 10.6

2. Colocar el portaherramientas en la torreta, perpendicular al eje del cabezal del torno.
3. Colocar la herramienta en el portaherramientas, sujetándola ligeramente.
4. Girar el bloque portaherramientas de manera que el filo cortante de la herramienta quede a unos pocos milímetros del punto fijo o giratorio.

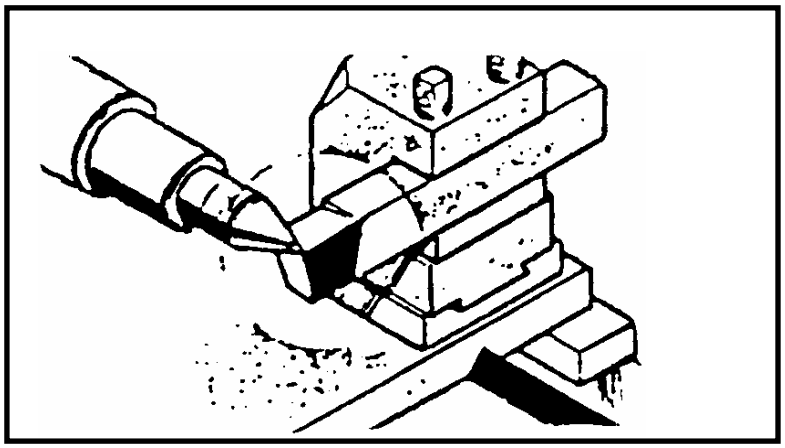


Fig. 10.7

5. Aflojar la excéntrica E.

6. Regular por medio del tornillo V la altura de la herramienta, de manera que la punta de la misma quede a la altura del punto.

7. Apretar fuertemente la excéntrica E.

8. Regresar el portaherramientas a la posición inicial y asegurar los dos primeros pernos que aprietan a la herramienta.

IMPORTANTE: La parte de la herramienta que sobresale del portaherramientas debe ser reducida, a fin de evitar que exista un brazo de palanca excesivo, además todos los pernos y tornillos de fijación deben estar correctamente apretados a fin de evitar vibraciones.

10.3.3. SUJECIÓN DE LA PIEZA[31]

La diversidad de formas y tamaños de las piezas a sujetar exige diferentes tipos de elementos de sujeción. Estos elementos tienen que transmitir el movimiento principal del torno a la pieza a mecanizar y soportar sólidamente la reacción que se origina en la formación de la viruta.

Existen diversas formas de sujeción. En este capítulo estudiaremos solamente el que vamos a utilizar:

a. Platos autocentrantes: cuando una pieza a tornear es de pequeñas dimensiones se fija con platos autocentrantes, es decir, que aseguran automáticamente la coaxialidad de la pieza en el plato. Con los autocentrantes es posible fijar piezas de forma cilíndrica o poligonal regular.

Los platos autocentrantes están formados por un cuerpo cilíndrico con tres o cuatro guías radiales; a lo largo de las guías se deslizan las mordazas G que son las que fijan la pieza a trabajar. El movimiento de las mordazas viene dado por la llave de manos V.

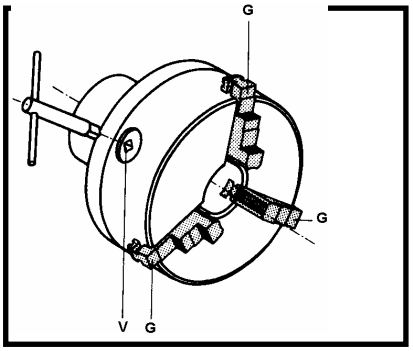


Fig.10.8

[31] **Rosi Mario, Máquinas Herramientas Modernas, pp. 24-27**

10.4. OPERACIÓN DEL REFRENTADO

Esta operación se realizará con movimiento manual de la herramienta.

10.4.1. PASOS A SEGUIR:

1. Sujetar la pieza y la herramienta, según lo indicado anteriormente.
2. Colocar el número de revoluciones por minuto (RPM) calculado en la máquina.
3. Inclinar la torreta portaherramientas cuatro grados. Revisar el gráfico.

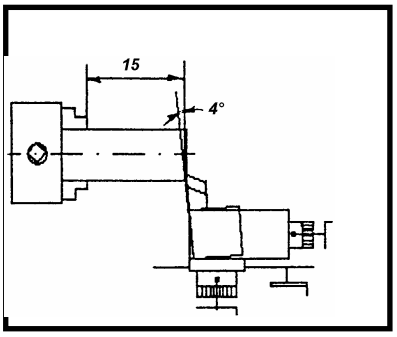


Fig. 10.9

4. Aproximar la herramienta con los carros longitudinal y transversal, hasta que roce contra la cara frontal de la pieza.
5. Bloquear el carro longitudinal.
6. Colocar a cero el tambor del carro superior.

10.4.2. FORMAS DE REALIZAR EL REFRENTADO

a. Desbastado: de fuera hacia dentro.

1. Colocar la herramienta en la parte externa de la pieza.

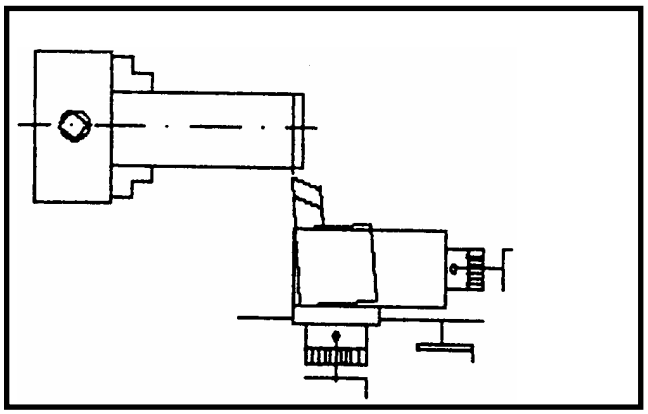


Fig. 10.10

2. Dar la profundidad de pasada por medio del carro superior, hasta 0,5 mm.

3. Poner en marcha el torno.

4. Avanzar con el carro transversal hacia el centro de la pieza. Este movimiento debe realizarse por medio de las dos manos, de manera que la rotación de la manivela sea continua.

5. Realizar las pasadas necesarias, controlando con el carro superior la profundidad de pasada.

6. Parar la marcha del torno.

b. Acabado: de dentro hacia fuera.

1. Colocar la herramienta en el centro de la pieza.

2. Poner en marcha el torno.

3. Dar la profundidad de pasada por medio del carro superior.

4. Avanzar con el carro transversal hacia afuera de la pieza.

5. Repetir lo anterior hasta obtener una superficie completamente lisa. Debe quitarse la menor cantidad de material.

6. Parar la marcha del torno.

7. Retirar la pieza del autocentrante.

8. Trabajar la cara opuesta, utilizando un proceso similar al anterior.

9. La pieza debe quedar con la longitud establecida en el dibujo.

10. La cara terminada deberá tener un aspecto de rayas concéntricas parejas.

10.4.3. NORMAS DE OBSERVACIÓN[32]

Se recomienda observar las siguientes normas:

- No se debe manipular ningún mecanismo mientras el torno esté en marcha.
- Hay que tener en cuenta la posición de la herramienta al manipular las piezas, porque al verificar, a veces corta como auténtica cuchilla.
- No se debe dejar las piezas con rebabas, porque puede producirse cortes durante el trabajo y posteriormente.
- Ponga mucho cuidado con el acabado y medidas.
- Planifique el trabajo.
- Verifique las RPM.
- No realice ningún movimiento si no está seguro.
- Verifique que el dispositivo del automático esté desconectado.
- Manténgase en el lugar de trabajo.
- Recuerde que el taller es un aula de clase, por lo tanto no se come ni se habla.
- Revise cuidadosamente su proceso de trabajo.

10.5. EJECUCIÓN DE CENTROS

10.5.1. FIJACIÓN DE LA PIEZA

El sistema de fijación varía según la forma y dimensiones de la pieza a mecanizar. Puede ser:

[32] **Rosi Mario, Máquinas Herramientas Modernas, pp. 28-35**

a. Con plato autocentrante: **piezas lisas y uniformes.**

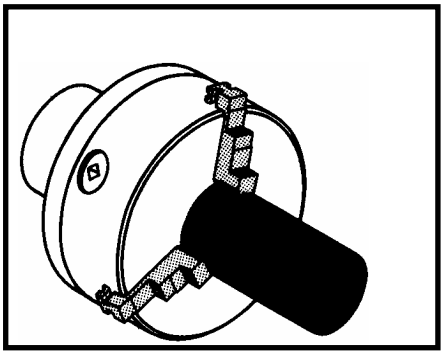


Fig. 10 .11a

b. Con plato autocentrante y luneta fija**: piezas largas**

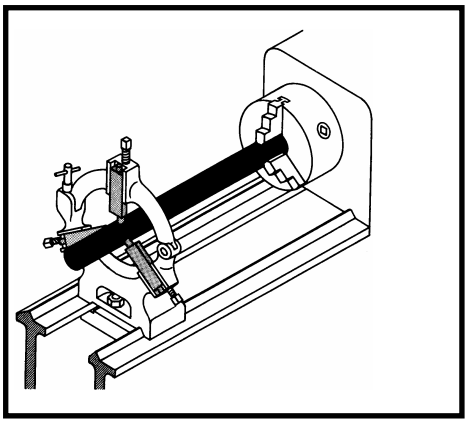


Fig. 10.11b

c. Con plato de cuatro mordazas independientes: **piezas fundidas o de formas especiales**.

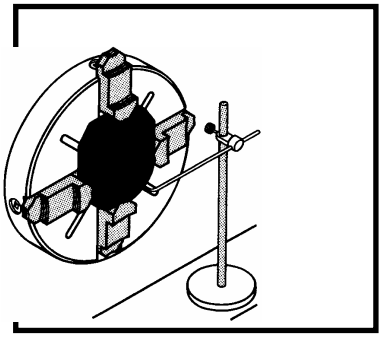


Fig. 10.11c

10.5.2. DEFINICIÓN

Es la operación por la cual, con brocas especiales, se ejecutan agujeros cilindros-cónicos sobre la cabecera de las piezas que se deben tornear entre puntas.

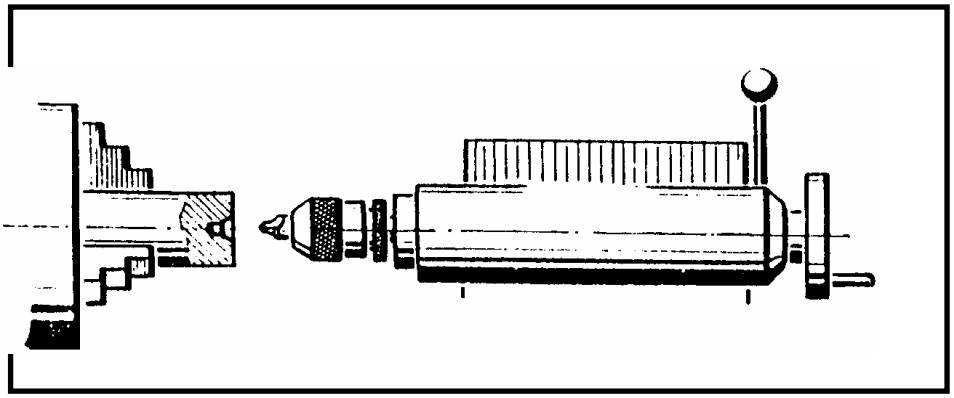


Fig. 10.12

10.5.3. TIPOS DE CENTROS

10.5.3.1. **Ordinarios:** con agujero pequeño y conicidad 60°. Se realiza con la broca de centros común.

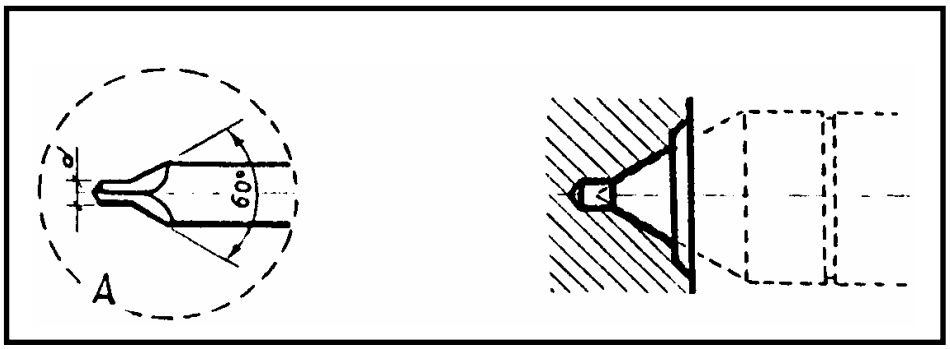


Fig. 10.13

Fuente: Mario Rossi, Maquinas Herramientas Moderna, pp 30

Protegidos: con un pequeño rebaje que impide que el centro se deteriore. Es realizado con una broca especial o con una broca de centrar común y la herramienta.

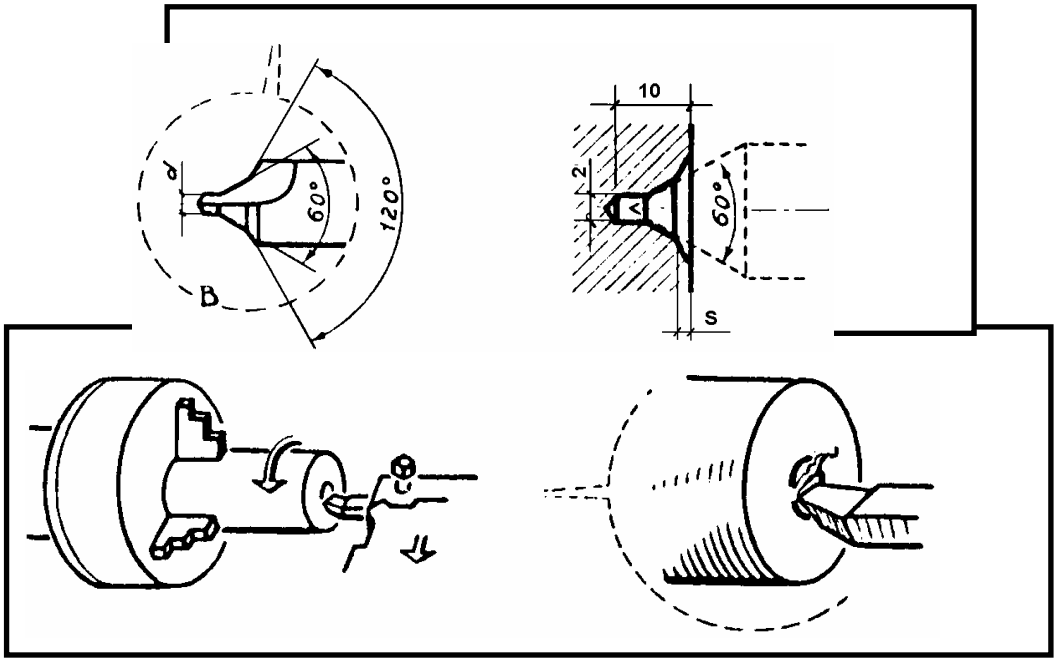


Fig. 10.14

Especiales: con ángulo mayor de 60°, hasta 90° para piezas pesadas.

Para agujeros roscados: es necesario realizar una parte cilíndrica para que proteja la iniciación de la rosca.

Para piezas perforadas: con la herramienta de refrentar se efectúa en la extremidad del agujero un chaflán de 60°, inclinando el carro superior 30°.

10.5.3. DIMENSIONES DE LOS CENTROS

Se definen según el diámetro del agujero d que precede al fresado y depende de las dimensiones y el peso de la pieza.

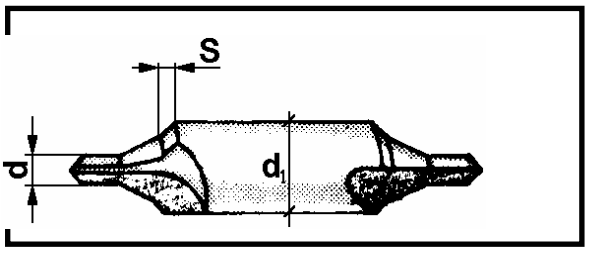


Fig. 10.15

d : diámetro menor de la broca

d_1 : diámetro mayor del cono

S : profundidad de la protección

D_1 : diámetro de la pieza

P : peso aproximado de la pieza

DIMENSIONES DE LAS BROCAS DE CENTRO

Tabla 10.1

d	d1	S	D1	P
1	2,5	0,4	5	100
1,5	3,8	0,6	8	200
2	5	0,8	12,5	150
2,5	6,3	0,9	18	630
2,5	6,3	1	25	800
3	7,5	1,2	25	1250
4	10	1,5	36	1700
5	12	1,8	50	1900
6	15	1,9	70	2200

IMPORTANTE: Para piezas muy delicadas conviene repasar los centros después del desbaste

10.5.4. FORMA DE REALIZAR LOS AGUJEROS DE CENTROS

1. Colocar el mandril porta brocas en la caña del contrapunto.

2. Fijar la broca de centros en el mandril porta brocas.

3. Aproximar el contrapunto a la pieza y bloquearlo en la bancada.

4. Disponer de un número elevado de revoluciones, ya que se trata de pequeños diámetros. (Aproximadamente 9000 RPM).

5. Accionando el volante del contrapunto con ambas manos. Aproximar despacio la punta de la broca hacia la pieza en rotación, refrigerando abundantemente.

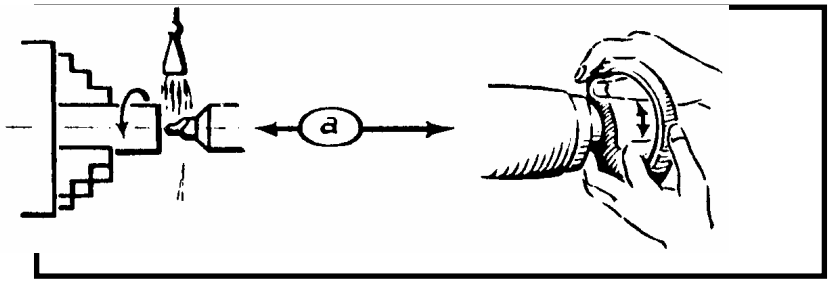


Fig. 10.16

6. Cuando la broca llega a iniciar el fresado, retirarla un instante para favorecer la salida de la viruta y retomar con atención nuevamente el avance.
7. Obtenido el diámetro d_1, mantener por unos segundos la broca en la posición para alisar perfectamente la parte cónica.

8. Retirar la broca, soltar el bloqueo del contrapunto y retirarlo si no hubiere más centros que realizar.

ADVERTENCIAS:

- El centro defectuoso puede provocar graves anomalías en el torneado de las piezas entre puntos.

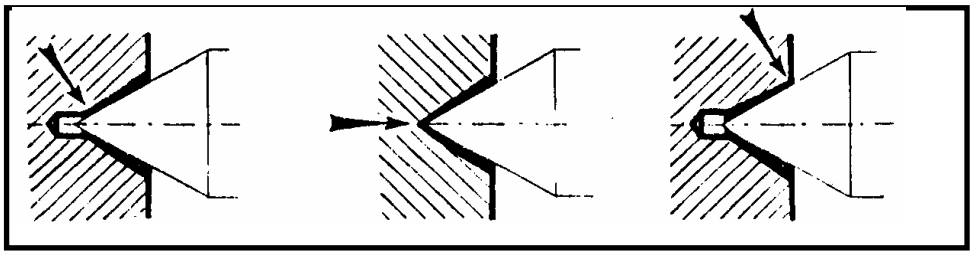


Fig. 10.17 Centros defectuosos

Las piezas que tienen que ser sometidas a varias operaciones (temple, cementado, rectificado, etc.) conviene que tengan el centro protegido.

No ejecutar centros sobre piezas torcidas.

10.6. EL CILINDRADO

10.6.1. DEFINICIÓN

Es la operación mediante la cual se da la forma y dimensiones a la superficie lateral de un cilindro recto de revolución.

10.6.2. TIPOS DE CILINDRADO EXTERIOR

Existen dos tipos de cilindrado exterior:

a) Parcial: **cuando se realiza en una parte de la pieza.**

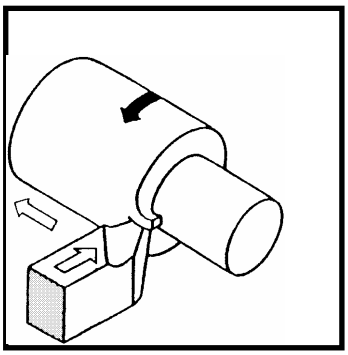


Fig. 10.18ª *Fuente*: Maquinas Herramientas Moderna

b) Total: **cuando se realiza en la totalidad de la pieza.**

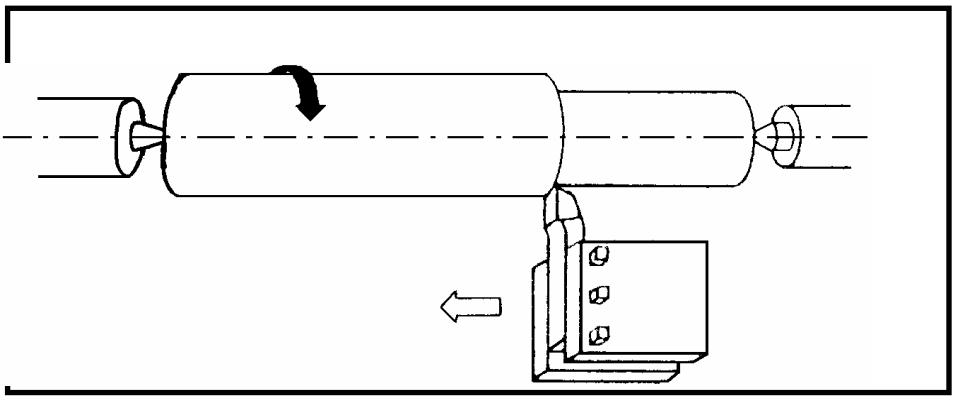


Fig. 10.18b

Fuente: Máquinas Herramientas Moderna

IMPORTANTE: La sujeción y centrado tanto de la herramienta como de la pieza ya fue descrito en el párrafo 1.3. Si tiene alguna duda revíselo nuevamente.

10.6.3. OPERACIÓN DEL CILINDRADO[33]

Esta operación se realizará con movimiento manual de la herramienta. La herramienta a utilizar puede ser: DIN 4951 (ISO 401).

Pasos a seguir

1. Sujetar la herramienta en el portaherramientas, de acuerdo a lo indicado.
2. Colocar la pieza en el mandril autocentrante con la suficiente salida para la herramienta (longitud a cilindrar más 10 milímetros).
3. Colocar el número de revoluciones por minuto (RPM) de acuerdo a lo calculado.
4. Aproximar la herramienta con los carros longitudinal y transversal.
5. Señalar la longitud a cilindrar con el compás o calibrador y realizar una raya con la cuchilla.

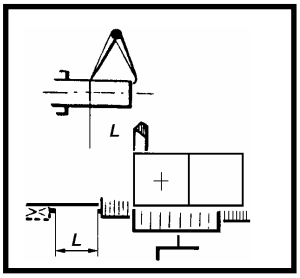


Fig.10.19

6. Con el carro transversal llevar la herramienta hasta que roce muy suavemente con la pieza. Colocar a cero el tambor.

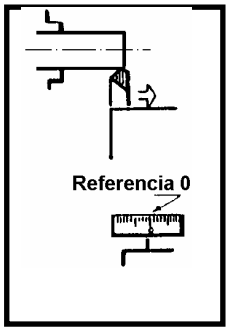


Fig. 10.20

[33] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 337-339**

7. Retirar hacia la derecha la herramienta y dar la profundidad de pasada, avanzar 1 mm con el carro transversal.

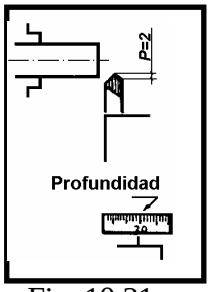


Fig. 10.21

8. Poner el torno en marcha.

9. Iniciar la pasada unos pocos milímetros, detener el torno y medir el diámetro obtenido.
10. Si la profundidad de pasada es exacta, continuar con el cilindrado a mano, caso contrario dar las pasadas necesarias hasta obtener el diámetro indicado.

IMPORTANTE: Para habituar al alumno a SENTIR el trabajo de la herramienta, deberá ejercitarse en la maniobra del volante del carro longitudinal con ambas manos

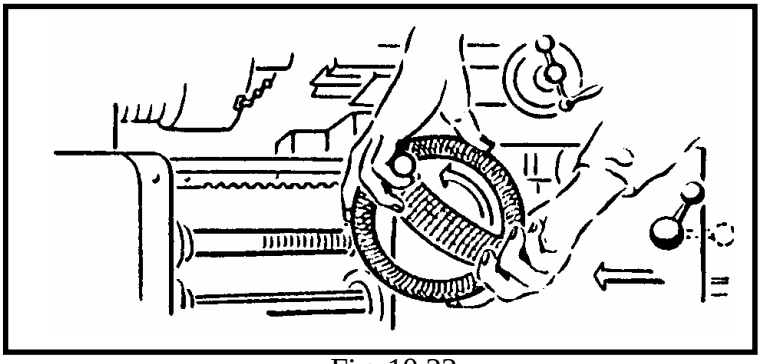


Fig. 10.22

NOTA: Para conocer el valor en milímetros (mm) de las divisiones del tambor del carro transversal, se mide el desplazamiento obtenido con una vuelta completa de la manivela y se divide la cantidad obtenida por el número de rayas. El valor encontrado se refiere al avance lineal del carro transversal; esto es, a la reducción sobre el radio de la pieza. Para el diámetro, la reducción será del doble de la profundidad de pasada.

11. En las pasadas de acabado se aumentan las RPM y se disminuye el avance de la herramienta.

10.6.4. ENLACE RECTO

Cuando una pieza tiene la forma que indica la figura a continuación, se llama enlace recto. Se define al enlace recto como la superficie plana perpendicular al eje de la pieza que une dos cilindros coaxiales de distintos diámetros.

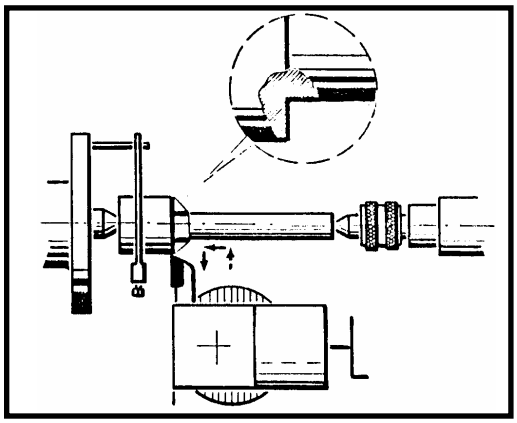


Fig. 10.23

PASOS A SEGUIR[34]

La herramienta utilizada puede ser: - DIN 4957 (ISO 403)
- DIN 4960 (ISO 406)

1. Aproximar la herramienta con los carros longitudinal y transversal.
2. Controlar que el carro superior se encuentre a cero grados.
3. Bloquear el carro longitudinal.
4. Poner en marcha el torno.
5. Avanzar con el carro superior hasta la medida y salir con el carro transversal las veces necesarias. Para obtener un mejor resultado se puede inclinar el bloque portaherramientas unos dos grados.

[34] **Rosi Mario, Máquinas Herramientas Modernas, pp. 43-47**

EVALUACIÓN

1. Escriba con sus propias palabras la definición de refrentado.

.....

.....

.....

2. Por medio de un gráfico describa el refrentado exterior total.

3. Para la elección de la herramienta, ¿qué elementos se determinan?

.....

.....

.....

4. Describa las normas para la fijación de la herramienta.

.....

.....

.....

5. Hable sobre los platos autocentrantes.

.....

.....

.....

6. Describa la operación de refrentado.

.....

.....

7. Con sus palabras dé la definición de la ejecución de centros.

.....

.....

.....

.....

8. Enumere los principales tipos de centros.

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

9. Describa el método de trabajo en la ejecución de centros.

.....

.....

.....

.....

10. Cite las principales causas por las que se rompe una broca.

.....

.....

.....

11. OPERACIONES FUNDAMENTALES EN EL TORNO PARALELO

EL TALADRADO

11.1. DEFINICIÓN

Es la operación con la cual se quita el núcleo central de una pieza en rotación.

11.2. MOVIMIENTOS PRINCIPAL Y DE AVANCE

En toda máquina taladradora el movimiento principal se logra haciendo girar la broca y permaneciendo fija la pieza; por el contrario, en el torno, el movimiento principal o de giro lo da la pieza y el movimiento de avance lo da la broca.

La broca normalmente se coloca en el contrapunto, haciéndola avanzar manualmente contra la pieza, por medio del volante.

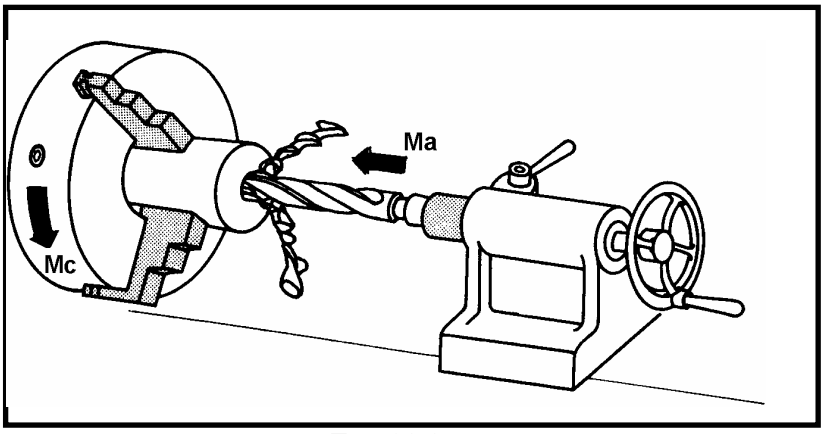


Fig. 11.1

Fuente: Mario Rissi, Máquinas Herramientas Modernas, pp 50

11.3. OPERACIÓN DE TALADRADO[35]

[35] **Rosi Mario, Máquinas Herrámientas Modernas, pp. 50-54**

1. Las brocas cilíndricas hasta 13 mm (fig. 11.2) se montan en el mandril portabrocas colocado en el contrapunto; mientras que las brocas de cola cónica (fig. 11.3) se fijan directamente o con cono de reducción en el contrapunto.

2. Fijar el contrapunto a la bancada y poner en cero la graduación del husillo del contrapunto.

3. Avanzar ligeramente la broca con la rotación del volante de tal manera que se provoque una leve impresión en el centro de la pieza.

4. Apenas las puntas extremas cortantes han penetrado en la pieza, extraer la broca y controlar el diámetro. Asegúrese de que la broca no ejecute un agujero de diámetro más grande, a causa de los cortantes mal afilados.

5. Descargar a menudo las virutas, limpiar la broca con una brocha y refrigerar la cabeza de la broca.

6. Para agujeros profundos alternar el perforado con brocas de distintos diámetros, a fin de facilitar la descarga de la viruta.

7. La profundidad del agujero se controla de la siguiente manera:

- Con calibrador.
- Con el tambor graduado del contrapunto.
- Con la graduación milimétrica del husillo del contrapunto.

11.4. VELOCIDAD DE CORTE (Vc)

La velocidad de corte debe ser más baja que en la máquina taladradora, a causa de la dificultad de refrigeración, debido a la posición horizontal de la broca.

En general se puede elegir una velocidad correspondiente a la mitad de la empleada en el torneado fino.

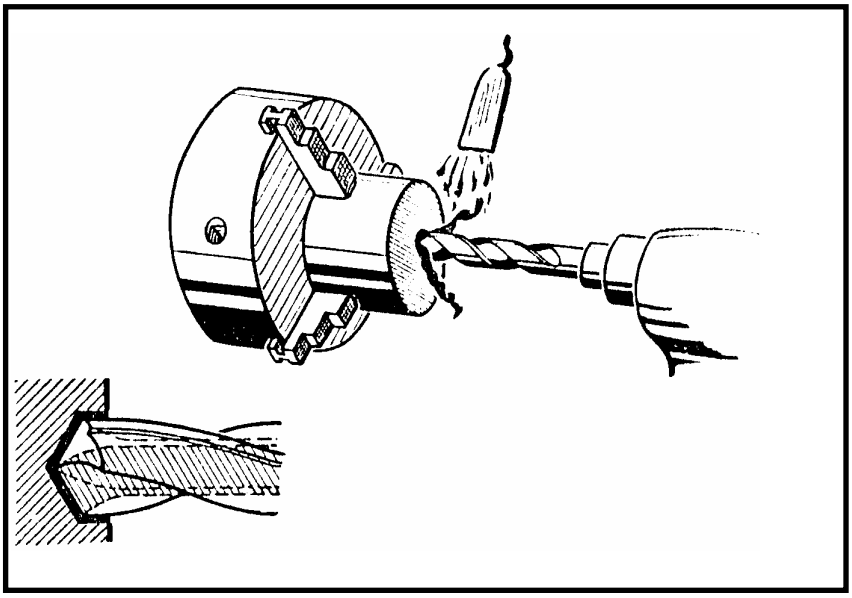


Fig. 11.4

Fuente: Máquinas Herrámientas Modernas, pp 56

11.5. ADVERTENCIAS

- Un exceso de velocidad y de avance malogra prematuramente los cortantes y las caras de guía de la broca.

- El astillamiento de las cortantes es debido al exceso de incidencia y un avance exagerado.

- Las causas principales de las roturas de las brocas son las siguientes:

1. Desgarramiento de las caras de guía con la pieza por falta de refrigeración.
2. Entrada muy brusca de la broca al iniciar el agujero, o después de la descarga de la viruta.
3. Imposibilidad de la salida de la viruta, que fuerza exageradamente a la broca contra la pieza.

11.6. TORNEADO CÓNICO

DEFINICIÓN: Es la operación mediante la cual, empleando diversos métodos, se obtienen superficies cónicas o de cono truncado interiores o exteriores.

11.6.1. GENERALIDADES

En líneas generales es muy parecido al torneado de cilindros, pero presenta algunas peculiaridades. El torneado cónico se efectúa con las mismas herramientas utilizadas en el torneado de piezas cilíndricas, en cambio varían las técnicas del mecanizado, atendiendo particularmente a las disposiciones de la pieza cónica a trabajar y en dependencia de su forma y dimensiones.

11.6.2 CONICIDAD

Se entiende por conicidad la relación entre los diámetros de dos secciones rectas del cono y su separación (figura 5).

El ángulo de conicidad es el ángulo α del vértice del cono.

$$\text{Conicidad} = \frac{D - d}{l}$$

11.6.3 INCLINACIÓN

Se entiende por inclinación la relación entre la semidiferencia de los diámetros de dos secciones rectas y su separación (Fig. 11.5).

El ángulo de inclinación es igual a la mitad del ángulo de conicidad $\alpha/2$.

$$\text{Inclinación} = \frac{D - d}{2l}$$

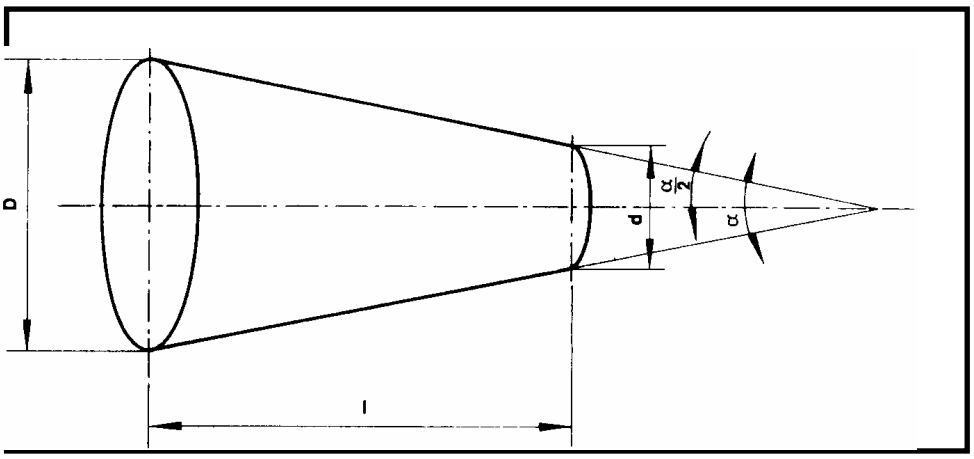


Fig. 11.5

Fuente: Máquinas Herramientas Modernas, pp 59

11.6.4. TORNEADO CÓNICO MEDIANTE ROTACIÓN DEL CARRO SUPERIOR[36]

Este sistema se utiliza para tornear conos de cualquier conicidad cuando la longitud a trabajar es menor que la carrera del carro superior.

Girando la plataforma del carro superior alrededor de su propio eje se puede disponer las guías del mismo, de manera que formen un ángulo cualquiera con el eje del torno. Haciendo avanzar el carro superior la herramienta recorre una recta paralela a las guías, inclinada $\alpha/2$ respecto al eje del torno. El ángulo que deben girar la plataforma es igual al ángulo de inclinación del cono a fabricar (Fig. 11.6).

Puesto que la escala graduada de la plataforma fija no dispone ni de nonio, ni de lente de aumento, su lectura es imprecisa. La escala sirve para girar el carro superior de una forma sólo aproximada. Para proceder es necesario conocer el valor de los

[36] **Rosi Mario, Máquinas Herramientas Modernas, pp. 53-56**

diámetros mayor y menor del cono y su separación. En el caso que uno de los diámetros no esté indicado en el croquis de la pieza, es preciso calcularlo.

Ejemplo: para una pieza con $d = 15$, $l = 80$, $Conicidad = \frac{1}{20}$

Se obtiene D a partir de la fórmula $\frac{\boldsymbol{D-d}}{\boldsymbol{l}} = Conicidad$

$$\frac{\boldsymbol{D}-15}{80} = \frac{1}{20}$$

$$\boldsymbol{D} = \frac{80}{20} + 15$$

$$\boldsymbol{D} = 19\ \boldsymbol{mm.}$$

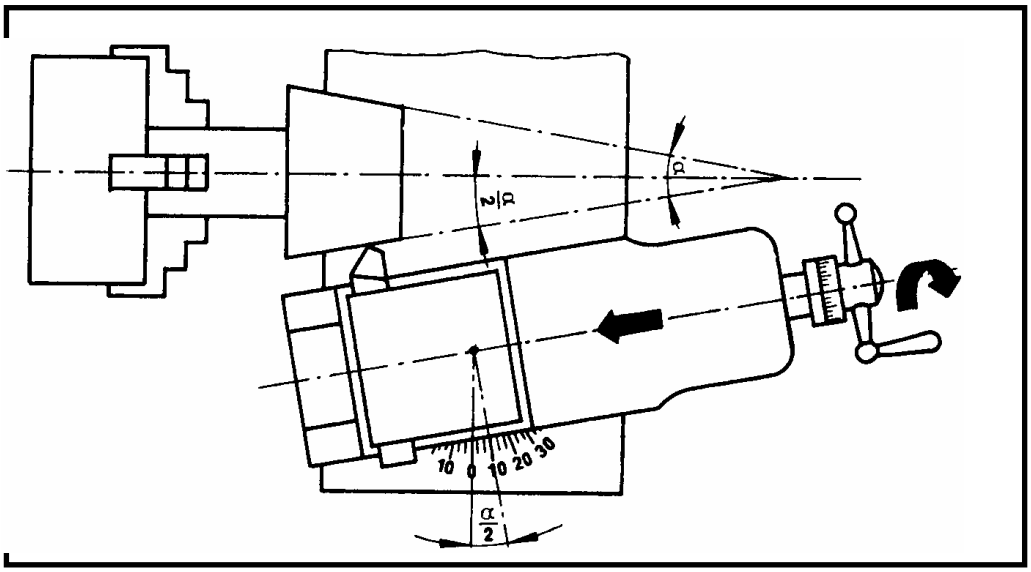


Fig. 11.6

Fuente: Máquinas Herramientas Modernas

11.6.5. TORNEADO CÓNICO INTERIOR

El procedimiento seguido para el torneado de conos interiores es análogo al utilizado para tornear externamente. El ángulo que se debe girar la plataforma es igual al ángulo de inclinación de cono que se pretenda fabricar (Fig. 11.7).

La herramienta utilizada en el torneado cónico interior es la herramienta normal de mandrinar agujeros.

Es preferible disponer la herramienta en el lado del portaherramientas más próximo al operario, para evitar vibraciones.

El control de la conicidad de los conos interiores se efectúa con un calibre cónico. Cuando se construya un cono interior para acoplarse con un cono exterior, debe fabricarse en primer lugar el cono exterior, de manera que nos sirva para controlar la conicidad del cono interior.

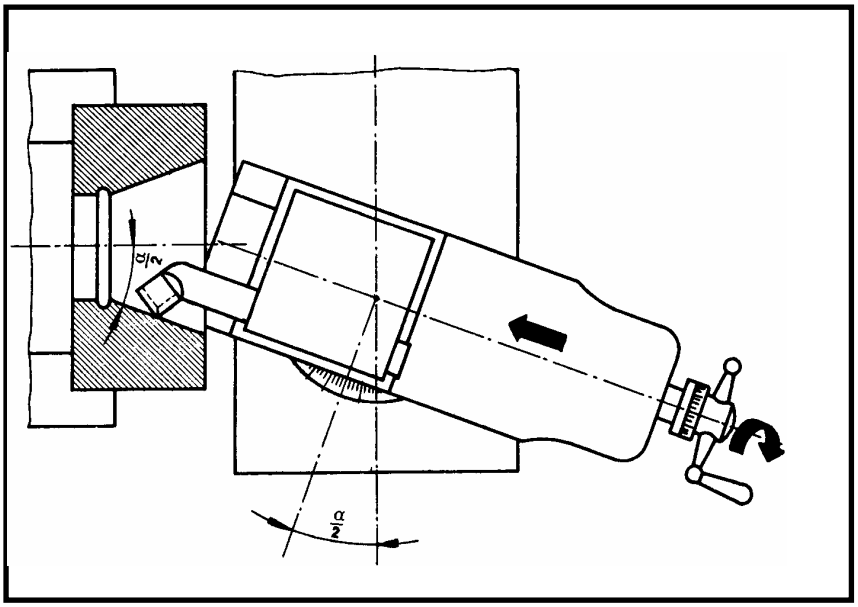


Fig. 11.7

Fuente: Máquinas Herramientas Modernas, pp 60

11.7 OPERACIÓN DE TORNEADO CÓNICO[37]

1. Inclinar el carro superior según lo especificado en el dibujo.

2. Colocar la pieza y la herramienta de acuerdo a las normas establecidas.

3. Colocar las RPM calculadas.

[37] **Rosi Mario, Máquinas Herramientas Modernas, pp. 62-65**

4. Aproximar la herramienta con los carros longitudinal y transversal.

5. Bloquear el carro longitudinal.
6. Dar la profundidad de pasada con el carro transversal.

7. Realizar el avance manual con el carro superior. Acabada la pasada regresar con el mismo carro.
8. Con pasadas sucesivas efectuar el desbastado del cono.

9. Efectuar las pasadas necesarias, controlando con las medidas del dibujo.

10. Realizar el acabado observando las normas para el acabado manual, a fin de obtener una superficie regular y tan lisa como sea posible.

11.7. ADVERTENCIAS

- Cuando la pieza cónica por ejecutar es muy larga, conviene comprobar si la carrera del carro superior permite ejecutar la pasada completa. En caso contrario, se deberá recurrir a un torno más grande u otro sistema de torneado cónico.

EVALUACIÓN

1. Con sus palabras dé la definición de la ejecución de centros.

   .....
   .....
   .....

2. En el taladrado en el torno el movimiento principal lo da ..... y el movimiento de avance lo da .....

3. Describa el método de trabajo en la ejecución de centros.

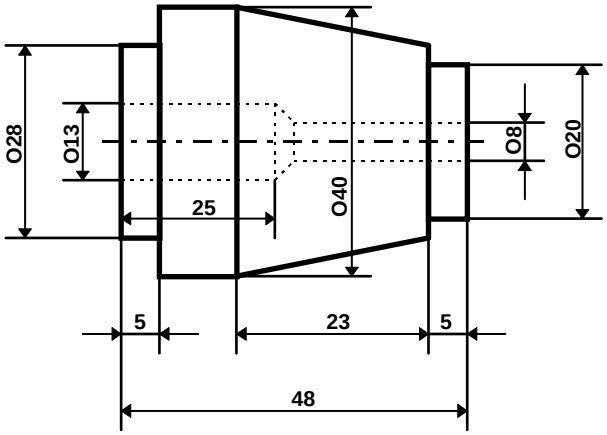
   .....
   .....
   .....

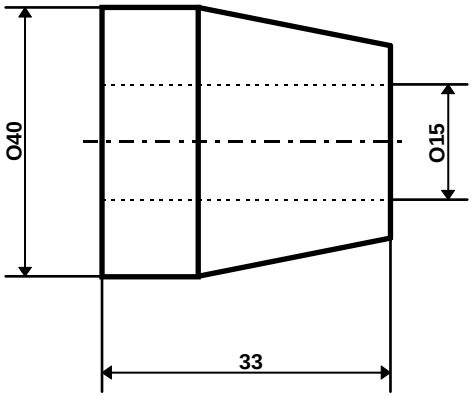
4. Cite las principales causas por las que se rompe una broca.

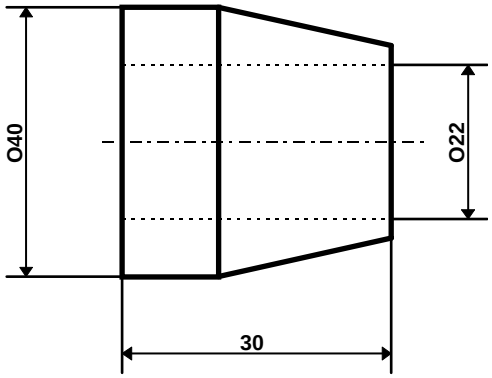
5. Describa el método de trabajo en el taladrado.

   .....
   .....
   .....

6. Realice los siguientes procesos de trabajo.







7. Explique la diferencia entre conicidad e inclinación.

.....

.....

.....

.....

8. Con sus propias palabras explique el torneado cónico exterior mediante la rotación del carro superior.

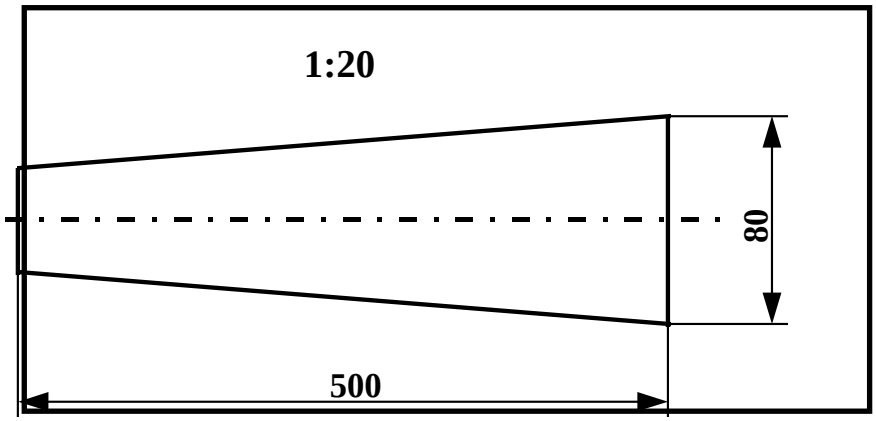
.....

.....

.....

.....

9. En base al siguiente dibujo realice los cálculos necesarios para realizar un torneado cónico.



12. TROCEADO Y MOLETEADO

12.1. EL TROCEADO[38]

El troceado en el torno es la operación que consiste en cortar la pieza en partes. Al igual que en el refrentado la herramienta avanza progresivamente desde la periferia al centro de la pieza, trabaja sobre un diámetro que se va reduciendo continuamente para anularse en el centro Fig. 12.1 para grandes espesores es conveniente cambiar el número de revoluciones dos o más veces lo ideal sería disponer de variador de velocidad.

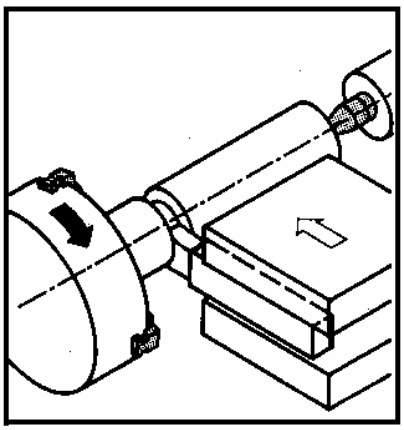


Fig. 12.1

El peligro principal está en la salida de la viruta ya que el ancho teórico es igual a la ranura por efectos del calor de corte la viruta tiende a dilatarse se aprieta contra la ranura particularmente cuando el canal tiene cierta profundidad (Fig. 12.2) para evitar el excesivo calentamiento se debe refrigerar eficazmente pieza y viruta.

[38] **Vidondo Tomás, Tecnología del Metal 1-2, pp. 351-353**

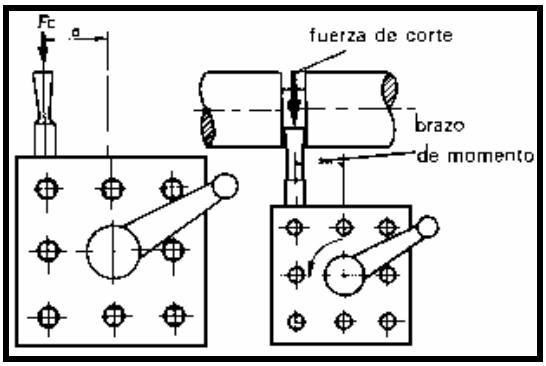


Fig. 12.2

Fuente: Tecnología del Metal 1-2, pp 351

12.2. HERRAMIENTAS DE TROCEAR.

Para pequeños espesores se recomienda utilizar herramientas rígidas (Fig. 12.3A), los ángulos de desprendimiento lateral de éstas cuchillas tienen un valor de unos 2^0 (Fig. 12. 3B)

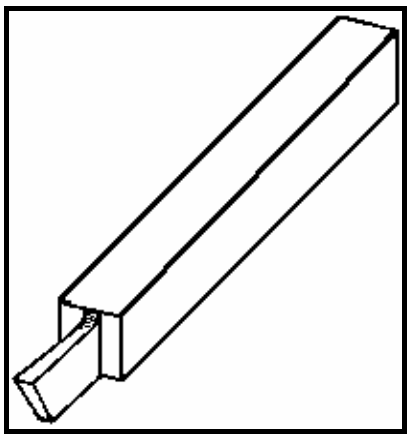


Fig. 12.3A

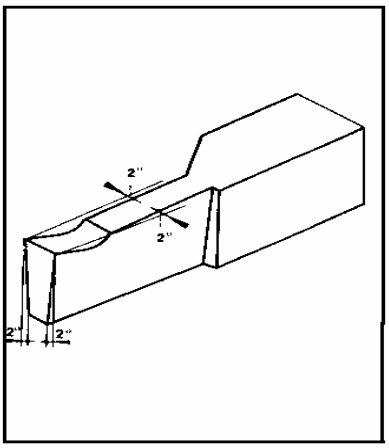


Fig. 12.3B

Para espesores mayores emplear herramientas elásticas capaces de deformarse dentro de ciertos límites cuando se presentan sobrecargas, estas herramientas elásticas pueden ser como la (Fig. 12.4) o también cuchillas montadas en porta herramientas especiales elásticas (Fig. 12.5).

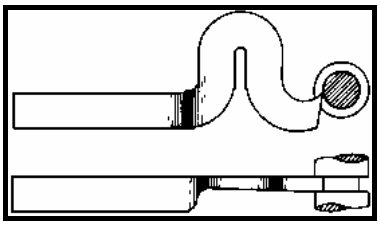


Fig. 12.4

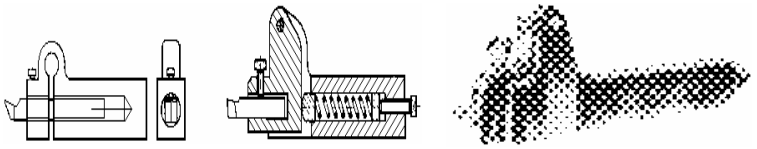


Fig. 12.5

Las piezas cortadas deben resultar sin rebabas y completamente refrentados. Para lo cual debemos afilar la cuchilla de tal manera que el filo cortante no quede paralelo al eje sino inclinado con la punta más larga junto a la pieza que se separa. (Fig. 12.6).

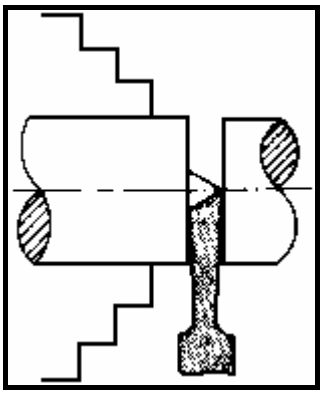


Fig. 12.6

12.2.1. SENTIDO DE ROTACIÓN[39]

En el troceado es preferible colocar la herramienta al revés, puesto que de este modo se reducen considerablemente las vibraciones de la máquina y una mejor salida de la viruta. (Fig. 12.7) el sentido de la rotación de la pieza debe ser horario (contrario a la normal).

[39] **Vidondo Tomás, Tecnología del Metal 1-2, pp. 355-357**

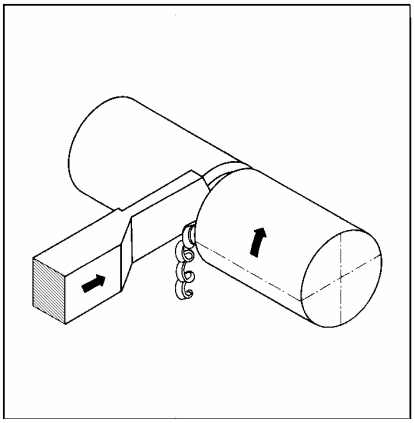


Fig. 12.7

Fuente: Tecnología del Metal 1-2, pp 355

Cuando la pieza gira en sentido normal tiende a montarse sobre la herramienta y arrastrarla hacia adentro esto se puede evitar cuando el torno está en condiciones buenas sin juego en el eje y carro transversal. (Fig. 12.8).

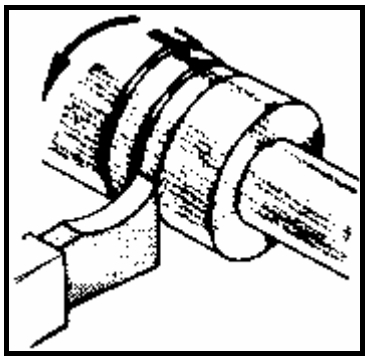


Fig. 12.8

12.3. OPERACIÓN DE TROCEADO.

Fijar la pieza con el menor voladizo posible y la herramienta a la altura adecuada y perfectamente recta con respecto a la canal para evitar el roce con las caras laterales seleccionar adecuadamente los elementos de corte, preparar los sistemas de

refrigeración y lubricación para una eficaz operación, disminuir el calor y rozamiento.

Se recomienda dar a la herramienta un pequeño vaivén en sentido longitudinal mientras avanza en profundidad para que la ranura sea más ancha y facilite la salida de la viruta.

12.4. EL MOLETEADO

Algunos objetos que deben ser girados, empuñados o manejados con la mano resultan más manejables si disponen sobre la superficie exterior de unas estrías para hacerlos rugosos o más agradables a la vista. (Fig. 12.9).

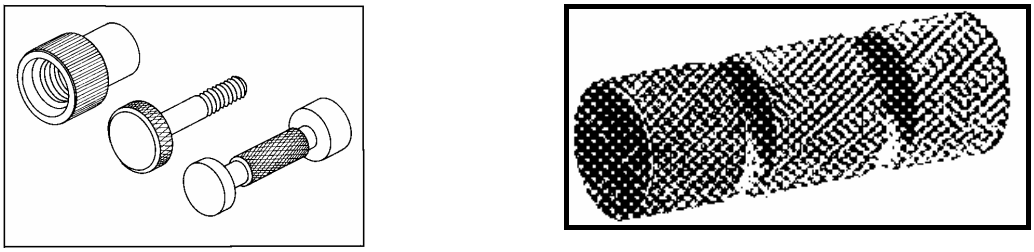


Fig. 12.9

12.5. HERRAMIENTAS DE MOLETEAR[40]

Las herramientas utilizadas para moletear se llaman moletas o grafilas que son ruedas dentadas con aristas bien afiladas que se oprimen contra la superficie de la pieza.(Fig. 12.10)

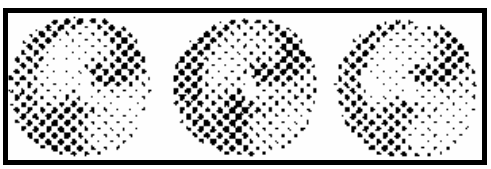


Fig. 12.10

[40] **Vidondo Tomás, Tecnología del Metal, pp.358-363**

Las moletas se fijan al porta moletas (Fig. 12.11) y estos al porta herramientas como si se tratara de una herramienta cualquiera, se aproxima a la pieza de manera que sólo queda cubierta la mitad de la herramienta (Fig. 12.12) en esa posición se aprieta fuertemente contra la pieza y se da el avance que puede ser manual o automático pero de un modo relativamente rápido.

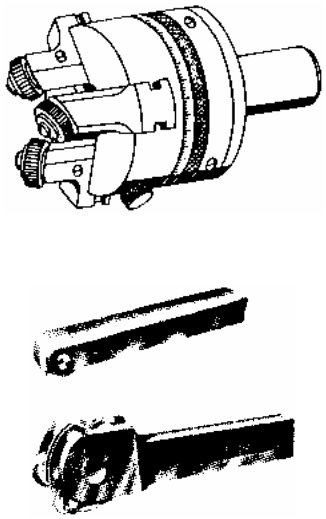


Fig. 12.11

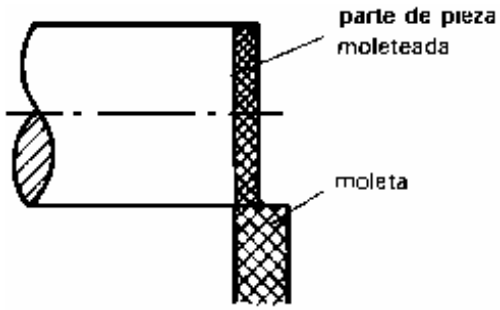


Fig. 12.12

Los moleteados pueden ser paralelos o cruzados en el caso de moleteado paralelo se utilizará una moleta paralela (Fig. 12.13).

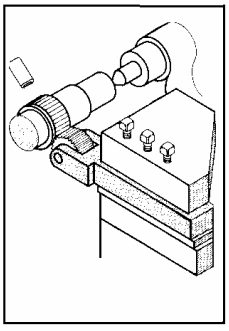


Fig. 12.13

Fuente: Tecnología del Metal 1-2 , pp 358

Para obtener el moleteado cruzado se utilizan soportes con dos moletas que tienen el mismo sentido de rotación pero diferente inclinación de sus dientes. (Fig. 12.14)

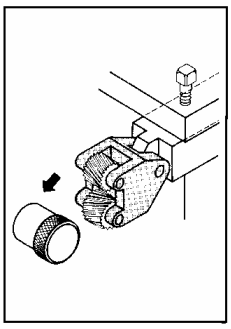


Fig. 12.14

La velocidad de corte de la pieza varía según el material; para piezas de material blando (bronce, latón) Vc=25-30mt/min para materiales duros Vc=20-25mt/min.

En el moleteado tiene considerable importancia la lubricación que debe ser continua y abundante preferentemente con aceite de corte.

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Explique cuál es el principal inconveniente en la operación de troceado.

2. Grafique como debemos afilar y colocar la herramienta para cortar una pieza y que salga completamente refrentado.

3. Anotar 3 recomendaciones para realizar adecuadamente el troceado de una pieza.

4. Cuál es la finalidad del moleteado.

5. Diseñe una pieza en la cuál tengamos que moletear cruzando una determinada longitud e indique el procedimiento para realizarlo.

EVALUACIÓN

1. En que consiste la operación de troceado.

2. Describir los distintos tipos de herramientas para trocear e indicarlas ventajas e inconvenientes de cada uno.

3. Cite los pasos a seguir para cortan una pieza de diámetro 50mm utilizando una herramienta de troncer en el torno

4. Indique cuál es la diferencia entre un moleteado paralelo y cruzado

13. GENERALIDADES SOBRE EL ROSCADO EN EL TORNO

13.1.1. PRINCIPIOS DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ROSCA EN EL TORNO.

Premisa: Como ya se indicó en el módulo anterior, una rosca no es más que una hélice o plano inclinado alrededor de una superficie redonda; un ejemplo típico es una escalera en forma de caracol.

Una hélice es el producto de dos movimientos coordinados; uno de rotación y el otro de traslación que, en el caso del torno se obtiene de la siguiente manera:

a) el movimiento de rotación es dado al husillo principal por medio de poleas.
b) el movimiento de traslación o de avance es dado por el carro longitudinal accionado con el tornillo principal o barra de avance.
c) la combinación o unión de 2 movimientos se obtiene uniendo la rotación de husillo con la caja de avances por medio de engranajes como indica la fig.13.1[41]

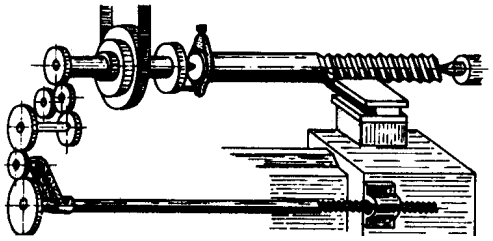


Fig. 13.1

13.1.2. EL ROSCADO EN EL TORNO.

Lo realizamos:

- En trabajos de serie, gran cantidad, (con torno automático)
- En tornillos y elementos roscados triangulares (no contemplados en las tablas)
- En tornillos y elementos de roscas no triangulares (ya que para tornillos y tuercas normales utilizamos terrajas y machuelos).
- En piezas largas y grandes donde no se pueden utilizar herramientas manuales.

[41] **Vidondo Tomás, Tecnología del Metal 1-2, pp. 359-364**

13.1.3. ROSCADO EXTERIOR E INTERIOR:

Sea para el primer caso como para el segundo el sistema de trabajar del torno es el mismo lo único que cambia es el tipo de herramienta en base al tipo de rosca Fig. 13.2.)

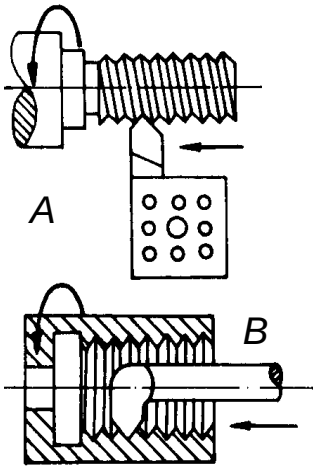


Fig. 13.2

13.1.4. TORNOS MODERNOS: [42]

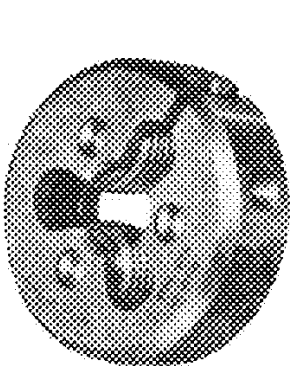
En la industria moderna las máquinas herramientas son accionadas con sistema de control numérico, con programación lo cual ya no requiere la habilidad manual del operario y el grado de rapidez y precisión alcanza límites muy elevados.

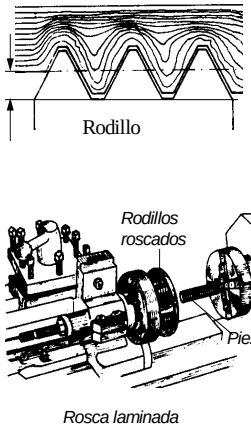
También el roscado tradicional es superado por los sistemas electrónicos de mando de la herramienta y movimiento de los carros y no hacen falta los cambios de engranajes; en todo caso en nuestro medio es todavía muy utilizado el sistema tradicional debido al incipiente desarrollo de la Industria.

[42] **Vidondo Tomás, Tecnología del Metal 1-2, pp. 369-372**

13.1.5. ROSCAS LAMINADAS Y ROSCAS CORTADAS:

♦ Se dicen roscas laminadas aquellas que se obtienen no mediante corte sino mediante deformación aprovechando la presión de unos rodillos sobre el material. (fig. 13.3)





- Todas las roscas obtenidas con herramientas de corte: machuelos, terrajas, cuchillas, etc.
- Se dice cortados ya que el filete se obtiene practicando un surco en el metal cortando sus fibras. (fig. 13.4).

  No es muy resistente y para ello se deja el fondo de la rosca redondeado.

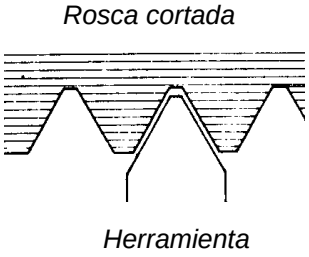


Fig. 13.4

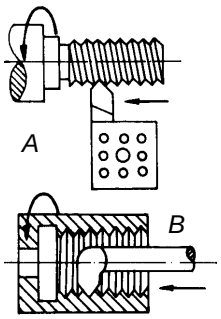


Fig. 13.5

13.2. UTILIZACIÓN DE LA CAJA DE AVANCES.

♦ Para lograr roscas de diferentes pasos se requiere la combinación de varios engranajes que proporcionan diferentes velocidades al tornillo de roscado o a la barra de avances. Para ello existe la caja de avances que pueden ser de engranajes corredizos (fig. 13.6) o de sistema Norton fig. 13.7.

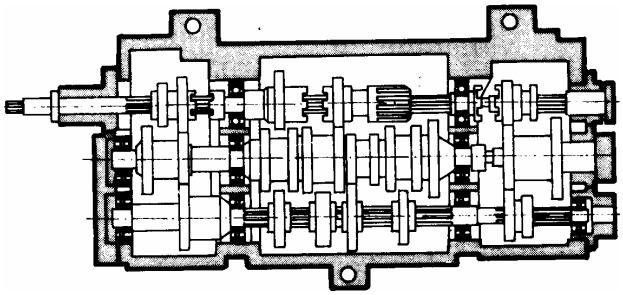


Fig. 13.6

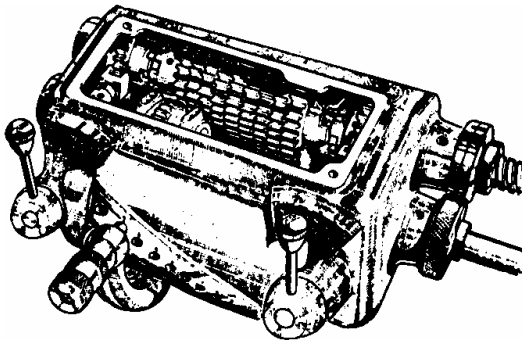


Fig. 13.7

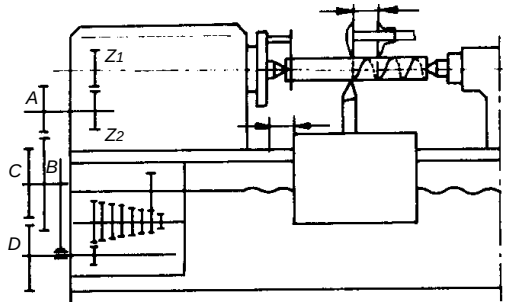


Fig. 13.8

- En el mismo torno y próximo a la caja, suelen llevar los tornos unas tablas impresas, con los pasos que es posible obtener y las ruedas que hay que colocar en la lira (tabla 1).

Para estos casos no hay más que colocar las palancas en su lugar y las ruedas convenientes en la lira. Con todo, siempre es bueno asegurarse de que se va a obtener el avance previsto, dando una pasada fina con la herramienta o comprobando el recorrido del carro sobre la bancada (fig.13.8).

RUEDAS DE RECAMBIO

Para transmitir el movimiento desde el último eje del mecanismo de inversión hasta los ejes de cilindrar y roscar o la caja de cambios para avances se emplea un tren de engranajes.

Como las velocidades de los avances ha de variar a voluntad, este tren de engranajes tiene sus diversas ruedas intercambiables

La primera va en el eje del mecanismo de inversión la última en el eje de la caja para avances, las demás van en unos ejes cortos que se acoplan alas ranuras de la lira o guitarra.

El número de ruedas del tren como mínimo es de tres pero pueden ser cuatro, cinco, seis o más dependiendo de los cálculos fig. 13.9

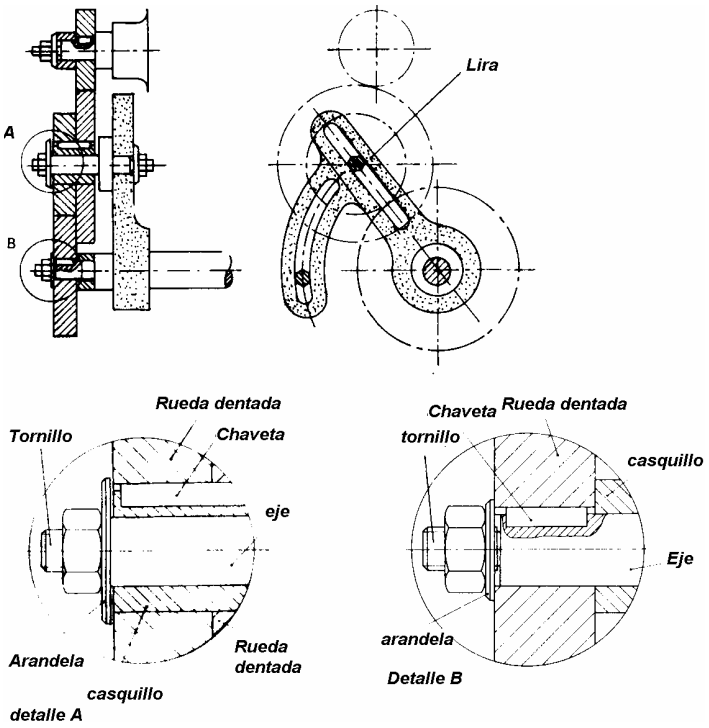


Fig. 13.9 Lira o Guitarra

13.2.1 ANULACIÓN DE LA CAJA DE AVANCES.

Cuando se tiene que construir un paso o avance, que no se halla en la tabla, se aprovecha una posición existente en la caja en la cual queda anulada toda reducción y ampliación. Esto se obtiene mediante. La relación de transmisión, en el interior de la caja, de 1:1, por lo tanto, la entrada y la salida giran al mismo número de revoluciones, y así, el movimiento del tornillo patrón depende únicamente de las ruedas colocadas en la lira. Esto se llama anulación de la caja de avances (fig. 13.10).

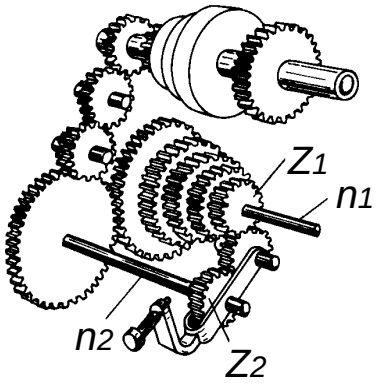


Fig. 13.10 Posición de las ruedas para la anulación de la caja Norton

13.3. CÁLCULO DE LAS RUEDAS DE RECAMBIO

13.3.1. NORMAS GENERALES. [43]

- En los tornos que no disponen de caja de avances o cuando teniéndola se anula para conseguir pasos no estipulados en la tabla se puede lograr cualquier paso poniendo ruedas apropiadas en la lira las cuales e calcula, la serie normal de ruedas es: 20-25-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95-100-120-127.

Regla.

Para el cálculo de los engranajes de la lira se lo efectúa por medio de la siguiente regla:

- Se escribe una fracción que tenga por numerador el avance que se ha de construir (*Pc* paso a construir) y por denominador el paso del tornillo patrón (Pm paso máquina) expresados ambos en la misma unidad.
- Luego se transforma esta fracción en otra equivalente, de manera que sus términos sean iguales al número de dientes de las ruedas que se dispongan.
- Los factores del numerador representan el número de dientes de las ruedas conductoras y los del denominador de las conducidas.

Fórmula $\boldsymbol{Rt = \frac{Pc}{Pm}}$

Pc = paso a construir

Pm = paso máquina

Reducción de unidades métricas a pulgadas y viceversa

El pasó a construir y el del tornillo patrón debe estar expresado en las mismas unidades.

Cuando esto no es así hay que reducir una de las partes a las unidades del otro

[43] **Vidondo Tomás, Tecnología del Metal 1-2, pp. 372-375**

1. **Para reducir pulgadas a milímetros se multiplican las pulgadas por *25,4* o por la fracción** $\frac{127}{5}$, ejemplo:

Reducir a milímetros $\frac{3}{4}$ de pulgada

$$\frac{3}{4} \times \frac{127}{5} = \frac{3 \times 127}{4 \times 5} =$$

En la práctica es mejor dejar indicadas las fracciones para luego obtener las ruedas correspondientes para ser colocadas en la lira.

2. **Para reducir de milímetros a pulgadas se multiplica los milímetros por la fracción** $\frac{1}{25,4}$ o su equivalente $\frac{5}{127}$ ejemplo

Reducir a pulgadas *7,5 mm*

$$7,5mm \times \frac{5}{127} = \frac{5 \times 7,5}{127} = \frac{5 \times 75}{127 \times 10}$$

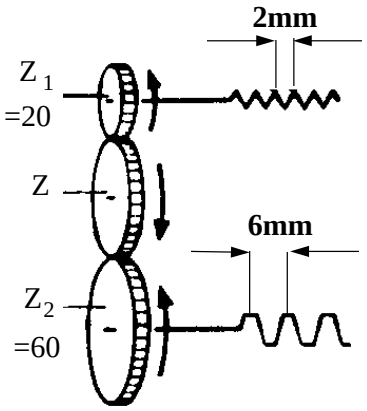
3. **Con frecuencia se da el paso en hilos por pulgada: por ejemplo se dice que el paso de un tornillo es de 20 hilos pos pulgada, que quiere decir que en una longitud de rosca de una pulgada hay 20 hilos, por lo tanto el paso valdrá** $\frac{1}{20}$.

Si en un tornillo se tiene $4\frac{1}{2}$ hilos por pulgada se deduce que el paso es:

$$\frac{1}{4\frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{9}{2}} = \frac{2}{9}$$ de paso

EJERCICIOS RESUELTOS

Husillo de guía con paso en milímetros. Pieza con paso en milímetro:



Ejemplo 1º Paso de la rosca, 2 mm. : paso el husillo 6 mm.

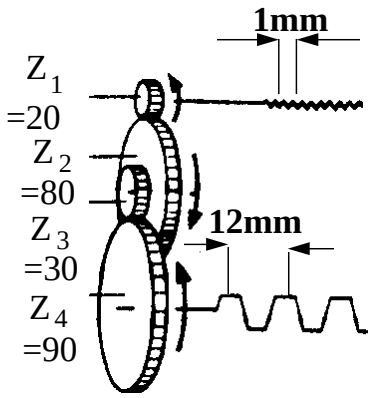
$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Pc}{Pm} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

El quebrado 1/3 se amplía multiplicando sus términos por un número conveniente para que obtengamos número de dientes adecuados.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Pc}{Pm} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \times \frac{20}{20} = \frac{20}{60}$$

o también $$\frac{1}{3} \times \frac{30}{30} = \frac{30}{90}$$

se enuncia diciendo: *20 a 60* o *30 a 90* respectivamente.
Z^1= 20 dientes Z^2= 60 dientes ó Z^1= 30 dientes Z^2= 90 dientes entre ambas ruedas se coloca una de número de dientes arbitraria para completar la transmisión



Ejemplo 2º Paso de la rosca, 1 mm. : paso el husillo 12 mm.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Pc}{Pm} = \frac{1}{12}$$

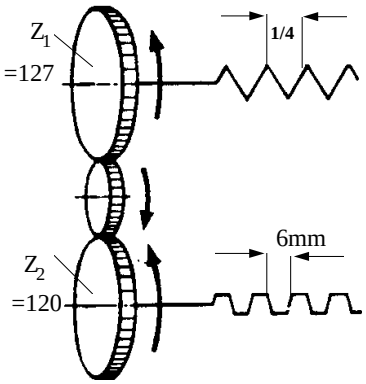
Ampliando la fracción 1/12 no se obtienen números convenientes de dientes por esta razón se descompone en dos quebrados y se amplia cada uno por medio de un multiplicador adecuado de ambos términos.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Pc}{Pm} = \frac{1}{12} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} = \boxed{\frac{20}{80} * \frac{30}{90}}$$

$$\frac{1}{4} \times \frac{20}{20} = \frac{20}{80} \qquad \frac{1}{3} \times \frac{30}{30} = \frac{30}{90}$$

resultan así dos pares de ruedas intercambiables (doble reducción)

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{20}{80} \; y \; \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{30}{90} : \frac{\text{ruedas motrices } Z_1 \text{ y } Z_3}{\text{ruedas arrastradas } Z_2 \text{ y } Z_4}$$



Husillo de guía con paso en milímetros pieza con paso en pulgadas

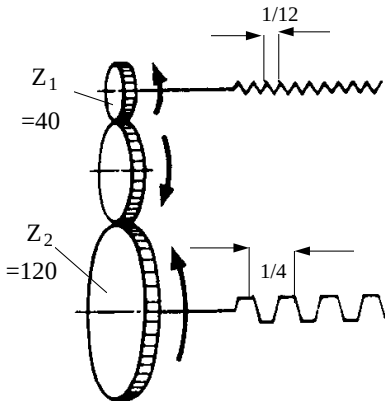
Ejemplo 3º Pieza, 4 hilos por 1", o sea de paso 1/4"

husillo: paso = 6 mm.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Pc}{Pm} = \frac{\frac{1}{4}''}{6mm} = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{127}{5}}{6} = \frac{127}{20} \times \frac{1}{6} = \frac{127}{120}$$

$Z^1 = 127$ dientes

$Z^2 = 120$ dientes



Husillo con paso en pulgadas, pieza con paso en pulgadas

Ejemplo 4º Pieza, 12 hilos por 1", o sea de paso 1/12":

husillo: 4 hilos por 1" ; paso 1/4"

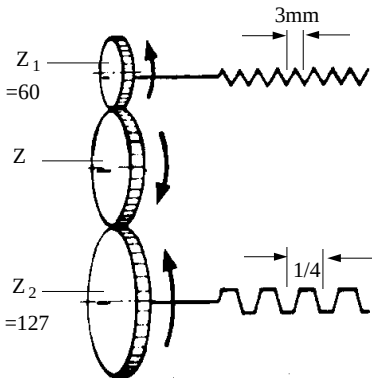
$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Pc}{Pm} = \frac{\frac{1}{12}''}{\frac{1}{4}''} = \frac{1''}{12} \times \frac{4''}{1} = \frac{4}{12} \times \frac{10}{10} = \frac{40}{120}$$

$Z^1 = 40$ dientes

$Z^2 = 120$ dientes

Husillo con paso en pulgadas pieza con paso en milímetros

Ejemplo 5º Pieza, paso 3 mm.



husillo: 4 hilos por 1": paso 1/4"

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Pc}{Pm} = \frac{3mm}{\frac{1}{4}''} = \frac{3}{\frac{127}{5} \times \frac{1}{4}} = \frac{3}{\frac{127}{20}} = \frac{3 \times 20}{127} = \frac{60}{127}$$

$Z^1 = 60$ dientes

$Z^2 = 127$ dientes

EJERCICIOS DE REFUERZOS

Resuelva los siguientes ejercicios de acuerdo con lo que el profesor señale

1. ¿Qué ruedas de cambio se necesitan correspondientemente para roscar con un paso de a) 1,25, b) 1,75, c) 2,5, d) 3 mm.? El husillo patrón tiene un paso de rosca de 6 mm.

2. Calcule las ruedas de cambio requeridas correspondientemente para la fabricación de los tornillos reguladores M14, M18, M36, M42 cuando se dispone de un torno con un paso de rosca del husillo patrón de 12 mm.

3. Con un husillo patrón de 6 mm. de paso de rosca han de roscarse roscas de 0,6, 0,8, 1,2, 2, 2,5 mm. de paso. Calcule las ruedas de cambio correspondientes.

4. ¿Qué transmisión de ruedas de cambio hay que elegir correspondientemente para la fabricación de roscas M4, M5, M6, M8, cuando el husillo patrón tiene un paso de 12 mm.?

5. En el extremo de un árbol ha de roscarse una rosca de 12 vueltas por pulgada. El husillo patrón tiene 4 vueltas por pulgada. ¿Qué ruedas de cambio pueden conectarse?

6. Para un tornillo tensor se requiere una rosca de 8 vueltas por pulgada. El husillo patrón tiene 12 mm. de paso. ¿Qué ruedas de cambio pueden conectarse?

7. ¿Qué juego de ruedas de cambio se necesita para fabricar un espárrago con 1,75 mm. de paso de rosca cuando el torno tiene un paso de rosca del husillo patrón de 4 vueltas por pulgada?

8. Determine el juego de ruedas de cambio para una rosca R2 Whitworth para tubos. El husillo patrón tiene un paso de 1/2 pulgada.

9. Determine el juego de ruedas de cambio para un tornillo de AJUSTE de 5/16". El husillo patrón tiene un paso de rosca de 6 mm. (las roscas sistema Whitworth no están normalizadas).

10. Sin la rueda 127 se ha de roscar una rosca R1/4 con un husillo patrón de 6 mm. de paso. Emplee para determinar el juego de ruedas los valores 330/13 ó 432/17 para una pulgada.

11. Con un paso de rosca del husillo patrón de 6 mm. ha de fabricarse un tornillo sinfín de transporte de un hilo con módulo 2. ¿Qué transmisión de ruedas puede usarse $\pi=22/7$

12. .Para el roscado de un tornillo sinfín de 1 hilo se conectaron las ruedas dentadas 55/35 y 30/20. ¿Qué módulo recibe el tornillo sinfín con un paso de rosca del husillo patrón de 8 mm?

ACTIVIDADES DE REFUERZO

- Cite la diferencia en la obtención de roscas por el método de laminación y corte.

- Si en el taller necesito sujetar dos piezas por medio de un tornillo, lo construyo en el torno o lo adquiero en el mercado suponiendo que si existe. ¿Por qué?

- Cite las razones por las cuales roscamos en el torno

- Haga una lista completa de todos los pasos de roscar que puedo obtener en un determinado torno de taller, según su tabla

EVALUACIÓN

1. Transformar de pulgadas a milímetros las siguientes fracciones.

- $\frac{1}{8}'' =$
- $6\frac{1}{3}'' =$

- *20* hilos por pulgada
- $4\frac{1}{2}$ hilos por pulgada =

2. Transformar de milímetros a pulgadas las siguientes cantidades.

- *12,75 mm =*
- *60,8 mm =*
- *6,75 mm =*
- *101,6 mm =*

3. Cuales son las condiciones para obtener una rosca?

_____
_____
_____

4. Que entiende por rosca laminada y cortada y cual tiene mayor resistencia?

_____
_____
_____

5. Como se verifica si el paso a construir corresponde exactamente al propuesto?

_____
_____
_____

6. Que se hace cuando no existe un paso determinado en la tabla del torno?

_____
_____
_____
_____

7. Que tipos de roscas se pueden realizar en el torno?

_____
_____
_____
_____

8. Haga un croquis que represente el montaje de 2 ruedas, 4 ruedas y 6 ruedas en la lira?

9. Que se hace cuando no salen en el cálculo las ruedas de la serie?

_____
_____
_____

10. Cual es la, formula fundamental para el cálculo de los engranajes necesarios para la realización de una rosca en el torno?

_____
_____
_____

14. SIERRA MECÁNICA

14.1. TIPOS DE MÁQUINAS DE SERRAR

Tres son, fundamentalmente, los tipos de máquinas de serrar, según el movimiento que se de a la herramienta que, a su vez, depende de la forma de la misma herramienta:

- Máquina de movimiento alternativo.
- Máquina de movimiento rectilíneo continuo, sierra o cinta sin fin.
- Máquina de movimiento circular, sierra circular.

14.1.1. MÁQUINA DE SERRAR DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO ALTERNATIVO[44]

Fundamentalmente, esta máquina consta de los siguientes elementos: bancada, mecanismo motriz, arco porta-sierra, mecanismo de avance, tornillo o mordaza de fijación de la pieza a trocear y equipo refrigerante.

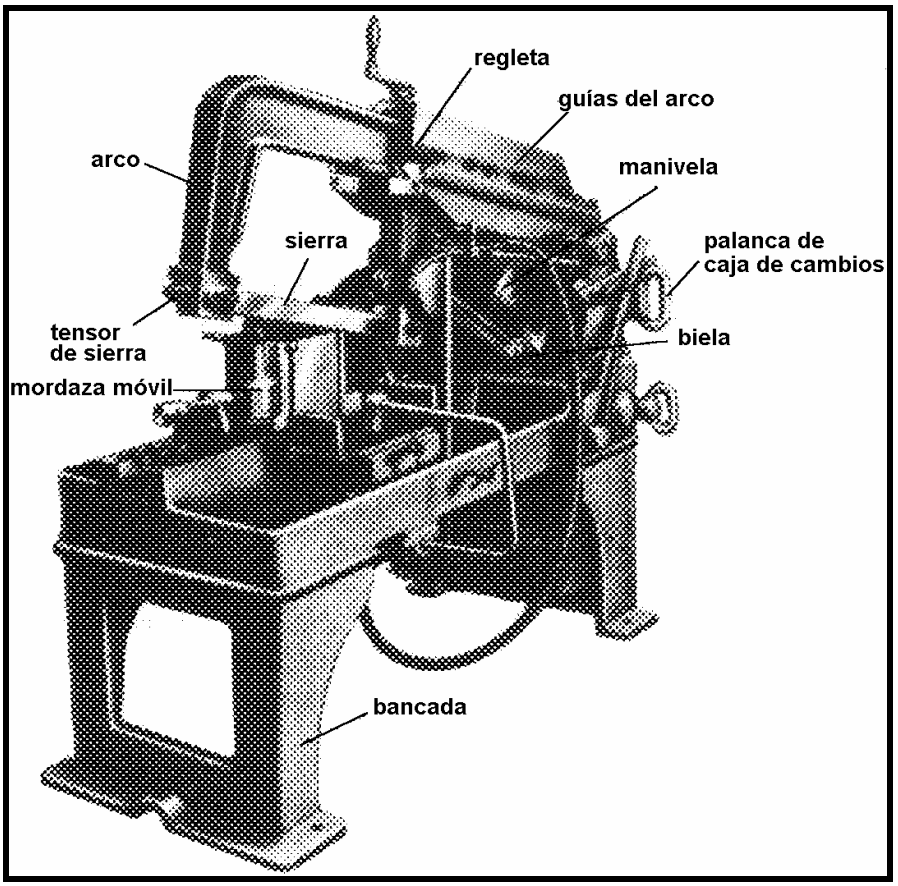


Fig. 14.1. Sierra de corte rectilíneo alternativo

[44] **Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp. 78-79**

14.1.2. BANCADA

Es el elemento que sirve de base a los demás elementos, puede ser de muy variada forma y dimensiones; generalmente se hace de fundición y lleva apoyos para el soporte del arco, para la mordaza y para el equipo motor. Suele llevar una bandeja apropiada para recoger el refrigerante y, en su interior, un amplio depósito con departamentos decantadores (fig. 14.2).

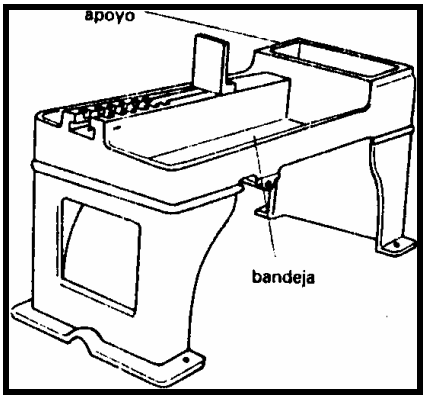


Fig. 14.2. Bancada de una sierra rectilínea alternativa

14.1.3. MECANISMO MOTRIZ

Consta, generalmente, de un motor que, a través de unas poleas acanaladas y sus correspondientes correas trapeciales, da movimiento al eje primario de una elemental caja de cambios de dos o más velocidad de ruedas desplazables. La salida de la caja mueve un plato-manivela, que transmite el movimiento de vaivén por medio de una biela al arco (fig. 14.3).

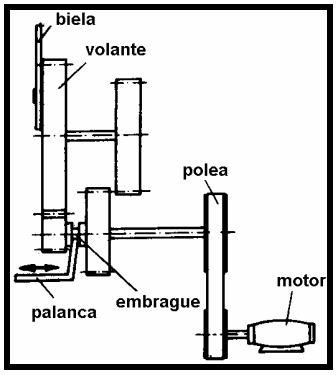


Fig. 14.3. Mecanismo motriz: A, Vista exterior del mecanismo; B, Esquema de la caja de cambios

14.1.4. ARCO Y MECANISMO DE AVANCE

El arco de sierra es un elemento esencial y característico, ya que sirve tanto para dar a la sierra el movimiento de corte, arrastrándola consigo en su movimiento de vaivén, como para dar el movimiento de avance, al descender contra la pieza. Han de ser de dimensiones tales que no se deforme, ni al tensar la sierra, ni durante el trabajo (fig. 14.4).

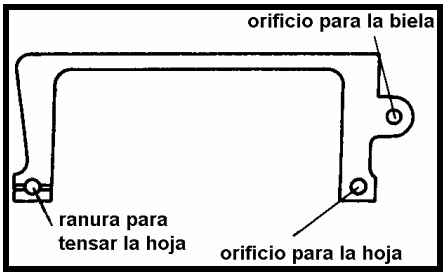


Fig. 14.4. Arco de una sierra alternativa

14.1.5. AVANCE

El avance es muy importante; ha de obligar a la sierra a penetrar en el material con fuerza suficiente, para que no se resbale, sino que cada diente corte su porción correspondiente.

El mecanismo de avance puede ser de los siguientes tipos: por contrapeso, por husillo de rosca trapecial y por avance hidráulico.

1. Sistema de contrapeso.- Este sistema se emplea sólo en máquinas pequeñas. Tiene el inconveniente de no obligar a la sierra a avanzar en cada vaivén; sólo ejerce una fuerza constante, que le permite resbalar, si la resistencia que opone el material es grande lo que hace que la sierra se gaste prematuramente. Estas máquinas se emplean en pequeños talleres y para perfiles delgados (fig. 14.5).

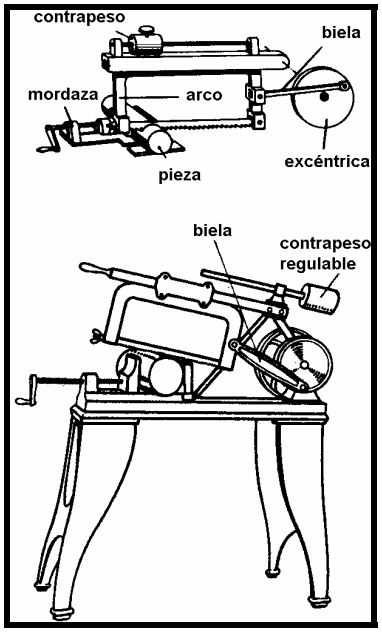


Fig. 14.5. Avance de contrapeso

2. Sistema de husillo.-

Es el más empleado en los de mediano tamaño (fig. 14.6). La tuerca del husillo debe ser ajustable, para evitar un juego que podría ser perjudicial. El giro del husillo se logra por un sistema de rueda trinquete; en cada carrera del arco se produce un giro de husillo.

Dado que los dientes de la sierra están dispuestos para cortar en un solo sentido, sería contraproducente que el mecanismo de avance la oprimiese contra el material en la carrera, en cuyo sentido no puede cortar; por esta razón suele llevar una excéntrica que deja libre al arco en la

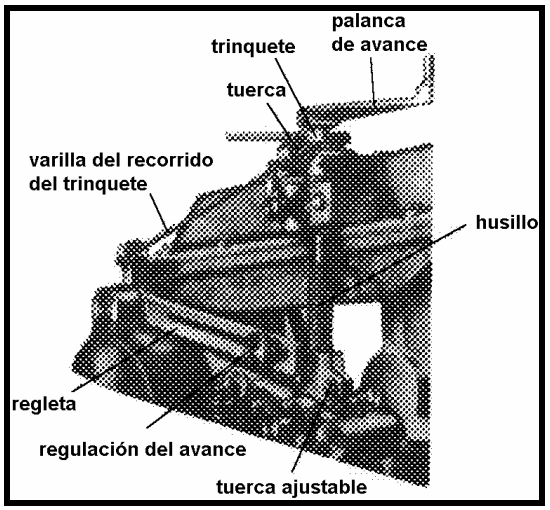


Fig. 14.6. Avance de husillo

carrera de corte y levanta todo el arco en la de retroceso.

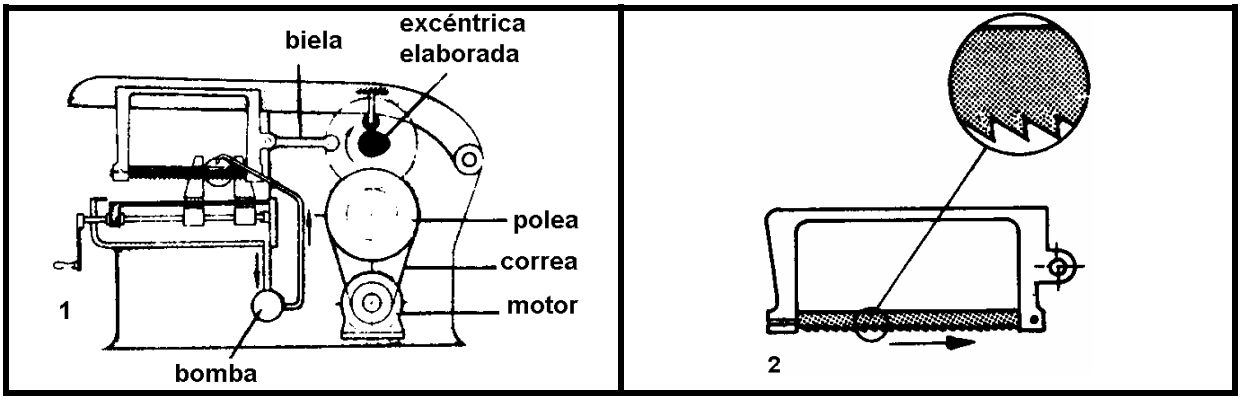


Fig. 14.7. Movimientos de la sierra y dirección de los dientes: 1, mecanismos; 2, dirección de la carrera de trabajo.

3. Sistema de avance hidráulico. A continuación se indica un en la fig. 14.8, para que se tenga una idea (este tema se estudiará en cursos superiores)45.

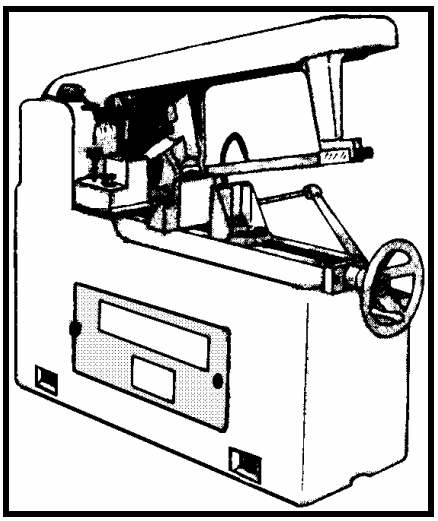


Fig. 14.8. Sierra de avance hidráulico

14.1.6. TORNILLO O MORDAZA DE FIJACIÓN DE LA PIEZA

Existen varios tipos:

14.1.7. MORDAZA ORDINARIA

Básicamente, este tipo de mordaza consta de una mandíbula fija y otra móvil apretada por un tornillo (fig. 14.9).

---

[45] Peláez Vara Jesús, Màquinas Herramientas, pp. 80-86

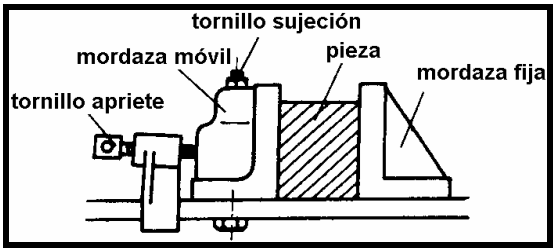


Fig. 14.9. Fijación de la pieza

14.1.8. MORDAZA DE CIERRE AL CENTRO

Otro tipo de mordaza es aquel en que a las dos mandíbulas se mueven en sentidos encontrados por el mismo husillo, que lleva roscas a derecha e izquierda para una mandíbula y otra. De esta manera la pieza queda siempre centrada con la sierra; tiene la ventaja del centrado, pero el inconveniente de gastar la sierra por el centro (fig. 14.10).

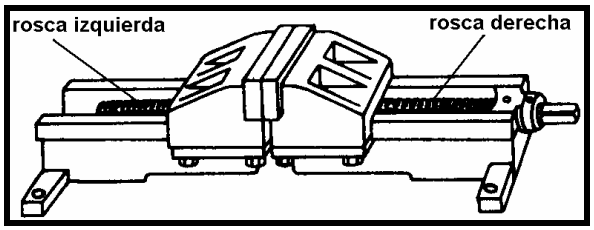


Fig. 14.10. Mordazas de cierre al centro

14.1.9. MORDAZAS ORIENTABLES

En algunas máquinas pequeñas o medianas, las mandíbulas pueden girarse, formando distintos ángulos con la sierra para poder hacer cortes sesgados (fig. 14.11).

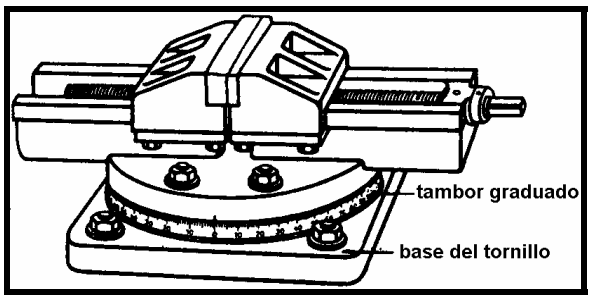


Fig. 14.11. Mordazas orientables

14.2SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Como quiera que los dientes de la sierra son relativamente pequeños, pueden cegarse con las pequeñas virutas, producidas en el corte, si éstas quedan adheridas a

la sierra. Para evitarlo, el líquido refrigerante empleado debe ser un poco untuoso; el agua es el refrigerante ideal, mas, por razones de oxidación, hay que añadirle sustancias que eliminan este problema. En lenguaje de taller se suele llamara taladrina verde, por ser éste el color que adquiere la mezcla (fig. 14.12).

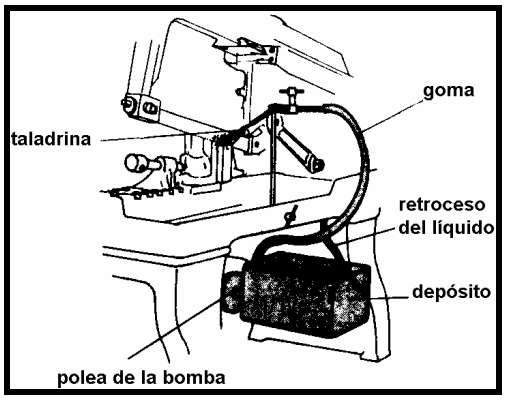


Fig. 14.12. Sistema de refrigeración

La bandeja de recogida de refrigerante debe poseer unas rejillas o tabiques de decantación para evitar que el líquido arrastre virutas. Como esto es casi inevitable, antes de llegar el líquido a la bomba, debe filtrarse el refrigerante o al menos emplearse un depósito con dos o tres tabiques, que favorezcan la decantación (fig. 14.13)[46].

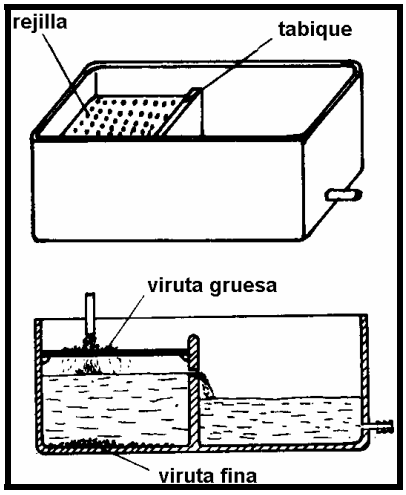


Fig. 14.13. Depósito de refrigeración

[46] **Jesús Peláez Vara, Màquinas Herramientas, pp. 86-90**

14.3. LA HOJA DE SIERRA

La herramienta o sierra empleada es una hoja de distinta longitud. Según la capacidad de la máquina suele variar desde 12", las más pequeñas, hasta 36", las mayores (fig. 14.14).

Fig. 14.14. Sierra para máquinas de sierras alternativas

14.3.1. ESPESOR DE LA HOJA

El espesor suele variar de 1,6 mm a 3 mm.

14.3.2. MATERIAL DE LA HOJA DE SIERRA

El material suele ser de acero al carbono, pero es preferible emplear las de acero rápido por su mayor rendimiento.

14.3.3. TAMAÑO DE LOS DIENTES

El tamaño de los dientes, depende del material a cortar y del espesor de la pieza. Material duro y paredes finas necesitan sierras de dientes pequeños, pequeño paso (muchos dientes por pulgada: 32-22-18-16 dientes por pulgada). Materiales blandos o espesores grandes necesitan dientes mayores: pasos de 14-10-8 y aún menos dientes por pulgada.

14.4. COLOCACIÓN DE LA SIERRA

Se coloca en el arco con los dientes en dirección adecuada, que normalmente suele ser.

14.5. PROCESO DE ASERRADO EN LA MÁQUINA DE MOVIMIENTO ALTERNATIVO

El proceso a seguir es el siguiente:

1. Elección de la sierra adecuada. Depende del material a serrar y del espesor del mismo: materiales duros necesitan sierras de diente fino.

2. Colocación de sierra. Debe tenerse en cuenta el sentido de la carrera de corte para la dirección de los dientes.

3. Elección de la velocidad. Depende del material a serrar. Las máquinas suelen tener 2 o 3 velocidades distintas.

4. Fijación de la pieza. La colocación de la pieza es de la máxima importancia: si es de perfil o paredes delgadas debe preocuparse que tenga siempre el número mayor de dientes en contacto con la pieza, en la siguiente figura se muestra la forma correcta de colocar algunas piezas de paredes delgadas más comunes.

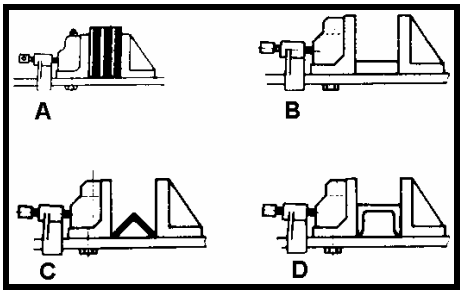


Fig. 14.15. Diversa formas de sujetar perfiles delgados

5. Regulación del avance. En las de avance forzado es muy importante no dar un avance excesivo, que podría ser causa de la rotura de la sierra.

6. Movimiento de la máquina. Poner la máquina en marcha, avanzar a mano la sierra contra la pieza hasta iniciar el corte y no colocar el automático hasta que haya penetrado la sierra en la pieza unos dos mm.

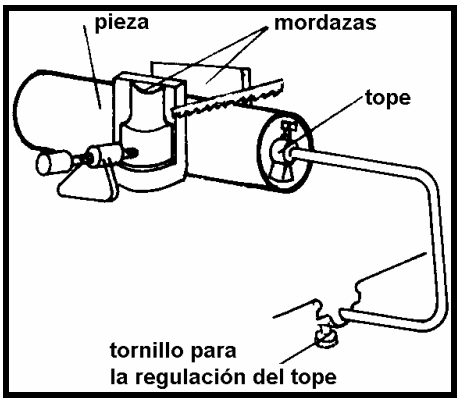


Fig. 14.16. Detalle del tope para una serie de piezas

Comprobado que la longitud de la pieza es adecuada, si hay que cortar varias piezas de igual longitud se coloca el tope (fig. 14.16).

7. Regulación del tope. Normalmente debe estar graduado el tope; con todo, conviene prestar atención en la primera pieza para regularlo en caso que, cortada la pieza, no dispare el sistema de parada.

8. Refrigeración. Al iniciar el corte, debe regularse el chorro de refrigerante, comprobar que la carga del depósito es suficiente y que los conductos de retorno no se obstruyan[47].

[47] **Peláez Vara Jesús, Màquinas Herramientas, pp. 92-97**

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Señale cuál es la finalidad de las máquinas de serrar
2. Indique qué tipos de máquinas de serrar existen en el taller de mecánica, enumérelas y señale qué marca son
3. Explique las características de la bancada de la sierra mecánica.
4. Indique que funciones tiene el arco.
5. Señale tres ventajas que tienen las máquinas de serrar
6. Para el refrigerante, ¿qué elementos utilizamos y en qué proporciones?
7. De las sierras existentes en el taller, anote las características de una de ellas
8. Explique la importancia del sistema de refrigeración de una sierra mecánica.
9. Las máquinas de serrar del taller de mecánica qué tipos de mordaza tienen
10. Indique que características debe tener el depósito de refrigeración.
11. Indique cómo se designa una hoja de sierra
12. Para cortar un tubo de pared delgada qué tipo de sierra y avance se utiliza
13. Investigar qué otras máquinas de serrar existen. Enumerarlas y explicar una de ellas.
14. Enumere los pasos a seguir para cortar una pieza en la máquina de serrar.

EVALUACIÓN

1. ¿Cuál es la finalidad de las máquinas de Serrar?

2. Anote las ventajas que tienen las máquinas de serrar sobre el aserrado a mano.

    1. .....
    2. .....
    3. .....
    4. .....

3. Anote los tipos de máquinas de serrar que conoce.

    1. .....
    2. .....
    3. .....

4. ¿Qué precauciones hay que tomar al aserrar perfiles delgados?

    1. .....
    2. .....
    3. .....
    4. .....

5. En la bodega de materiales tenemos una máquina de serrar de movimiento rectilíneo alternativo. Determine qué mecanismo de avance posee.

.....

.....

.....

15. LA FRESADORA

GENERALIDADES

15.1. FRESADO

Es una importantísima operación mecánica, consiste en la conformación de piezas de variadas características, mediante el arranque de viruta (material) (1) producidas por una herramienta de corte llamada fresa (2) la cual va provista de unas aristas cortantes o dientes, dispuestos simétricamente en torno a un eje y animada de un movimiento de rotación alrededor del mismo movimiento principal de corte (3).
La vinculación de este movimiento de rotación con el desplazamiento de la pieza (7) movimiento de avance (4), hace posible el continuo arranque de virutas, repartidas entre cada uno de los dientes de la fresa

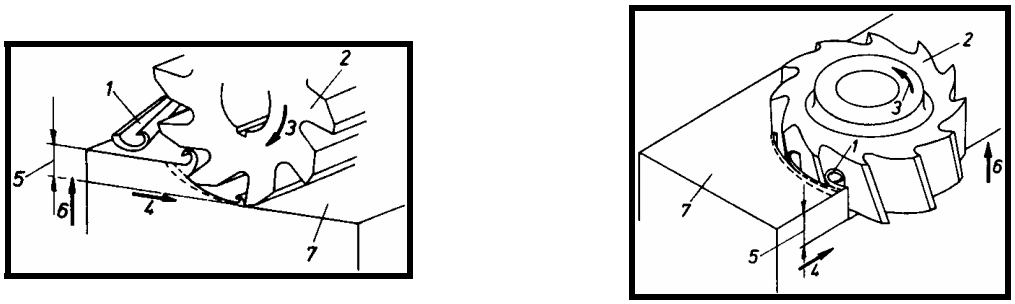


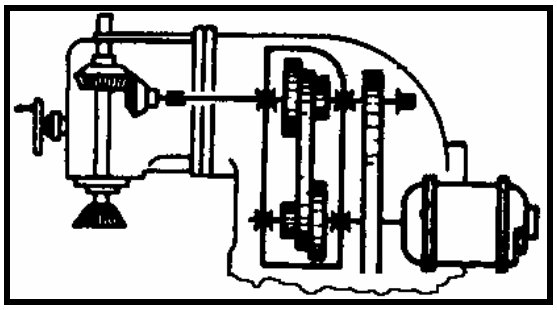
Fig. 15.1

15.2. CLASIFICACIÓN DE LAS FRESADORAS

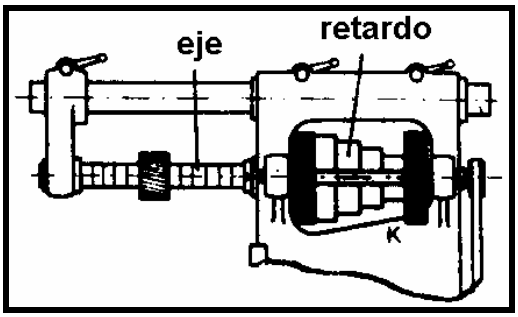
La fresadora es una máquina herramienta de variadas formas y aplicaciones capaces de proporcionar los movimientos que hacen posible el fresado, a través de una serie de elementos, mecanismos, dispositivos. La disposición de estos elementos da lugar a los distintos tipos de fresadoras.

15.2.1. DIVISIÓN DE LAS FRESADORAS POR LA DISPOSICIÓN DEL EJE PRINCIPAL

El eje principal proporciona el movimiento de rotación a la fresa; según la posición del mismo, las fresadoras se pueden dividir en: horizontales, verticales y mixtas.



Fresadora Vertical



Fresadora Horizontal

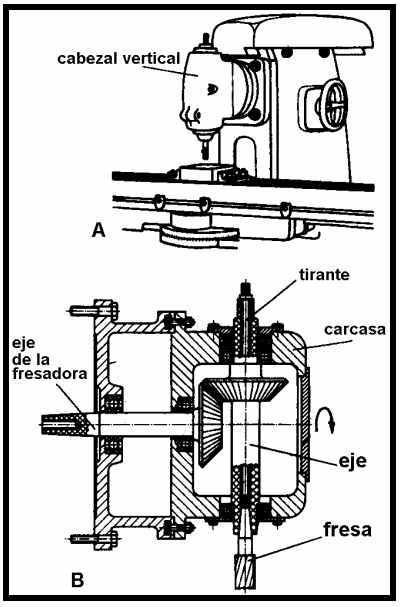


Fig. 15.3 Fresadora Mixta. Cabezal vertical: A, disposición de montaje; B, sección longitudinal

15.2.2. DIVISIÓN DE LAS FRESADORAS POR LA MANERA DE OBTENER LA PROFUNDIDAD DE PASADA

Por la manera de dar profundidad de pasada, las fresadoras se pueden dividir en dos grandes grupos:

Fresadora de Ménsula. En la que la mesa porta piezas (4) se aproxima a la fresa (5).

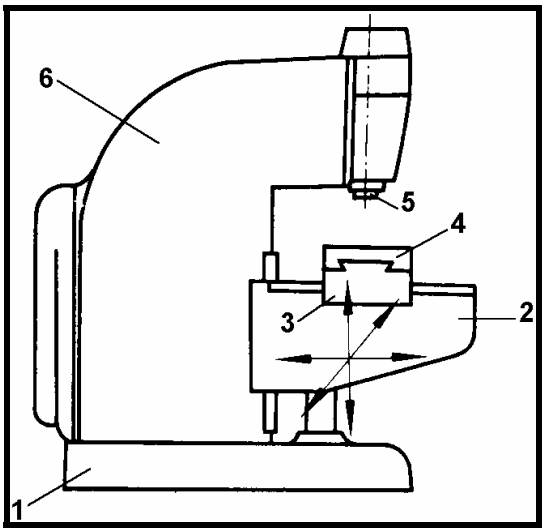
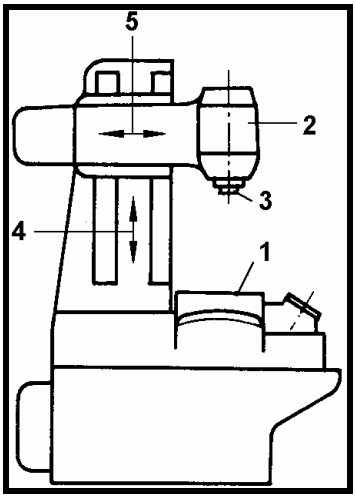


Fig. 15.4 Fresadora de Ménsula: 1 base, 2 Ménsula, 3 carro transversal, 4 mesa, 5 fresa, 6 cuerpo

Fresadora de Bancada. En la que la fresa (4) se aproxima a la pieza (5) que se encuentra sobre la mesa (1).



Fresadora de bancada 1 mesa, 2 cabezal, 3 árbol porta fresa, 4 desplazamiento vertical; 5 desplazamiento longitudinal

Fig. 15.5

15.2.3. DIVISIÓN DE LAS FRESADORAS POR EL TIPO DE TRABAJO O TRABAJOS QUE PUEDEN REALIZARSE EN ELLAS.

Por el tipo de trabajos que son capaces de realizar, las fresadoras se pueden dividir en:

- *Fresadoras Especiales*. Existe una gran variedad de modelos cuales serán estudiados en capítulos posteriores. A continuación presentamos un ejemplo:

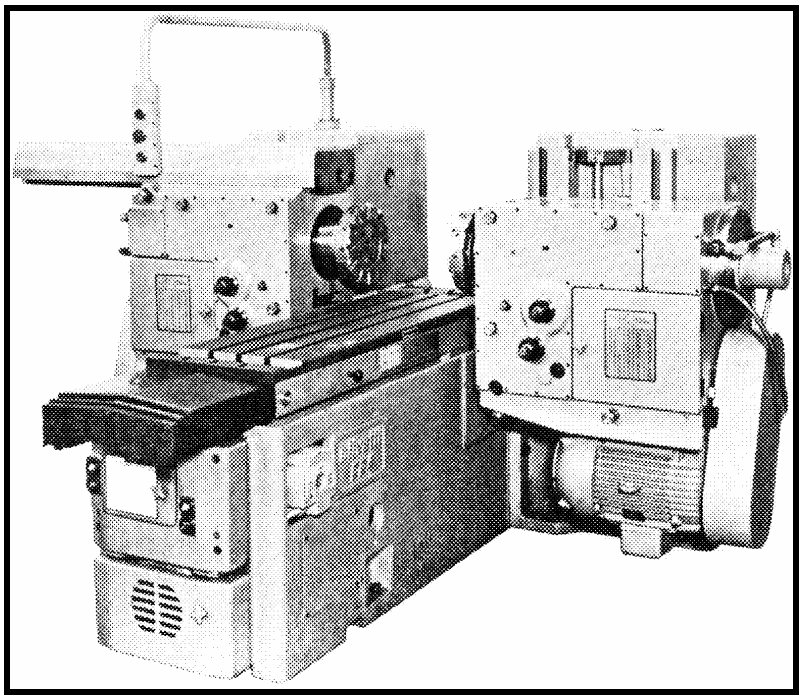


Fig. 15.6

- *Fresadoras Universales*. La fresadora universal es la más empleada en las fabricaciones ordinarias, y con ella se puede realizar prácticamente cualquier tipo

de trabajo. Como, además, tiene muchos elementos comunes a los otros tipos de fresadoras, se considera emprender el estudio de la misma, porque con ello se evitarán repeticiones inútiles.

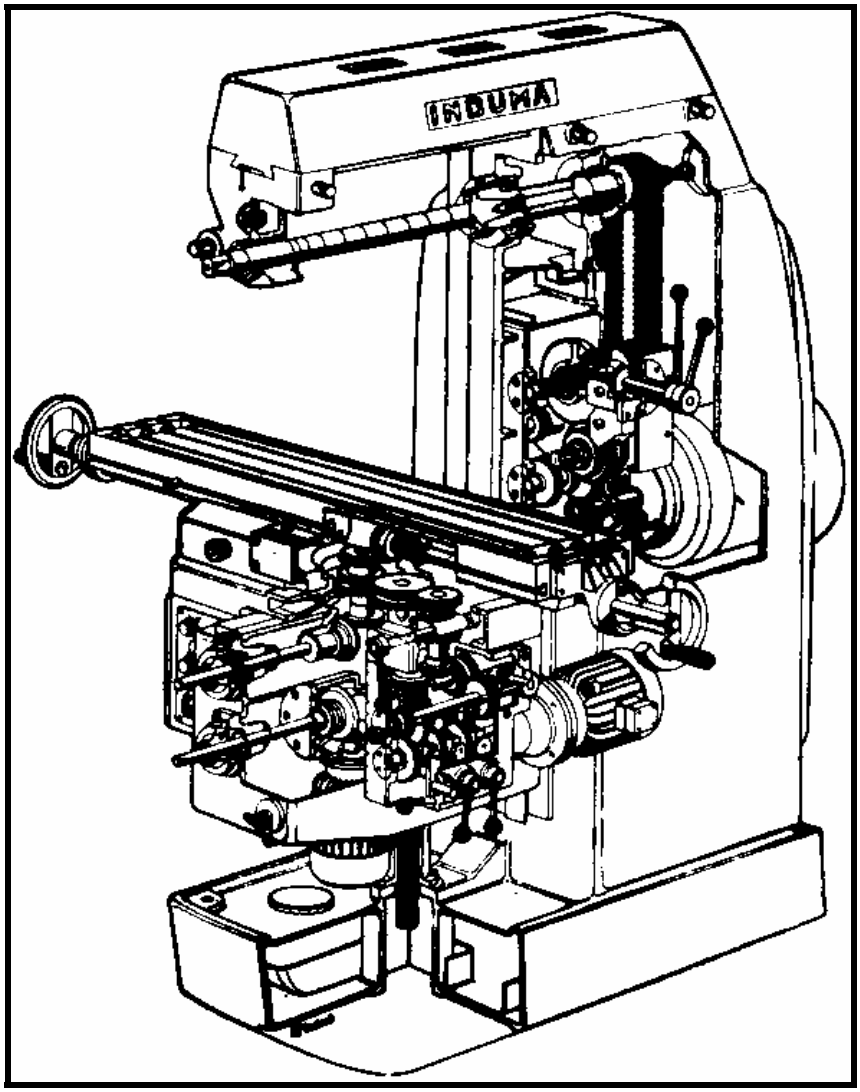
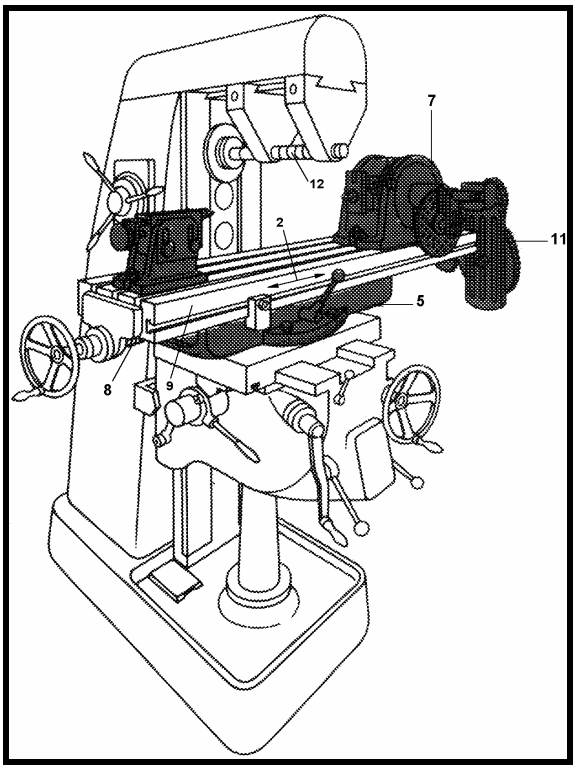


Fig. 15.6

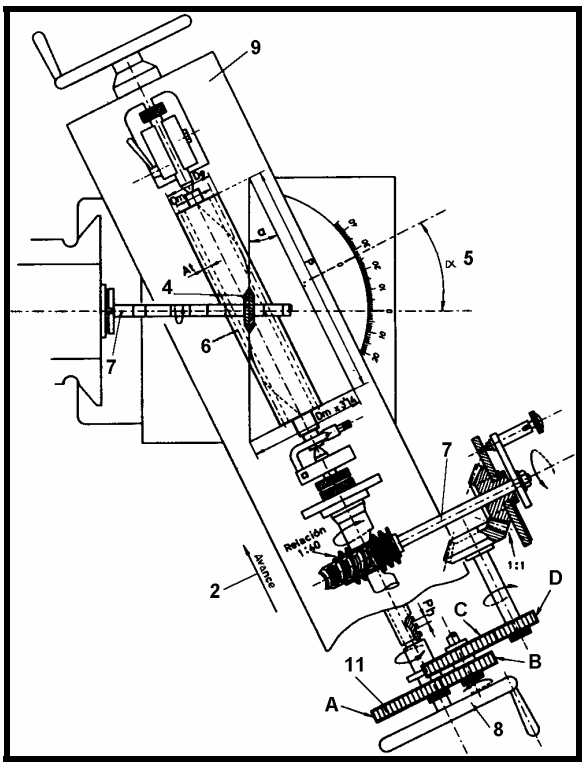
15.3. LA FRESADORA UNIVERSAL

Uno de los problemas mecanizado que dio lugar a la fabricación de la fresadora universal fue la realización de ranuras helicoidales. Para dar solución a este problema se necesitan dos cosas fundamentales:

a) Que la pieza pueda girar sobre su propio eje y que, junto con la mesa (9), se desplace longitudinalmente contra la fresa, que gira sobre el eje porta fresas (12).



b) Que la fresa pueda orientarse según el ángulo de la hélice (beta) (5) para que no talonee. El giro de la pieza se logra por medio de un aparato movimiento del husillo (8) por medio del tren de engranajes (11). La inclinación de la hélice se puede lograr de dos maneras: inclinando y orientando la mesa respecto a la fresa.



o también orientando la fresa respecto a la pieza, inclinando la mesa o el cabezal hacia un lado u otro se consiguen hélices talladas a derecha.

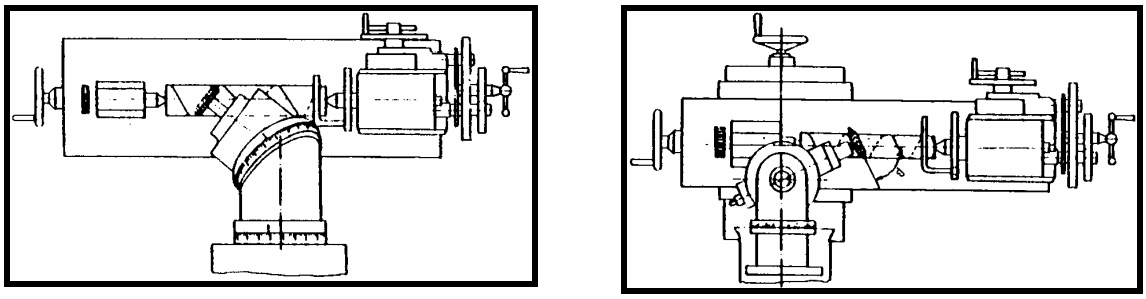


Fig. 15.7

15.3.1. FRESADORA UNIVERSAL DE MESA ORIENTABLE

Esta fresadora es de eje horizontal. Sus principales elementos son: 1, cuerpo; 2, ménsula; 3, carro transversal; 4, placa giratoria; 5, mesa porta piezas; 6, mecanismos del movimiento principal; 7, mecanismos de avance; 8, puente.

En las páginas siguientes describimos cada una de estas partes destacando sus características fundamentales.

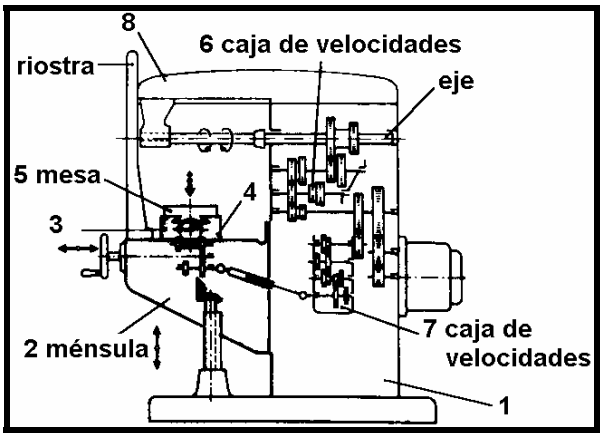


Fig. 15.8

15.3.2. PARTES PRINCIPALES[48]

a) *Bancada*. O cuerpo, es un armazón o caja de fundición en la que se pueden distinguir dos partes: la base o pie (1), la cuál va fijada al suelo por medio de tornillos; sirve como bandeja a la vez de depósito para recoger el líquido utilizado en la refrigeración.

El cuerpo es hueco y en su interior van alojados los órganos de transmisión y regulación del movimiento (caja de velocidades y avances).

En la parte superior lleva unas guías (6) así como en la parte anterior lleva otras guías en cola de MILANO (2) que sirven de apoyo para la ménsula.

[48] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 16-19**

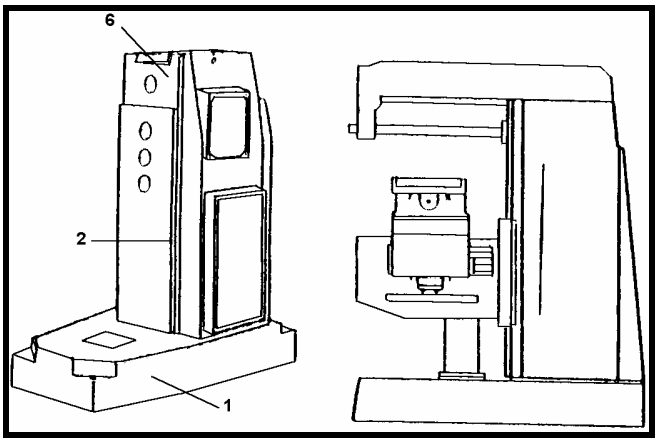


Fig. 15.9

b) *Puente.* Para servir de guía o de apoyo al eje porta fresas o a otros accesorios, las fresadoras llevan un brazo o puente (1) y a veces dos, ajustados al cuerpo de la fresadora en su parte superior, de manera que puedan formar una unidad rígida con el por medio de blocajes adecuados (2), los modelos actuales suelen llevar una guía en forma de cola de milano (3) que sirve, tanto para unirse al cuerpo de la fresadora, como para servir de apoyo a los soportes (4) o lunetas.

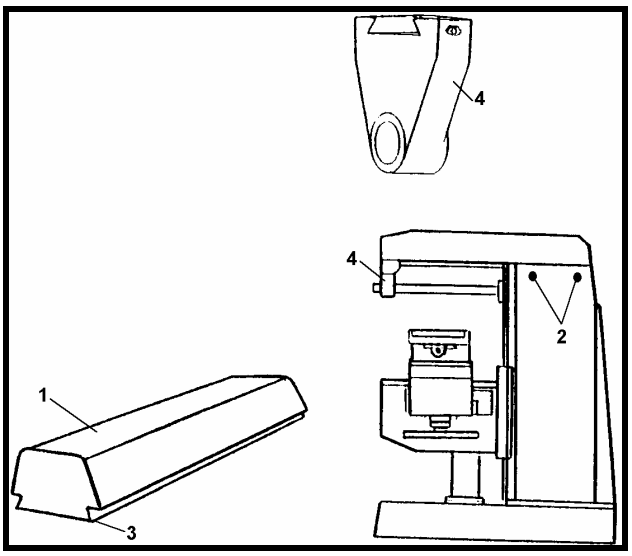


Fig. 15.10

c) *Ménsula*. Se llama así al carro vertical que, por medio de las guías (1), se acopla al cuerpo de la fresadora. En la parte superior lleva, a su vez, otras guías (2) perfectamente perpendiculares a las anteriores, que sirven de soporte al carro transversal. En el interior de la ménsula se alojan los mecanismos para avances automáticos de los distintos carros y de la misma ménsula.

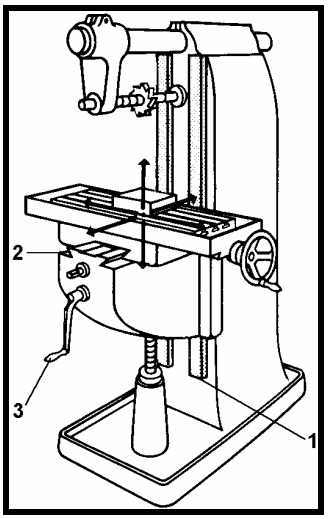
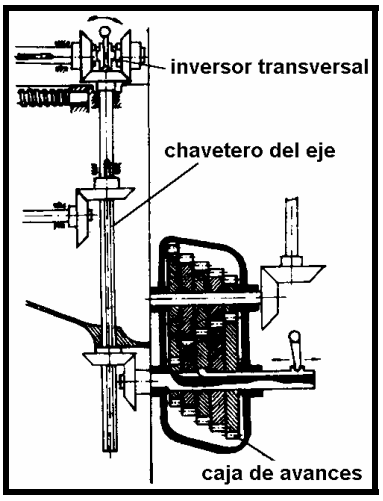
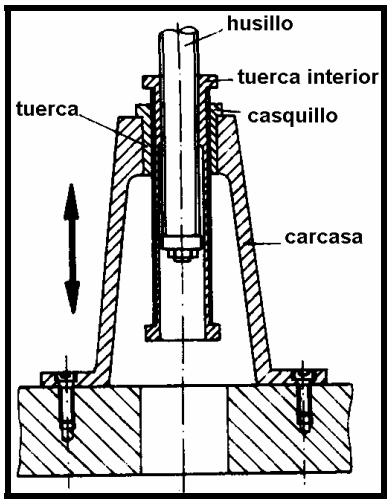


Fig. 15.11

La subida o bajada de la ménsula se logra por medio de un husillo (1) generalmente telescópico, que ajusta en una tuerca (2) atornillada a la base de la máquina; el movimiento manual se hace desde el exterior por medio del volante (3), o desde el interior por medio de la caja de avances a través del eje (4).
Se presenta a continuación el detalle de funcionamiento del husillo telescópico.



Transmisión de la caja de avances a la ménsula por el sistema de chaveta móvil y transmisión por piñones cónicos



Eje telescópico del carro vertical

Fig. 15.12

d) *Carro transversal*. Va asentado en la parte superior de la ménsula y se desplaza horizontalmente en sentido transversal; se le llama también carro porta mesa.

Puede accionarse manualmente mediante el sistema de husillo y tuerca o automáticamente por transmisión directa de la caja de avances.

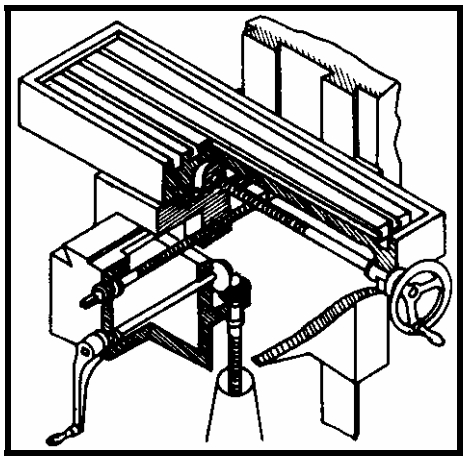


Fig. 15.13 Mecanismos para el movimiento manual de la mesa y carro

e) Mesa Porta piezas. Es una plataforma rectangular en cuya cara superior, perfectamente plana, se apoyan las piezas que se han de trabajar o los accesorios para sujetarlas. La fijación puede hacerse directamente sobre la mesa, o por medio de elementos especiales de sujeción (módulos posteriores). Llevan tres o más ranuras donde se introducen las cabezas de los tornillos de anclaje, también llevan unos topes de limitación del recorrido.

Esta mesa se aloja por medio de las guías en las de la placa giratoria. Para lograr el perfecto ajuste se dispone de una regleta y unos tornillos y tuercas de regulación, lo mismo que en la ménsula y en el carro transversal, lleva un dispositivo de blocaje.

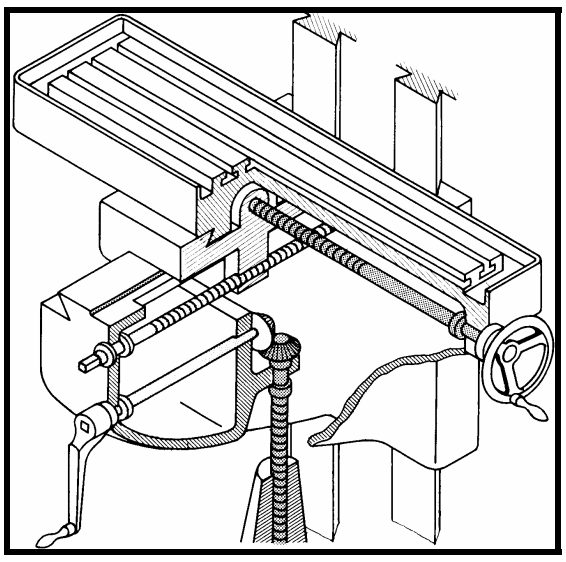


Fig. 15.14

f. Eje principal. El eje principal de la fresadora (1) es aquel en el cual se fija la herramienta directamente, con ayuda del eje porta fresa o por medio de otros accesorios, (a estudiarse en módulos posteriores).

El eje va alojado en la parte superior del cuerpo de la fresadora, tiene la forma y dimensiones adecuadas para poder transmitir sin deformaciones los grandes

esfuerzos que se presentan durante el fresado. Se fabrica de acero tratado de gran resistencia.

Para facilitar la fijación centrada y extracción de las fresas o de los accesorios, los ejes son huecos, con un cono ISO (2) en la parte anterior y en la posterior, un sistema de tirante extractor (3).[49]

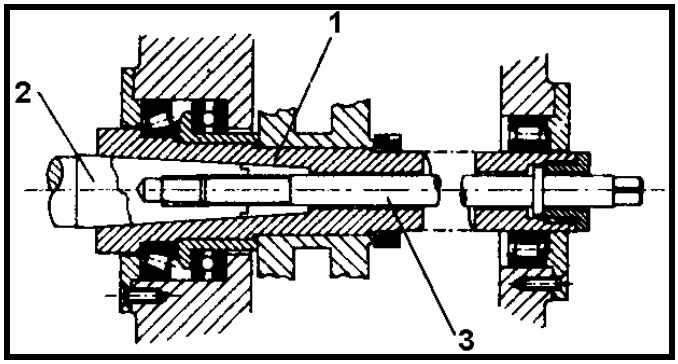


Fig. 15.15

15.4. CADENA CINEMÁTICA

Para analizar la cadena cinemática de la fresadora universal se va ha considerar que está dividida en varios grupos de mecanismo, según el esquema de la siguiente figura.

A saber:

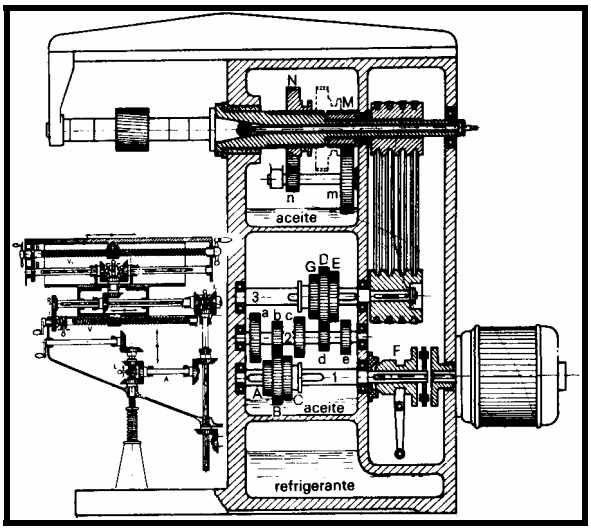


Fig. 15.16

- Transmisión del movimiento al eje principal.
- Transmisión a la caja de cambios para avances.
- Caja de cambios para avances e inversión del movimiento a los mecanismos de la ménsula.
- Mecanismos de los avances automáticos y manuales.

[49] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 22-25**

15.4.1. TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO AL EJE PRINCIPAL

La transmisión del movimiento desde el motor al eje principal, necesita un sistema de reducción y variación de velocidad, que puede basarse en un mecanismo de conos de poleas o bien en trenes de engranajes.

15.4.2. SISTEMA CONOPOLEA

Es utilizado rara vez, se lo puede apreciar en fresadoras antiguas o muy pequeñas.

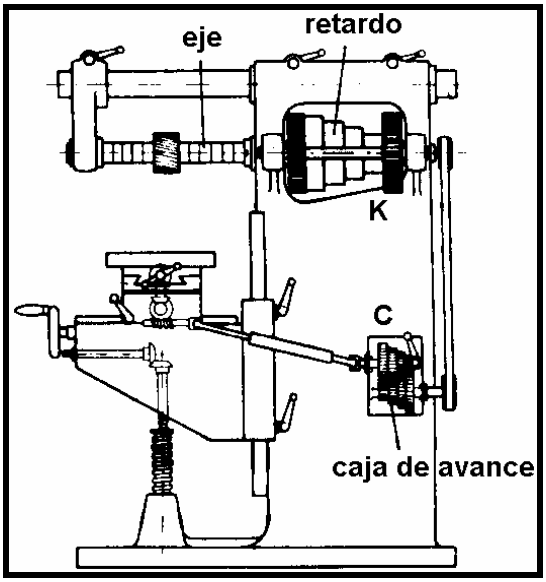
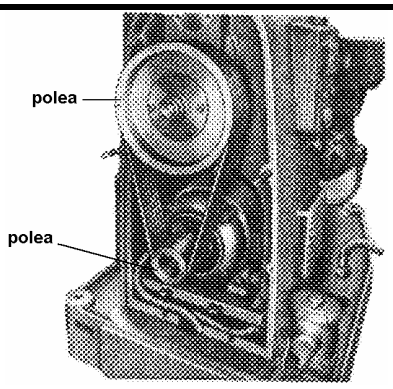


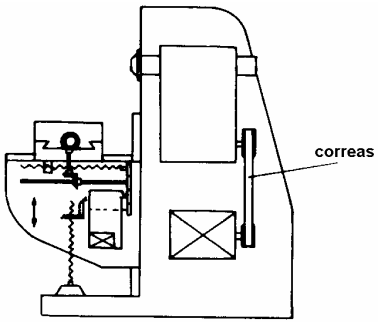
Fig. 15.17 Fresadora Universal Cono polea

15.4.3. SISTEMA MONOPOLEA

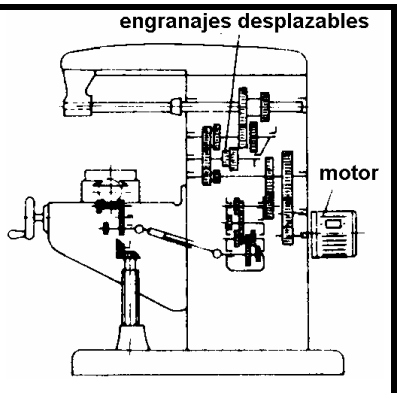
El ataque se hace por una polea de correas trapeciales desde el motor, a una caja de cambios de velocidades, por engranajes.



Fresadora Monopolea: Vista parcial del motor, poleas y correas



Fresadora Monopolea: Esquema



Caja de velocidades con engranajes desplazables

Fig. 15.18

15.4.4. SISTEMA DE ATAQUE DIRECTO

Suprime toda clase de poleas, es semejante en todo al sistema monopolea, salvo que el eje del motor lleva ya el primer engranaje de la caja.

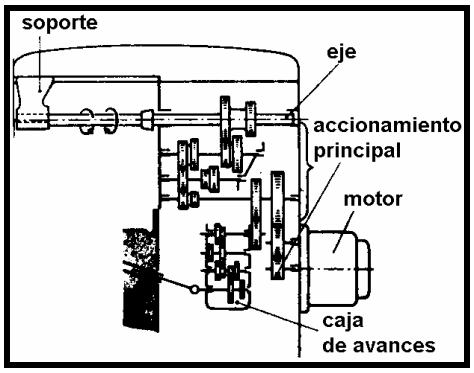


Fig. 15.19 Ataque directo a la caja de velocidades y caja de avances

15.4.5. TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO A LA CAJA DE CAMBIOS PARA AVANCES

La toma de movimiento de la caja de avances puede hacerse de tres maneras:

1. Tomando el movimiento del eje motor por medio de engranajes o cadenas, antes de la caja de velocidades. En este caso los avances serán independientes de la velocidad de rotación del eje porta fresas y se expresarán en milímetros por minuto.

2. Tomando el movimiento por medio de engranajes de cadena o correa del mismo eje principal de la fresadora, después de la caja de velocidades. En este caso los avances serán proporcionales a la velocidad de rotación del eje porta fresas y se expresarán en milímetros por revolución de la fresa.

3. Tomando el movimiento de otro motor independiente. En este caso los avances se expresan en milímetros por minuto.

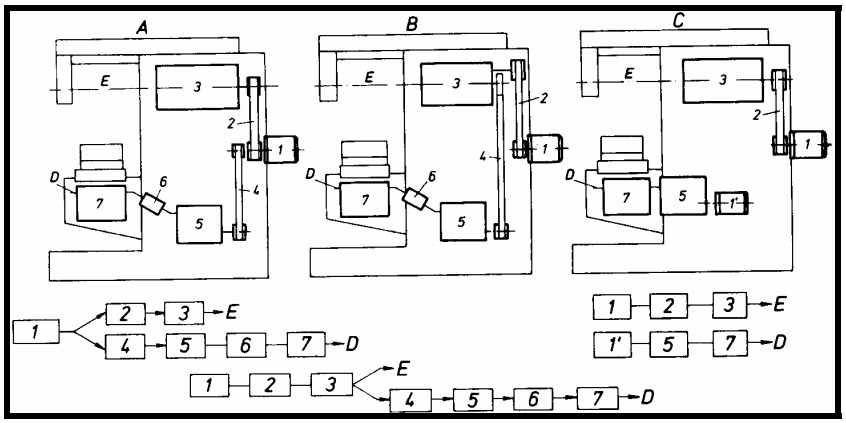


Fig. 15.20

D salida para avances
E salida a eje principal

1. motor principal
2. enlace del motor principal con la caja de velocidades
3. caja principal de velocidades
4. enlace de caja de avances
5. caja de avances
6. unión de la caja de avances con la ménsula
7. mecanismos de la ménsula

15.4.6. CAJA DE CAMBIOS PARA AVANCES Y MECANISMOS DE INVERSIÓN

La Caja de cambios para avances suele ser del tipo de engranajes desplazables, al igual que de la caja de velocidades.

En la misma caja de cambios para avances suele estar incluido el mecanismo de inversión de avances.

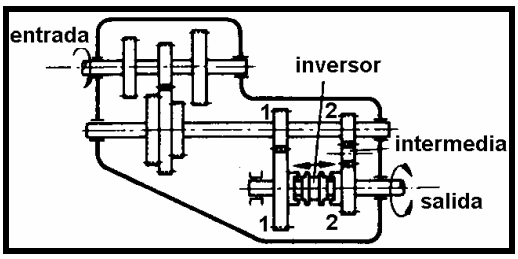


Fig. 15.21

15.4.7. TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO A LOS MECANISMOS DE LA MÉNSULA

Cuando los avances no tiene motor independiente y, por tanto hay que transmitir el movimiento desde la caja de cambios para avances (que está en el cuerpo) hasta los mecanismos de la ménsula, lo más corriente es emplear dos juntas cardán y un eje telescópico[50].

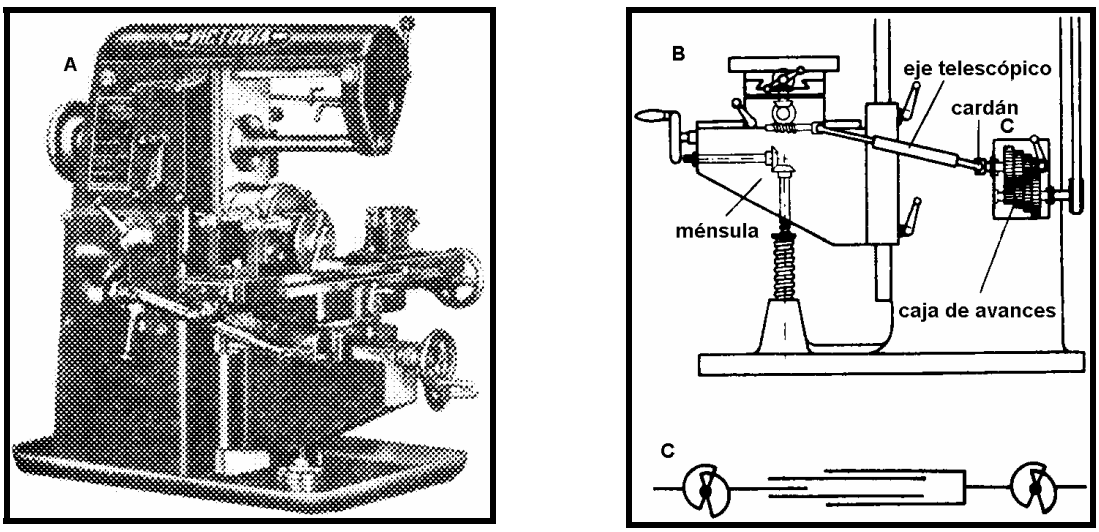


Fig. 15.22 Transmisión de la caja de avances a la ménsula por medio de juntas cardán y eje telescópico: A, vista general de la máquina; B, detalle; C. esquema del cardán

[50] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 28-33**

TERMINOLOGÍA DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

FRESADORA HORIZONTAL

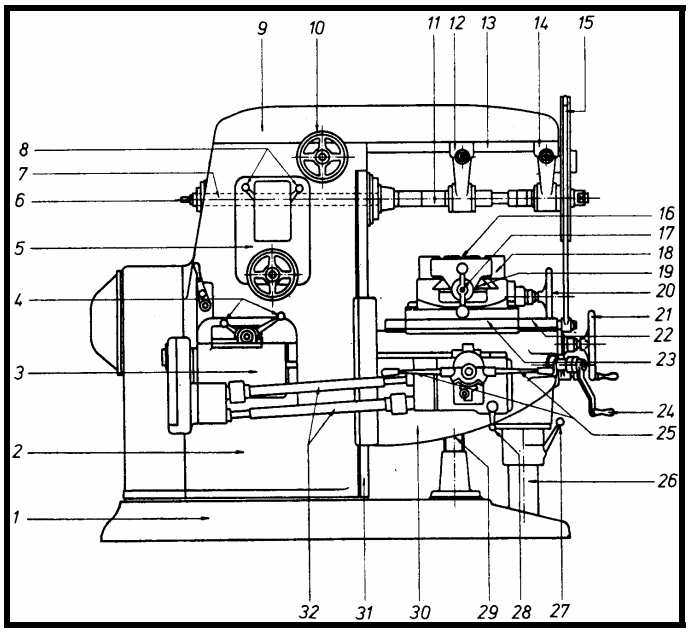


Fig. 15.23

MARCA	DESIGNACIÓN
1	Base
2	Cuerpo
3	Caja de cambio de avances
4	Palancas para el cambio de los avances
5	Caja de cambio de velocidades
6	Tirante para la fijación del eje portafresas
7	Eje principal
8	Palancas para el cambio de las velocidades
9	Puente
10	Volante para el desplazamiento del puente
11	Eje portafresas
12	Soporte intermedio del eje portafresas
13	Guías del puente
14	Soporte extremo del eje portafresas
15	Riostras
16	Ranura central de la mesa
17	Manivela para traslación horizontal de la mesa
18	Mesa
19	Guías de la mesa
20	Volante para el desplazamiento transversal de la mesa
21	Volante para la traslación horizontal de la mesa
22	Guías para el carro porta mesa
23	Carro porta mesa
24	Manivela para la traslación vertical de la ménsula
25	Palancas para el desplazamiento automático transversal y

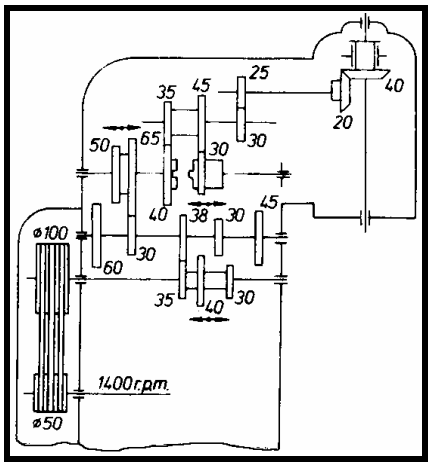
	horizontal de la mesa
26	Columna soporte de la ménsula
27	Palanca para la fijación de la ménsula
28	Palanca para la inversión de avances
29	Husillo para la traslación vertical de la ménsula
30	Ménsula
31	Guías para la ménsula
32	Ejes de transmisión de los avances

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. PROBLEMA 1.

En la siguiente figura está representada la cadena cinemática de una fresadora vertical, en la que el motor gira a 1.400 r.p.m. transmite el movimiento al eje porta fresas. Se desea saber:

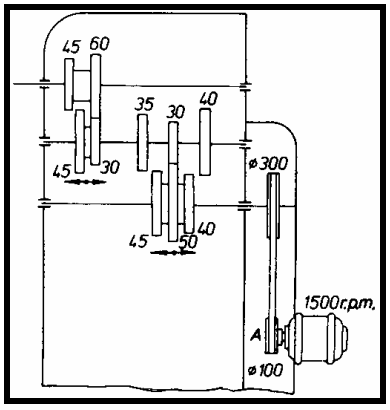
- ◊ El número de velocidades que tiene la máquina.
- ◊ El valor de la velocidad máxima y mínima.



2. PROBLEMA 2.

En la cadena cinemática de la fresadora de la siguiente figura el motor gira a 1.400 r.p.m. Se desea saber:

- ◊ El número de velocidades del eje porta fresas y el valor de cada una de ellas.
- ◊ El valor del diámetro de la polea A para que todas las velocidades aumenten un 10%.



3. Realizar el siguiente trabajo: En el taller anote las siguientes características de una fresadora:

- ◊ Nombre de la máquina.
- ◊ Marca y modelo
- ◊ Dimensiones: alto, ancho y espacio que ocupa.
- ◊ Gama de velocidades (número de revoluciones).
- ◊ Gama de velocidades de avance (mm/min, mm/rev).

4. En no más de tres renglones explique con sus palabras que es el fresado.

- Dentro de la clasificación de las fresadoras, existe una en la que la fresa se aproxima a la pieza, se llama....., esta fresadora está clasificada por.....

- Escriba por lo menos cinco elementos cualesquiera, que tienen construidas ranuras helicoidales o formas de hélice.

A manera de ayuda le recordaremos algunas: Una vela (cera).
El tornillo de molino de grano casero.

.....
.....
.....
.....
.....

5. Trabajo a realizar entre dos personas (entregar escrito a máquina).

¿Para qué sirve el mecanismo telescópico y como funciona?

Desarrolle la pregunta en dos páginas; profundice los contenidos, utilice esquemas y emita criterios personales; para ello investigue en libros de: TECNOLOGÍA DEL METAL 1-2, MÁQUINAS HERRAMIENTAS 2-2, OTROS.

16. EL FRESADO

16.1. TEORÍA DEL FRESADO

Igualmente que en el torneado, en el fresado se produce el arranque progresivo de material mediante una combinación de movimientos. La herramienta de corte gira mientras la pieza a trabajar, generalmente, avanza linealmente contra ella (Fig. 16.1). En algunos casos, la pieza a trabajar permanece fija mientras la herramienta giratoria se mueve linealmente en sentido transversal.

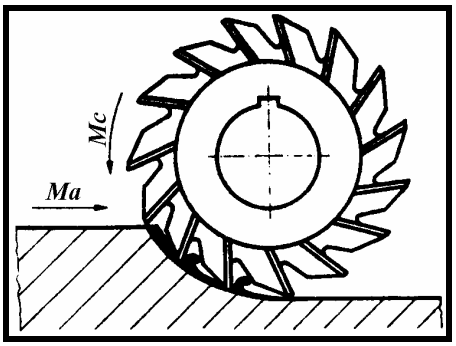


Fig. 16.1. El Corte en el Fresado

La herramienta de fresado posee varios filos que arrancan consecutivamente una cierta cantidad de material. Dos o más filos están en contacto con el material simultáneamente, por lo que cada filo participa en el arranque de viruta solamente durante una parte de la rotación de la fresa.

El procedimiento de conformación por fresado se puede aplicar lo mismo en operaciones que implican el arranque de grandes cantidades de material, como en el fresado de copia ligera y preciso de formas complejas.

El fresado es un procedimiento de mecanizado extremadamente versátil y eficiente y que todavía es objeto de un amplio y considerable estudio en cuanto a herramientas y aplicación se refiere[51].

[51] **Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 46-49**

16.1.1. LOS MOVIMIENTOS DE TRABAJO EN EL FRESADO

Los movimientos de trabajo en el fresado se descomponen en la siguiente forma:

Movimientos de trabajo	• Movimiento de corte *Mc*	Es circular y lo posee la herramienta que va montada en el eje Z.
	• Movimiento de avance *Ma*	Generalmente es rectilíneo y lo puede tener la pieza o la herramienta.
	• Movimiento de penetración *Mp*	Es el movimiento rectilíneo que regula la profundidad de penetración en el material. Indistintamente lo puede tener la pieza o la herramienta

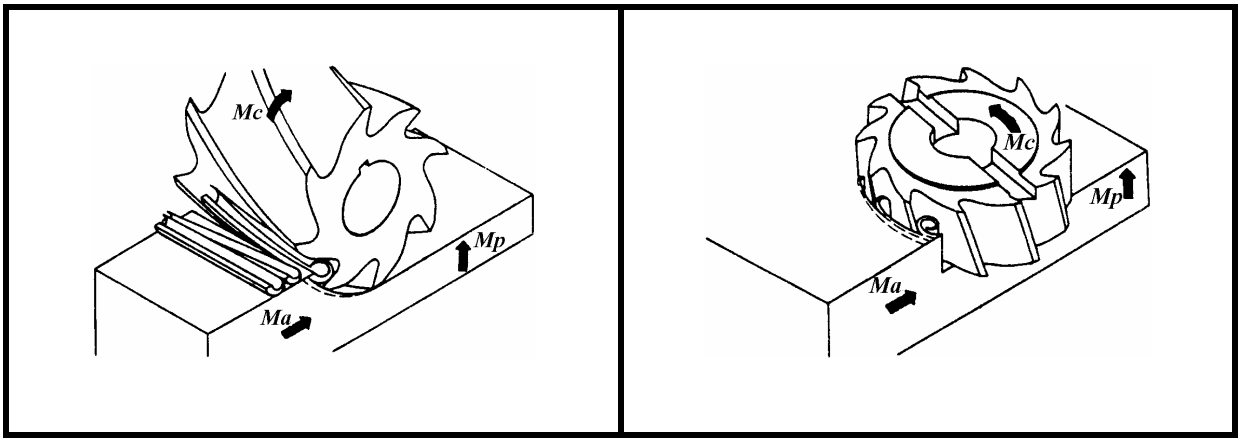


Fig. 16.2. Movimientos de Trabajo en el Fresado

16.1.2. VELOCIDAD DEL MOVIMIENTO DE CORTE

La velocidad del movimiento de corte, llamada velocidad de corte (*Vc*), se expresa en metros por minuto (m/min) y depende de:

- las características del material a trabajar,
- la naturaleza del material del filo,
- el tipo de operación a realizar,

En la tabla 1. Aparecen valores orientativos de velocidad de corte empleando fresas de acero rápido y de plaquitas intercambiables de metal duro y en distintas operaciones.

Tabla 16.1. Velocidades de corte en el fresado[52]

Material a Trabajar	Fresas de acero rápido			Fresas de plaquitas intercambiables		
Acero al carbono	15-20	18-25	16-22	80-100	80-100	100-125
Acero aleado	10-16	12-18	12-16	50-60	50-70	62-80
Fundición gris	20-25	20-25	16-22	50-60	50-80	55-90
Bronce	30-40	30-40	30-40	60-120	80-160	70-120
Latón	35-50	35-50	35-50	60-120	80-160	80-120
Aleaciones de aluminio	150-220	150-220	200-250	150-400	200-500	500-600

Con la velocidad de corte (*Vc*) y conociendo el diámetro de la fresa (*d*), se puede determinar la velocidad de giro (*N*) en revoluciones por minuto, mediante la fórmula:

$$N = \frac{Vc \times 100}{\pi \times d} \; (r/min)$$

Teniendo en cuenta la gama de velocidades de una máquina concreta, se puede representar gráficamente, las velocidades de giro correspondientes a distintas velocidades de corte y distintos diámetros de fresas con la ayuda de ábacos.

[52] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 27-33**

Construcción de ábaco

La relación $N = \frac{Vc \times 100}{\pi \times d}\ (r/min)$ puede representarse en un plano cartesiano por una recta que tiene por abscisa el diámetro d de la fresa y por ordenada la velocidad de corte *Vc*.

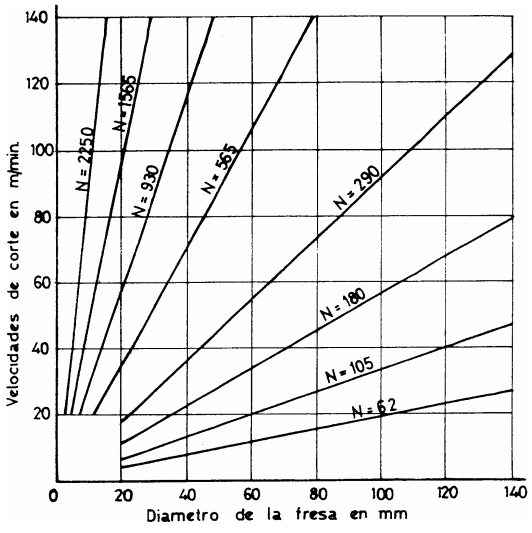
Para trazar la recta correspondiente al número de revoluciones $N = 62$, se elige un diámetro cualquiera, por ejemplo $d = 140$ y se determina el valor correspondiente de *Vc*.

$$Vc = \frac{3{,}14 \times 140 \times 62}{100} = 27{,}26\ m/min$$

Se señala el punto de abscisa *140* y de ordenada *27,26* y la línea que une este punto con el origen de las ordenadas es la recta de las *62* revoluciones.

De la misma forma se trazan las rectas correspondientes a los demás números de revolución.

Ábaco correspondiente a las velocidades de rotación de una fresadora sobre la que se puede montar una fresa de diámetro máximo 140 mm.[53]



[53] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 35-36**

16.1.3. VELOCIDAD DEL MOVIMIENTO DE AVANCE

La velocidad del movimiento de avance *Ma*, llamada velocidad de avance, se expresa en milímetros por minuto (mm/min) y es función de:

- El avance por diente *az*
- El número de dientes de la fresa *Z*
- El número de revoluciones de la fresa *N*

Su valor se determina mediante la fórmula:

$$a_{min} = az \times Z \times N$$

El avance por diente que se expresa en *mm*, depende de:

- las características del material a trabajar,
- la naturaleza del material del filo,
- el tipo de operación,
- el grado de acabado superficial a obtener,
- la potencia de la máquina,
- etc...

En la tabla 2. Aparecen valores orientativos de avance por diente, para trabajar diversos materiales empleando fresas de acero rápido y de plaquitas intercambiables de metal duro en distintas operaciones.

Tabla 16.2. Avance por Diente en el Fresado[54]

Material a Trabajar	Fresas de acero rápido			Fresas de plaquitas intercambiables		
Acero al carbono	0,04	0,07	0,20	0,05	0,08	0,25
Acero aleado	0,02	0,06	0,15	0,04	0,06	0,20
Fundición gris	0,03	0,07	0,2	0,08	0,10	0,30
Bronce	0,04	0,06	0,15	0,15	0,30	0,50
Latón	0,04	0,06	0,20	0,15	0,30	0,50
Aleaciones de aluminio	0,04	0,07	0,10	0,15	0,30	0,50

16.1.4. DEL MOVIMIENTO DE PENETRACIÓN

Del movimiento de penetración (*Mp*), llamado profundidad de pasada, no se considera su velocidad, pues si en algún caso este movimiento se realiza mientras la fresa va cortando material, se programa como si de un movimiento de avance se trata.

De todas formas el valor de la profundidad de pasada, que se expresa en mm, depende de:

- el tipo de operación a realizar,
- la potencia de la máquina,
- la calidad dimensional a obtener,
- etc...

[54] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 55-56**

Aunque el ancho de la pasada (*b*) no se genera por medio de movimiento, sino que depende del tipo de operación, conviene tener en cuenta su valor por la influencia que tiene en el cálculo de la sección de la viruta y consecuentemente en la fuerza de corte.

16.1.5. DIRECCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE CORTE Y AVANCE

En cuanto a la dirección del movimiento de corte respecto a la dirección del movimiento de avance se puede dar dos casos:

1. Que la dirección del movimiento de corte sea la misma que la dirección del movimiento de avance, en cuyo caso se dice que el fresado es en Concordancia (Fig. 16.3).

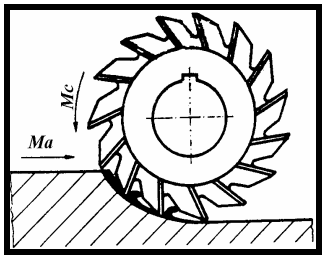


Fig. 16.3. Fresado en concordancia

2. Que la dirección del movimiento de corte sea opuesta a la dirección del movimiento de avance, en cuyo caso se dice que el fresado es en Oposición (Fig. 16.4).

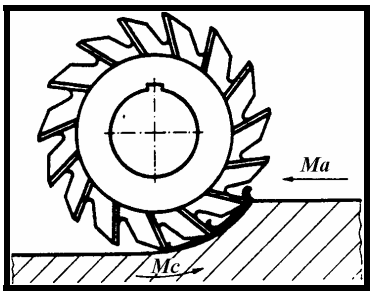


Fig. 16.4. Fresado en oposición

El fresado en concordancia es el mejor de los sistemas, ya que parte del espesor máximo de viruta y esto permite al diente de la fresa incidir correctamente en la pieza. Tiene el inconveniente de que si la máquina no es lo suficientemente rígida y los husillos no están exentos de holgura, la fresa al girar puede arrastrar a la pieza junto con la mesa, con el consiguiente riesgo de rotura de la fresa e incluso avería en la máquina.

En el fresado en oposición el espesor de la viruta se inicia en cero y va aumentando hasta alcanzar su máximo valor al final del corte. Esto implica una acción de "abrasión" antes de que el filo penetre en el material y comience a arrancar viruta. La acción de la abrasión además de ser más perjudicial para el filo que la misma acción de corte,

influye negativamente en el grado de acabado superficial, y por otra parte, en este caso se consume más potencia debido a los fuertes rozamientos de la fresa sobre la pieza.

16.2. OPERACIONES ELEMENTALES DE FRESADO

En cuanto a las operaciones elementales de fresado, se puede establecer una primera clasificación atendiendo a la posición del eje de la fresa respecto a la superficie a fresar, y así tenemos:

- Fresado frontal
- Fresado periférico

16.2.1. FRESADO FRONTAL

Se dice que el fresado es frontal (Fig. 16.5) cuando el eje de la fresa queda en posición vertical respecto a la superficie mecanizada. En este caso la profundidad de pasada se mide paralelamente al eje de rotación de la fresa. El avance se mide perpendicularmente al eje de rotación de la fresa y el ancho de la pasada es igual a la distancia que empaña la fresa medida transversalmente a la superficie de la pieza a trabajar.

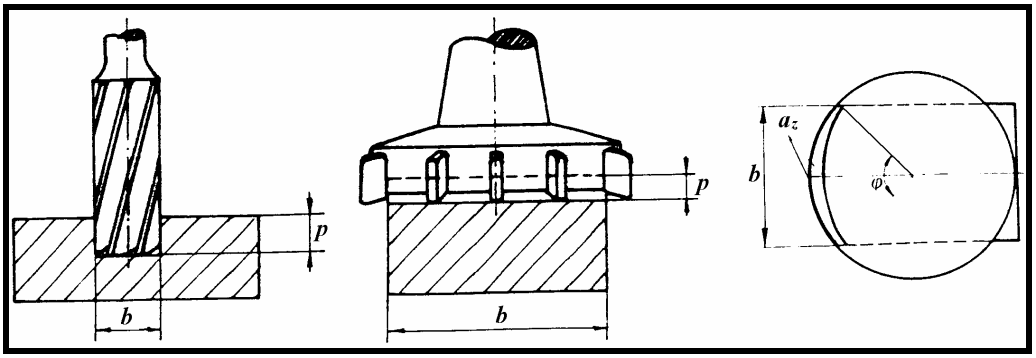


Fig. 16.5. Fresado frontal

Dentro del fresado frontal distinguimos operaciones de:

- Planeado
- Planeado y escuadrado
- Fresado ranurado con fresa cilíndrico-frontal

16.2.2. FRESADO PLANEADO

Es el tipo más común de las operaciones de fresado (Fig. 16.6). Consiste en obtener superficies paralelas a la cara plana de la fresa. Las herramientas de planear se han visto anteriormente <Herramientas de corte múltiple>.

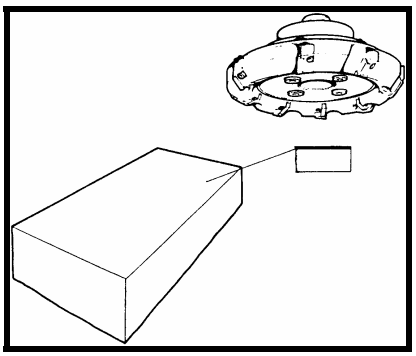


Fig. 16.6. Fresado planeado

En este tipo de fresado, el trabajo principal lo realizan las aristas de corte laterales; las aristas frontales realizan el acabado (barrido) de la superficie mecanizada.

En cuanto al fresado frontal se dice que es:

- **Completo** de la pieza a fresar (Fig. 16.7).
  - Cuando el diámetro de la fresa es mayor que la anchura
- **Incompleto** de la pieza a fresar (Fig. 16.7).
  - Cuando el diámetro de la fresa es menor que la anchura

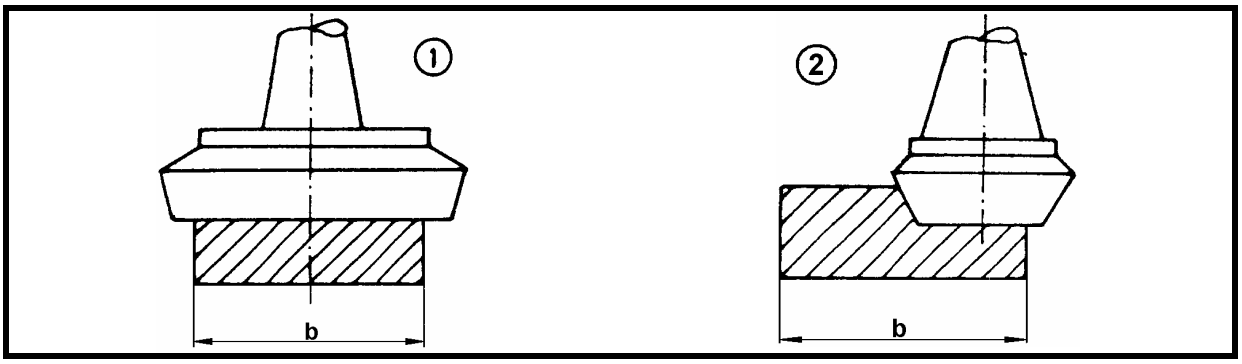


Fig. 16.7. Fresado planeado: 1. Diámetro de la fresa mayor que b.
2. Diámetro de la fresa menor que b.

16.2.3. POSICIONAMIENTO DE LA FRESA [55]

Cada vez que la fresa entra en corte, el filo está sometido a una gran o pequeña carga de impacto según sea: el material a trabajar, la sección de la viruta y el tipo de corte. Una buena entrada del filo en la pieza a trabajar es un punto crítico en el fresado que depende de:

- El diámetro de la fresa
- La geometría de la fresa
- El posicionamiento de la fresa

Según se combinen estos factores se puede dar varias posiciones de entrada.

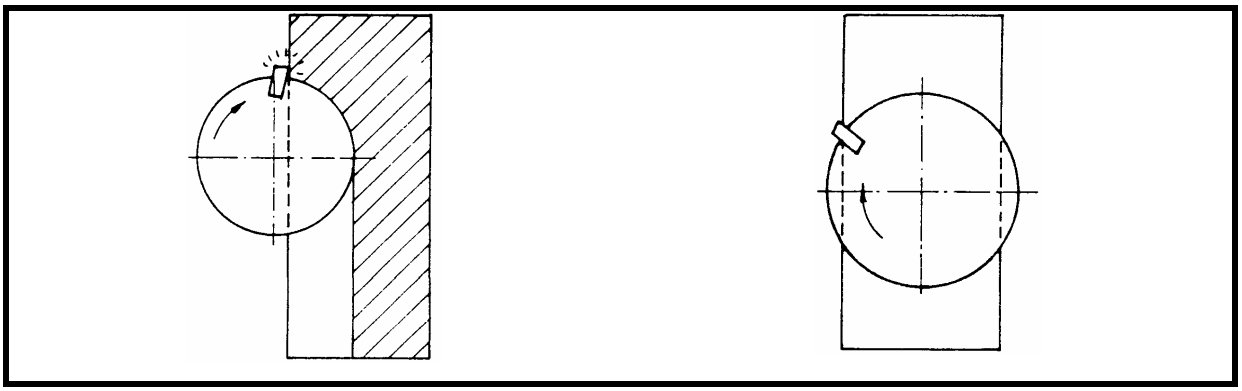


Fig. 16.8. Posiciones de entrada

[55] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 60-63**

En la (Fig. 16.8) se muestran dos casos claros de posiciones de entrada desfavorable y favorable de los filos. En el caso desfavorable, con el centro de la fresa fuera del área de la pieza a trabajar, el impacto de la entrada se recibe en la punta más extrema de la plaquita, que es precisamente la parte más frágil del filo. En el caso favorable, el centro de la fresa queda dentro del área de la pieza a trabajar, y el impacto inicial se recibe más atrás, lejos de la parte frágil del filo. Por esta razón, el ángulo de desprendimiento axial del filo debe ser, en lo posible, negativo (Fig. 16.9).
El fresado completo puede ser un caso favorable y como regla empírica podemos decir que el diámetro de la fresa debe ser de unos -5/3- de la anchura de la pieza a fresar.

Para mantener el fresado en oposición o en concordancia conviene que el eje de giro de la fresa esté descentrado respecto al eje longitudinal de la pieza (Fig. 16.10). El valor de este descentramiento puede ser:

$$e = (0{,}03 \div 0{,}05) \times D$$

En las fresadoras verticales, si es posible, se da al eje del husillo Am una ligerísima inclinación ($\approx 0'05^{o}$) respecto al eje vertical AV. Esta inclinación evita la formación de estrías cruzadas sobre la superficie fresada, es decir, se puede obtener una superficie de aspecto uniforme sin necesidad de hacer salir la fresa completamente de la pieza. Esperar la completa salida de la superficie mecanizada supone una pérdida de tiempo (Fig. 16.11).

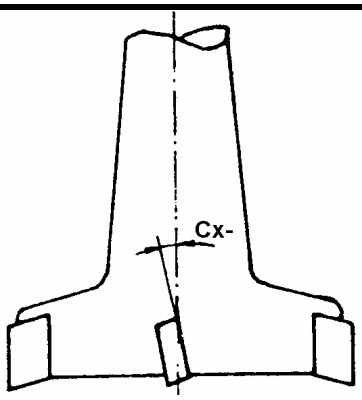


Fig. 16.9. Fresa frontal con ángulo de desprendimiento axial negativo

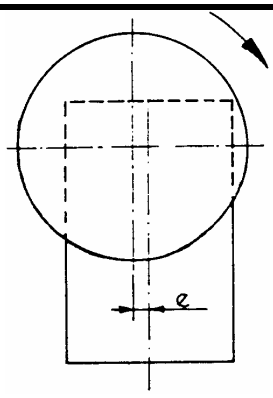


Fig. 16.10. Posicionamiento asimétrico de la fresa respecto a la pieza a trabajar

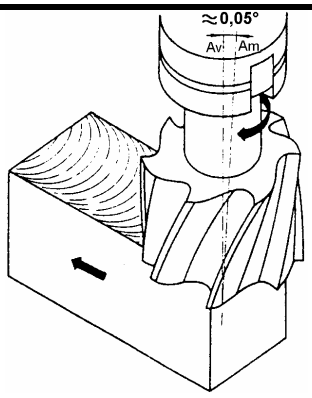


Fig. 16.11. Inclinación del eje del husillo respecto al eje vertical

16.2.4. FRESADO PLANEADO Y ESCUADRADO

Es similar al fresado planeado, pero en este caso el ángulo de los filos periféricos está condicionado al de la forma geométrica de la pieza.

Solamente se debe seleccionar una fresa de planear y escuadrar cuando la forma geométrica de la pieza exija un ángulo de 90º. En esta operación las aristas cortantes de la fresa son paralelas al eje de rotación (Fig. 16.12). Para realizar la operación y con el objeto de que el centro de la fresa quede dentro del área a fresar, la relación:

Ancho a fresar / diámetro de la fresa

debe ser de 2/3

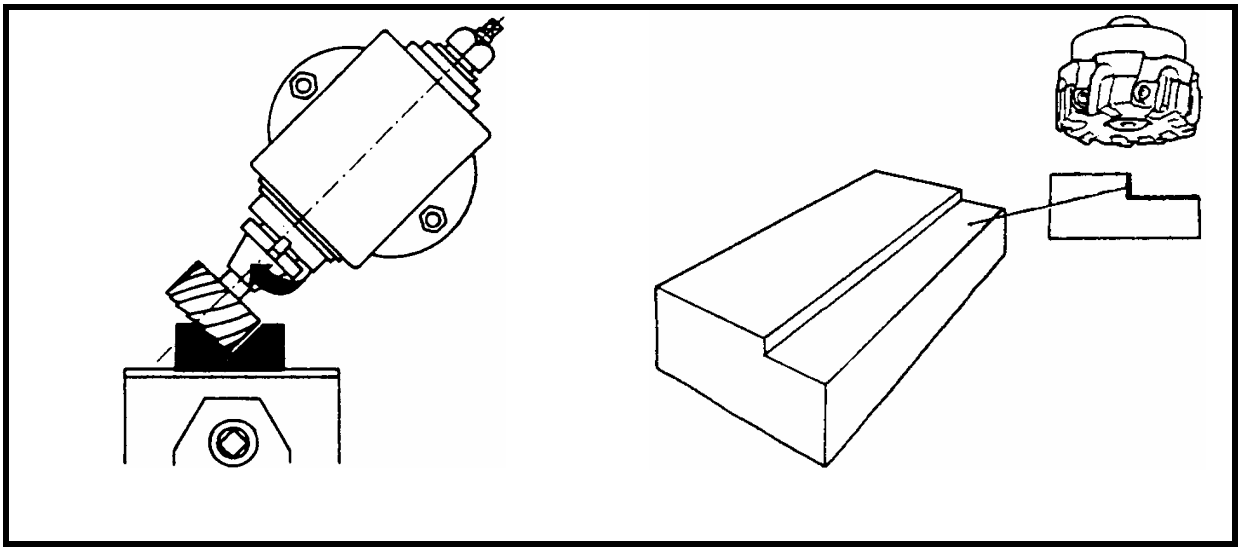


Fig. 16.12. Fresado planeado y escuadrado

Ejemplo de aplicación:

¿Qué diámetro de fresa se deberá seleccionar para realizar el fresado de la fig. 16.13?

Resolución:

$$\frac{2}{3} = \frac{50}{D}\ ;\ D = \frac{3 \times 50}{2} = 75\ mm$$

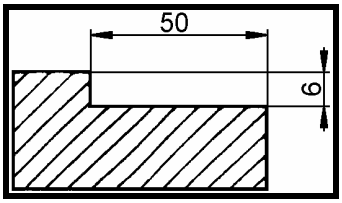


Fig. 16.13

De esta forma, bien sea el fresado en oposición o en concordancia, el espesor de la viruta será igual al avance por diente, y por otra parte, si el fresado se ejecuta en concordancia queda protegida la punta del diente de la fresa de impacto de entrada.

16.2.5. FRESADO RANURADO CON FRESA CILÍNDRICO-FRONTAL

Se puede definir como una variante del fresado en ángulo recto, ya que el diseño de la fresa y la configuración del corte son similares.

Las herramientas empleadas pueden ser:

- Fresas de plaquitas intercambiables
- Fresa de acero rápido
- Fresas de metal duro integrales

Si son de dos cortes, pueden mecanizar en una dirección puramente frontal, lo que le permite taladrar fácilmente al avanzar axialmente sobre la pieza a trabajar.

Para ello se precisa que los filos cubran toda la cara frontal y que además uno de ellos sobrepase el centro (Fig. 16.14).

En este caso el diámetro de la fresa está condicionado al ancho de la ranura a mecanizar.

Esta posibilidad es imprescindible para fresar ranuras que, por ejemplo, están cerradas en ambos extremos (Fig. 16.15).

Dentro de esta operación de fresado se podían citar: los chaveteros, ranuras circulares, cajeras, etc.

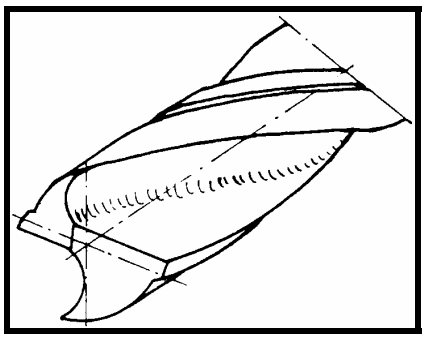


Fig. 1614. Fresa con corte frontal

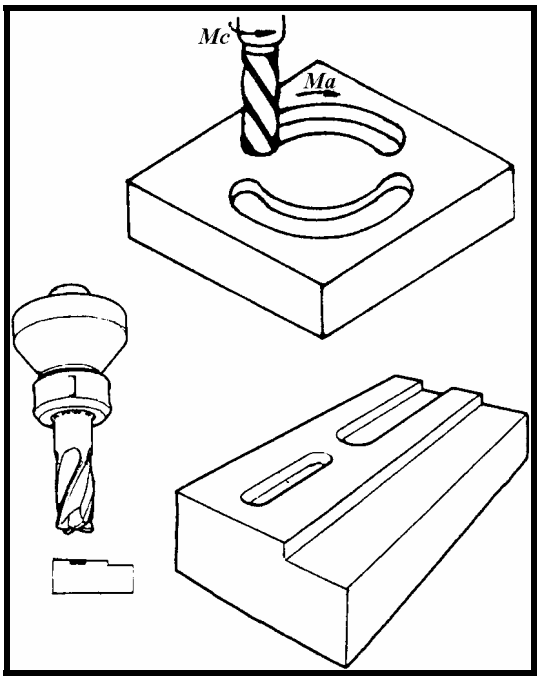


Fig. 16.15. Fresado ranura con fresa cilíndrico-frontal

16.3. FRESADO PERIFÉRICO

Se dice que el fresado es periférico cuando el eje de rotación de la fresa queda paralelo a la superficie trabajada.

En este caso la profundidad de pasada se mide perpendicularmente al eje de rotación de la fresa, y el ancho de la pasada se mide paralelamente al mismo eje de rotación de la fresa (Fig. 16.16).

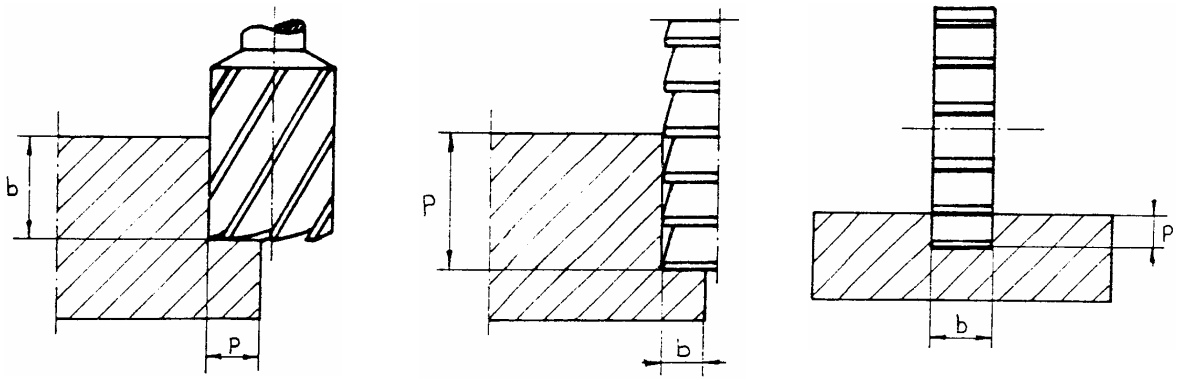


Fig. 16.16. Fresado periférico

Dentro del fresado periférico distinguimos operaciones de:

- Ranurado
- Fresado de forma
- Fresado con tren de fresas

16.3.1. FRESADO RANURADO (PERIFÉRICO)

El fresado ranurado es una operación típica de fresado (fig. 16.17). Ya hemos visto que también se puede realizar con fresas cilíndrico-frontales, sin embargo con fresas de disco de tres cortes se obtiene ranuras mejor mecanizadas.

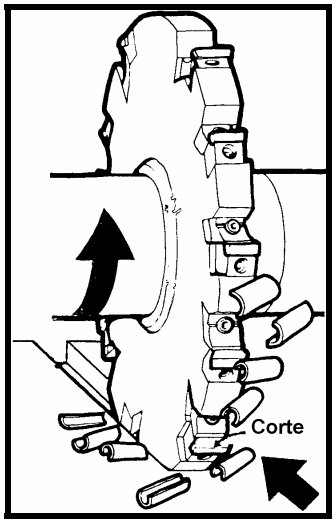


Fig. 16.17. Fresado ranurado (periférico)

Con estas herramientas es posible obtener ranuras largas o cortas, profundas o poco profundas y también escalones (fig. 16.18). El dentado de estas fresas puede ser recto o inclinado, presentando estas últimas la ventaja de una entrada en el corte más uniforme y consecuentemente un mejor acabado superficial.

El diámetro de la fresa debe ser el menor posible, siendo suficiente que la distancia entre los casquillos separadores y la cara superior de la pieza sea del orden de 2mm para permitir la salida de la viruta (Fig. 16.19).

Se elige el diámetro de la fresa según la siguiente relación:

$$\frac{D}{2} - \left(\frac{d}{2} + S + P\right) \geq 2\ mm$$

en la que:

D = Diámetro de la fresa

d = Diámetro del árbol porta fresas

S = Espesor del separador empleado en el montaje

P = Profundidad de la ranura

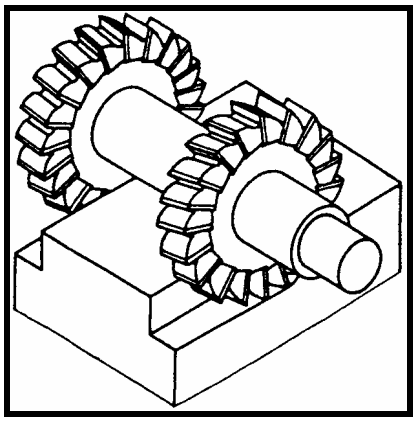


Fig. 16.18. Fresado de escalones

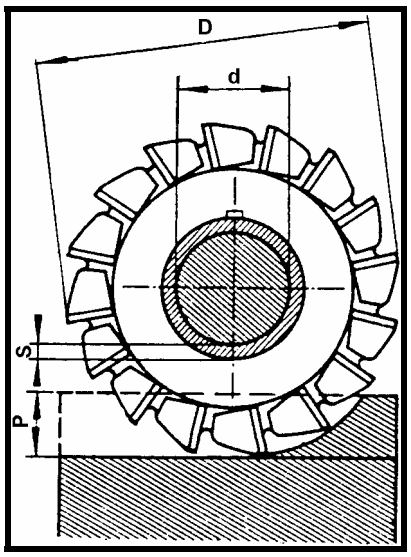


Fig. 16.19. Elección de la Fresa

Ejemplo de aplicación:

Determinar el diámetro que deberá tener la fresa que va a ejecutar un ranurado, sabiendo que: el diámetro del árbol porta fresas es de 22 mm, el espesor del casquillo separador es de 4 mm, y la profundidad de la ranura es de 15 mm.

Resolución:

$$\frac{D}{2} - \left(\frac{d}{2} + S + P\right) = 2\ mm$$

$$\frac{D}{2} = 2 + \frac{d}{2} + S + P$$

$$D = 2\left(2 + \frac{d}{2} + S + P\right)$$

$$D = 2\left(2 + 11 + 4 + 15\right) = 64\ mm$$

Adoptaremos una fresa de diámetro 64 mm o la inmediata superior.

En esta operación de fresado periférico, el espesor de la viruta es función del diámetro de la fresa, de la profundidad de pasada y del avance por diente, como se vio anteriormente <El mecanizado por arranque de material>.

16.3.2. FRESADO DE FORMA

Entendemos por fresado de forma todos aquellos mecanizados de superficies cóncavas y convexas con fresas de este mismo perfil, denominadas fresas de forma , así como las fresas de perfil constante para tallar los dientes de engranajes, llamadas fresas módulo, para tallar ruedas de cadena, ejes de chavetas múltiples, etc.

Al título orientativo en la (Fig. 16.20) podemos apreciar algunas de las mecanizaciones referentes a esta clase de fresado.

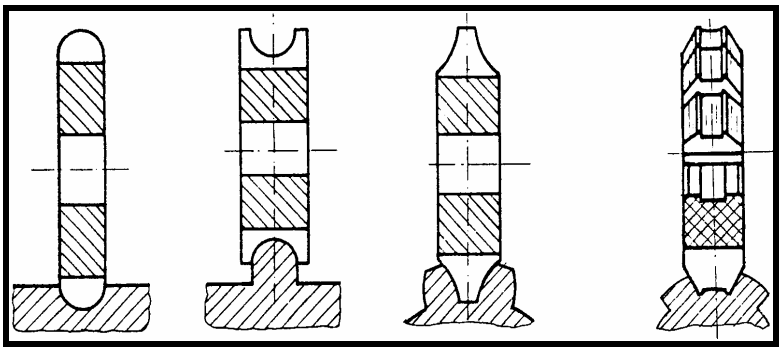


Fig. 16.20. Fresado de forma

16.3.3. FRESADO CON TREN DE FRESAS[56]

El fresado, como ya hemos visto, es una operación mediante la cual, empleando las herramientas adecuadas, es posible ejecutar: planos, huecos, entallas, etc..., superficies que permiten definir mediante el arranque de viruta, la forma de una pieza.

Cuando se trata de fresar medianas y grandes series de piezas iguales, es conveniente montar, con utillajes preparados para cada caso, varias piezas, (fig. 16.21) y por otra parte en el husillo porta fresas un tren de fresas que permiten ejecutar simultáneamente ranuras, caras angulares, perfiles, etc. (Fig. 16.22).

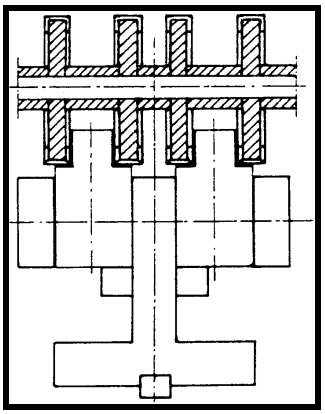


Fig. 16.21. Fresado múltiple

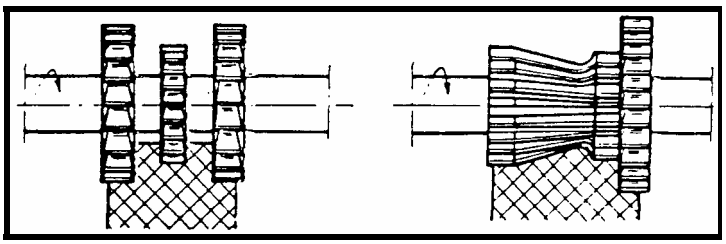


Fig. 16.22. Fresado con tren de fresas

De esta forma y aunque para cada sección no sea posible trabajar con las condiciones de corte óptimas, la gran capacidad de arranque de viruta y el hecho de mecanizar varias piezas en cada postura, compensa con creces cualquier insuficiencia en el corte.

Cuando se trabaja con un tren de fresas y sobre todo si éstas son de metal duro, es conveniente aplicar sobre el eje porta fresas un volante de inercia, con el objeto de reducir los efectos negativos del corte intermitente, efectos como las vibraciones que afectan al acabado superficial, a la vida de la herramientas e incluso a ciertos mecanismos de la propia máquina (Fig. 16.23).

---

[56] Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 64-67

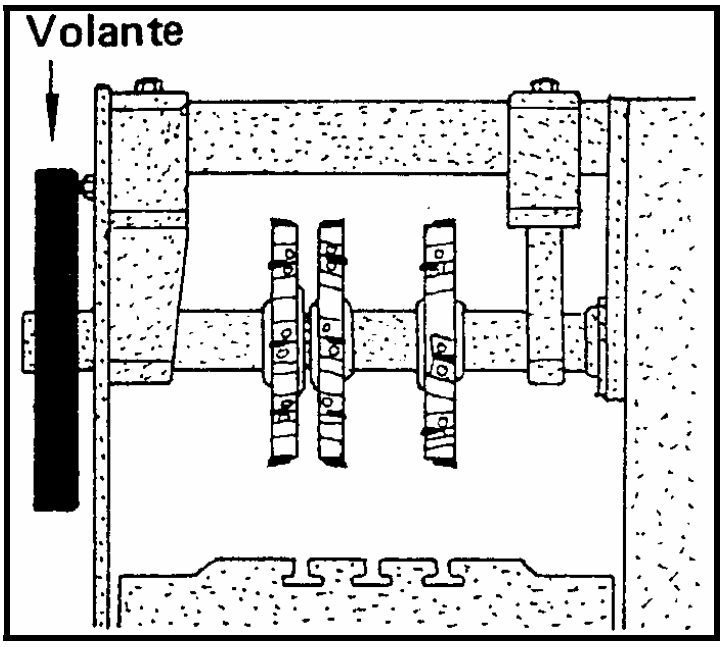


Fig. 16.23. Volante de inercia sobre un eje porta fresas

EVALUACIÓN

1.¿Cómo son los movimientos de trabajo en el fresado?

2. ¿Cómo puede ser la dirección del movimiento de corte respecto a la de avance?. Representar esquemáticamente.

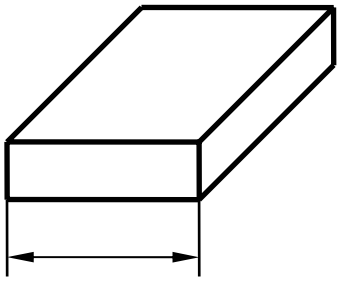
3. Citar operaciones elementales de fresado.

4. ¿Qué diferencia ve entre el fresado frontal y el fresado periférico?

5. Se desea ejecutar un fresado planeado, en una sola pasada en la pieza de la figura 24. Calcular:

   a) El diámetro de la fresa indicada para ejecutar la operación.

   b) La velocidad de giro a programar en la máquina, sabiendo que dispone de la gama indicada en el ábaco de la página 5 y que la operación se va a ejecutar a una velocidad de 60 m/min.



80

6. ¿De qué movimientos deberá estar dotada una pieza sobre la que se desea tallar una ranura helicoidal y cómo se llama el movimiento resultante?

17. HERRAMIENTAS Y PORTAHERRAMIENTAS PARA FRESADORA

17.1. FRESA

Es la herramienta utilizada en la fresadora, aunque no exclusivamente, ya que también se usan brocas y herramientas de corte único.

Está formada por varios filos cortantes, que giran alrededor de un eje, al efectuar el movimiento de corte (Fig. 17.1)

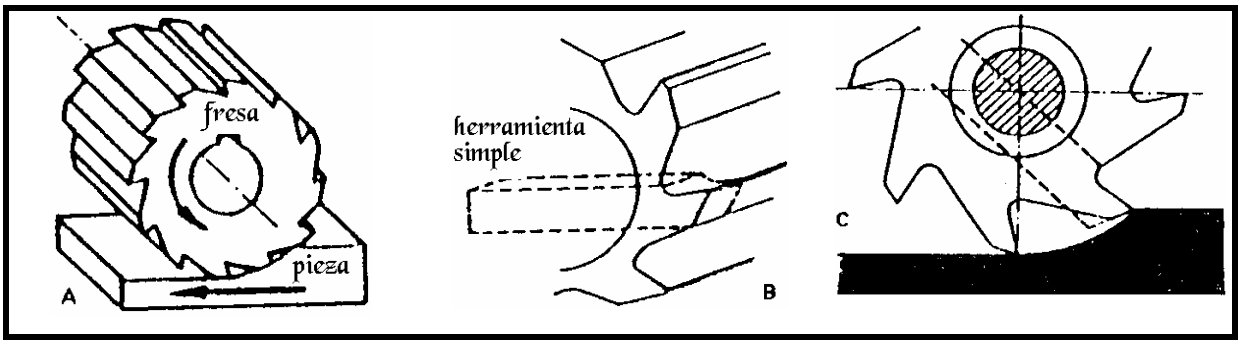


Fig. 17.1. Herramienta de fresadora:
A. fresa; *B.* cada diente se puede considerar como una herramienta simple; *C.* forma de trabajo.

17.2. CLASIFICACIÓN DE LAS FRESAS

Las fresas se pueden clasificar, tomando en cuenta varios criterios, que son: el tipo de diente, su material, según su sistema de fijación y sus aplicaciones.

17.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS FRESAS SEGÚN EL TIPO DE DIENTE

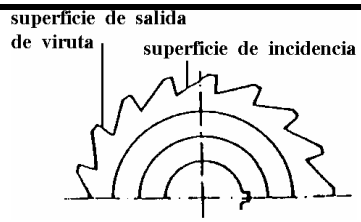
Según este criterio, las fresas se clasifican en tres grupos:

- Fresas con dientes fresados.
- Fresas con dientes destalonados.
- Fresas con dientes postizos.

17.2.2. FRESAS CON DIENTES FRESADOS

Los dientes fresados tienen formas rectas (Fig. 17.2). Es el tipo de diente más corriente, corta fácilmente con buen rendimiento y se emplea para superficies planas o quebradas.

La forma del filo puede ser recta, para fresas de espesores pequeños (Fig. 17.3) o helicoidal para fresa anchas (Fig. 17.4)



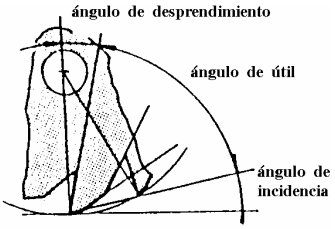


Fig. 17.2

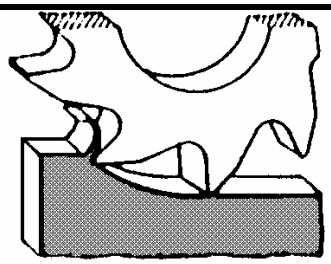


Fig. 17.3. Forma de trabajo de una fresa para superficies estrechas

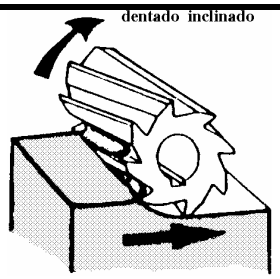


Fig. 17.4. Fresa para superficies anchas

o

17.2.3. FRESAS DE DIENTES DESTALONADOS

Los dientes destalonados tiene una superficie de incidencia de forma curva, si dicha superficie se corta por un plano perpendicular al eje resulta una curva espiral (Fig. 17.5).

En cambio, la sección de un plano que pase por el eje, suele ser de muy variadas formas.

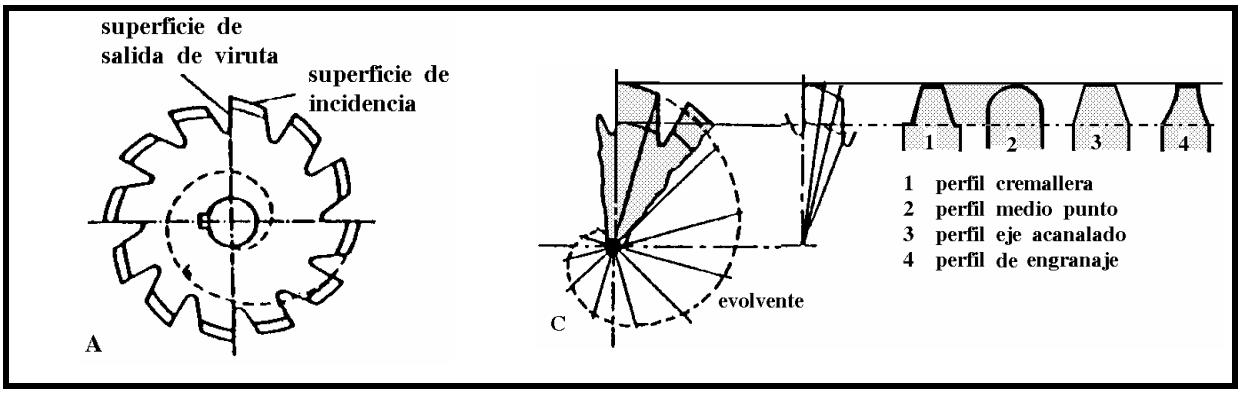


Fig. 17.5. Fresa de perfil constante destalonada: *A.* forma de la fresa; *B.* forma del diente; *C.* diversas formas del perfil del diente.

No cortan con tanta facilidad como las de diente fresado, pero se prestan para fresados de forma que resultan imposible con las anteriores.

17.2.4. FRESAS DE DIENTES POSTIZOS

Pueden tener los dientes soldados al cuerpo de la fresa (Fig. 17.6) normalmente son de metal duro.

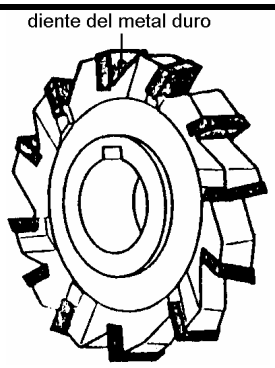


Fig. 17.6. Fresa de tres cortes de dientes postizos soldados

17.2.5. PLATOS DE CUCHILLAS

Los platos de cuchillas constan de:

- un mango
- un cuerpo
- las cuchillas postizas (Fig. 17.7)

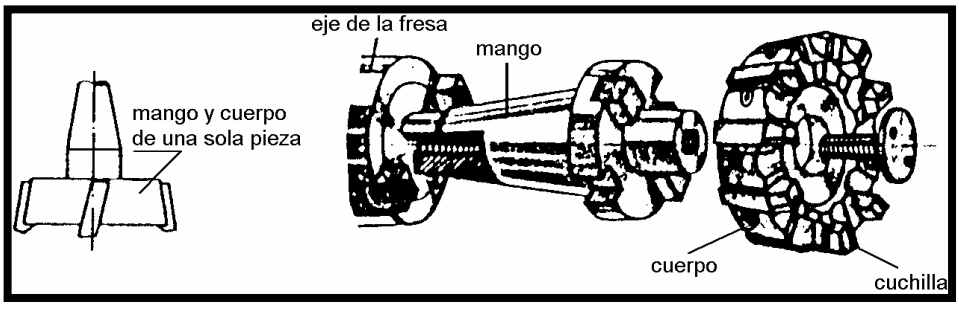


Fig. 17.7. Formas de montaje del plato porta cuchillas

El mango es de acero, templado y rectificado. Tiene la forma de cono y normalizado (Fig. 17.8) para adaptarse al eje principal de la fresadora.

Fig. 17.8. Formas normalizadas de mangos y detalle de montaje en el eje de la fresadora

17.3. SEGÚN SU APLICACIÓN

Las más corrientes son:

17.3.1. FRESAS CILÍNDRICAS PARA PLANEAR

Pueden ser de dientes rectos (Fig. 17.9), estos tienen el inconveniente de entrar y salir con brusquedad del contacto con la pieza, produciendo superficies fresadas onduladas e irregulares.

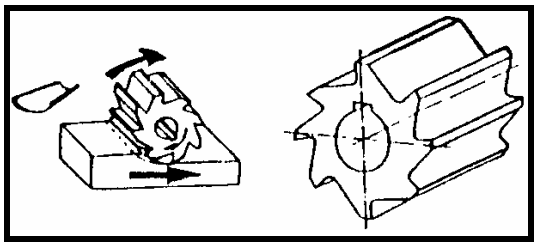


Fig. 17.9

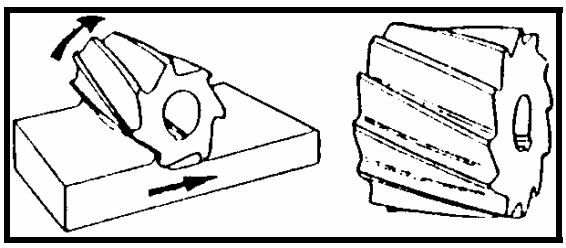


Fig. 17.10

También pueden ser de diente helicoidal (Fig. 17.10), estos dientes no tienen el inconveniente de las de diente recto, ya que trabajan de manera progresiva. Producen esfuerzos axiales que pueden ser considerables.

17.3.2. FRESAS PARA RANURAR

Se llama así a las fresas empleadas para construir ranuras de perfil rectilíneo. Pueden ser cortantes por una sola cara (Fig. 17.11), por dos y por tres (Fig. 17.12)

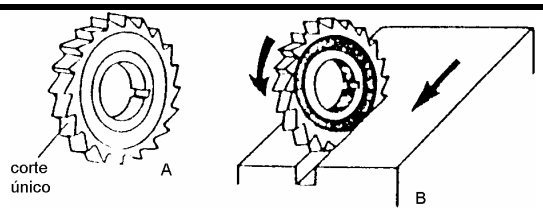


Fig. 17.11. Fresado de ranuras: *A*, fresa de un solo corte; *B*, forma de trabajo

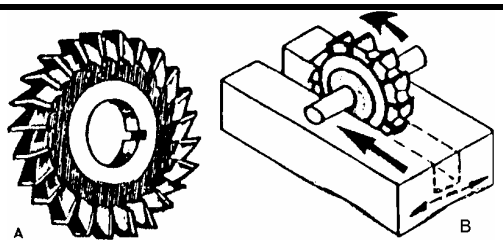


Fig. 17.12. Fresado de ranuras: *A*, fresa de tres cortes; *B*, forma de trabajo

17.3.3. FRESAS PARA MECANIZAR HERRAMIENTAS

Las hay para ranurar brocas, machos, fresas.

17.3.4. FRESAS PARA RANURAR EN "T"

17.3.5. FRESAS PARA RANURAR EN COLA DE MILANO

17.3.6. FRESAS PARA RANURAR DE CHAVETA

17.3.7. FRESAS SIERRAS DE DISCO PARA CORTAR

17.3.8. FRESAS PARA EJES ESTRIADOS

17.3.9. FRESAS DE ROSCAR

17.3.10. FRESA PARA AVELLANAR

17.3.11. FRESAS PARA TALLAR ENGRANAJES

Estas fresas también reciben el nombre de fresas modulares.

17.3.12. FRESA MADRE[57]

[57] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 90-92**

Se emplea para tallar ruedas de dientes recto, helicoidal, ruedas de cadena, se emplea solo en fresadoras especiales como es la creadora o dentadora.

17.4. SEGÚN SU SISTEMA DE FIJACIÓN

Las fresas se pueden clasificar refiriéndonos al sistema de fijación, según el siguiente cuadro.

- ***Fresa***
  - ***Con agujero***
    - ***Roscado***
    - ***Cilíndrico***
      - ***Con chavetero transversal***
      - ***Con chavetero longitudinal***
  - ***Con mango***
    - ***Cónico***
      - ***Con extremo roscado***
      - ***Con extremo sin rosca***
    - ***Cilíndrico***

17.4.1. MONTAJE DE LAS FRESAS MEDIANTE PINZAS DIRECTAMENTE AL EJE PRINCIPAL

Para las fresas de mango cilíndrico, brocas, etc., se emplea con gran eficacia, tanto de arrastre como de centrado, la fijación por pinzas autocentrantes (Fig. 17.13).

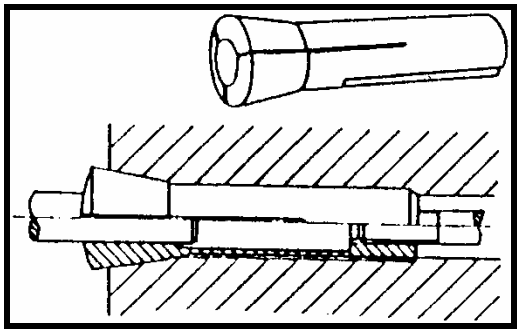


Fig. 17.13

Fuente: Bruño Edebe,Tecnología Mecánica 2-2, pp 92.

17.4.2. PORTA PINZAS. - En el interior del porta pinzas se aloja una pinza (Fig. 17.14), la variedad de porta pinzas es extraordinaria, como consecuencia de la gran diversidad de fresas y trabajos a realizar. En la fig. 17.15 indicamos un ejemplo de porta pinzas con pinza de auto apriete.

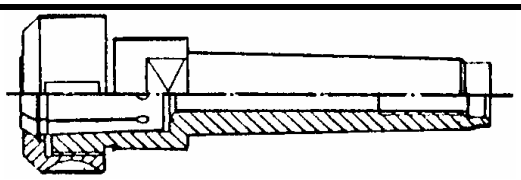


Fig. 17.14

Fuente: Tecnología Mecánica

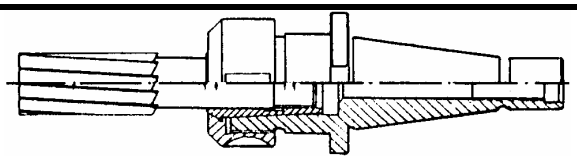


Fig. 17.15

Fuente: Tecnología Mecánica

17.4.3. MONTAJE CON ÁRBOL PORTAFRESAS LARGO[58]

Cuando la fresa debe colocarse a mayor distancia del extremo del eje principal que lo permitió por el sistema anterior, se utiliza el árbol porta fresas de la fig. 17.16.

La fresa puede colocarse en cualquier parte del árbol, gracias a los cigarrillos distanciadores (Fig. 17.17).

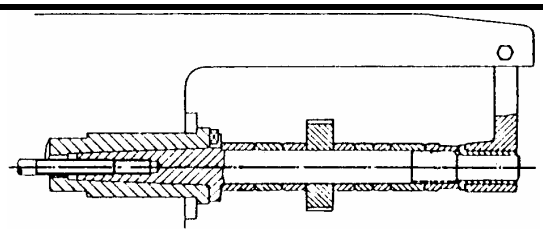


Fig. 17.16

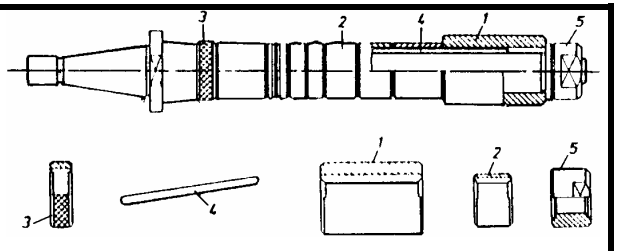


Fig. 17.17

[58] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 81-83**

17.5. SEGÚN SU MATERIAL

La fresa se construye generalmente de acero duro al carbono, o de acero rápido, o extrarápido. El acero al carbono es económico para las fresas que se utiliza de vez en cuando y a poca velocidad; el acero rápido es conveniente para la fresa que tiene mucho uso con velocidades mayores a las de acero al carbono.

17.6. ÁNGULOS DE CORTE[59]

La posición de los ángulos del filo de una fresa puede verse en la fig. 17.18. Además de los ángulos considerados en el filo, se ha de tener en cuenta en la fresa el ángulo entrante y el ángulo en el centro, igual a 360° para el número de dientes.

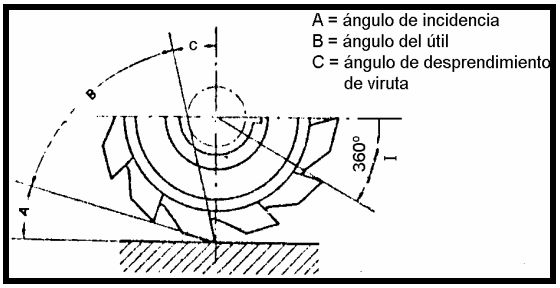


Fig. 17.18. Ángulos de corte de una fresa

A continuación se dan los valores de los ángulos de corte para los principales tipos de fresas.

TABLA 17.1 VALORES DE LOS ANGULOS DE CORTE

	Para mecanizar aceros muy duros y tenaces y fundición dura						Para mecanizar aceros norm						Para mecanizar ale			
Tipo de fresa	avance						avance						avance			
	Por trepado			Normal			Por trepad			Normal			Por trepado			N
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A
Fresa cilíndrica	5	80	5	8	70	12	8	72	10	12	62	16	8	57	25	15
Fresa cilíndrico-fronta	5	80	5				8	72	10				8	57	25	
Fresa de disco	4	80	5	8	68	14	8	70	12	12	60	18	8	57	25	15
Fresa con mango	4	80	5				8	74	8				8	62	20	

[59] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 85-86**

ACTIVIDADES DE REFUERZO

Desarrolle los siguientes puntos en cada una de las fresas clasificadas por su aplicación.

1. Nombre específico de la fresa.

2. Dibujo en perspectiva de la misma.

3. Uso y aplicación.

4. Sistema de fijación.

EVALUACIÓN

1. ¿Cuál es la herramienta característica empleada en las fresadoras?

   .....

2. ¿Cómo se dividen las fresas por la forma de sus dientes?

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

3. ¿Qué herramientas se emplean en las fresadoras para hacer agujeros?

   .....
   .....

4. ¿Qué materiales se emplean para hacer las fresas?

   .....
   .....
   .....

18. APARATOS DIVISORES

GENERALIDADES SOBRE EL DIVISOR

18.1. **DIVISOR**: ¿Qué es?. Es un dispositivo accesorio fundamental de la fresadora que nos permite realizar cualquier número de divisiones iguales alrededor de una pieza (figuras 18.1, 18. 2,18. 3).

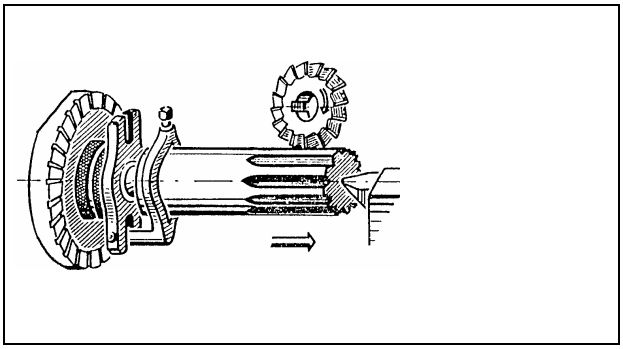


Fig. 18.1

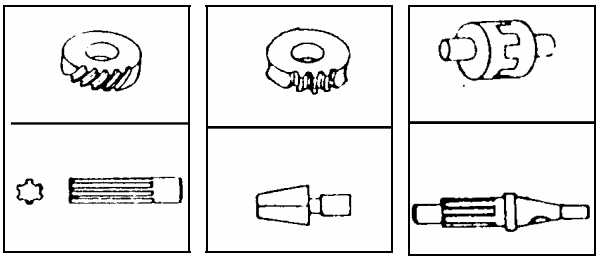


Fig. 18.2

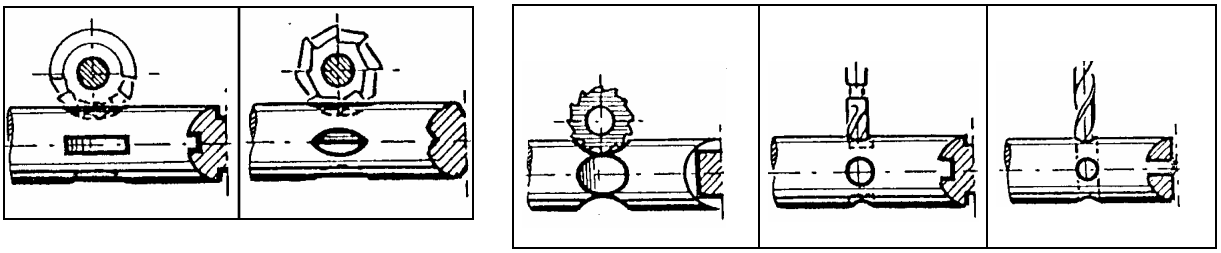


Fig. 18.3

Fuente: Bruño Edebe,Tecnología Mecánica 2-2, pp 137

18.2. TIPOS DE DIVISORES

18.2.1. **DIVISOR SIMPLE**: Es un dispositivo a dividir que lleva en la parte posterior del husillo un sistema para obtener divisiones directas, por medio de disco ranurado (d) o por medio de disco agujereado (Fig. 18.4).

Permite además un sistema de orientación (sistema giratorio) y de sujeción de las piezas en el husillo.

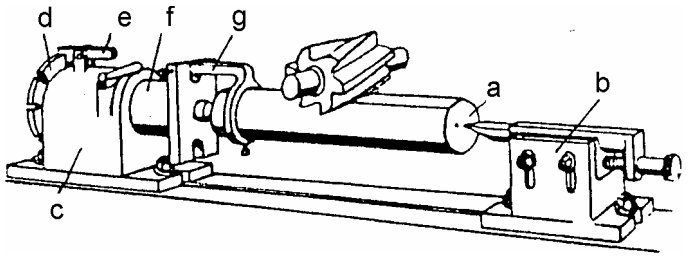


Fig. 18.4 aparato divisor elemental *a*) Pieza *b*) Cabezal móvil o contrapunto *c)*aparato divisor construido por disco divisor *d*) trinquete *e*) husillo divisor *f*) pieza de arrastre *g*

18.2.2. DIVISOR UNIVERSAL: Es un dispositivo a divisiones de diferente tipo y además ofrece la posibilidad de colocar engranajes en la parte posterior del mismo con el fin de realizar trabajos especiales.

En la parte delantera se pueden colocar varios discos de diferentes series para las diversas divisiones. Por este motivo se llama universal (fig. 18.5).

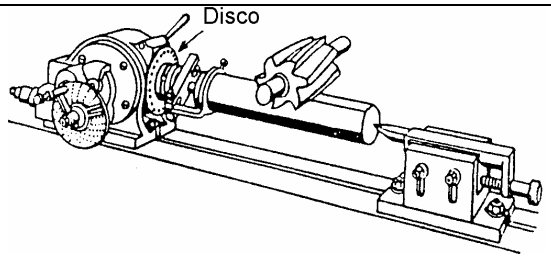


Fig. 18.5

18.2.3. DIVISOR VERTICAL: Es un dispositivo a dividir llamando también mesa giratoria cuyo eje central es vertical; las divisiones se realizan por medio de discos agujereados, en el caso del divisor universal o en su reemplazo se puede utilizar el sistema de tambor graduado o sistema óptico

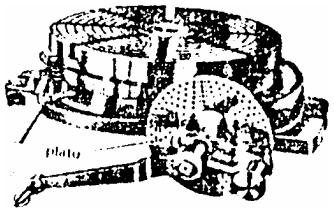


Fig. 18. 6A

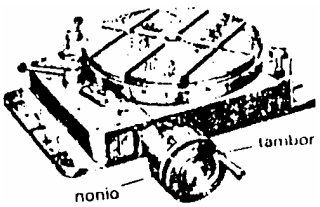


Fig. 18.6B

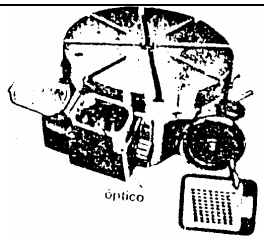


Fig. 18. 6C

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 143

18.2.4. DIVISOR LINEAL: Es un dispositivo basado en engranajes y de discos agujereados o de tambor, que se coloca al final de la mesa de la fresadora con el objeto de desplazar la mesa longitudinal con mayor precisión para trabajos equidistantes (agujeros, ranuras, rayas, etc.).

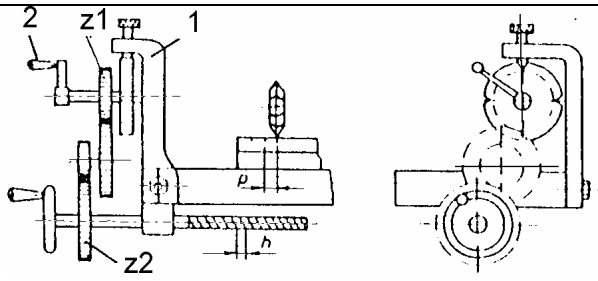


Fig. 18.7A

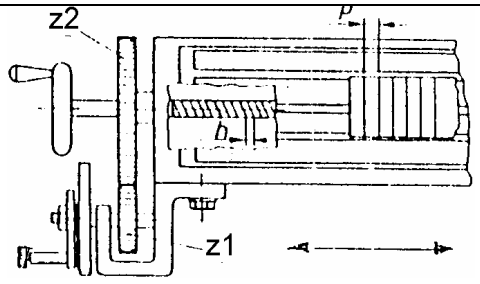


Fig. 18.7B

18.3. DIVISOR UNIVERSAL[60]

18.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO: Se basa en un tornillo sin fin de un filete accionado por una manivela (fig. 18.8) que al girar, en cada vuelta de manivela, obliga a hacer girar el piñón (llamado también corona helicoidal) de un diente (*b*) de tal manera que después de 40 vueltas de manivela, el husillo (*a*). Habrá dado una vuelta entera ya que la corona helicoidal en la montada tiene 40 dientes. Se basa en un tornillo sin fin de un filete accionado por una manivela (fig. 18.8) que al girar, en cada vuelta de manivela, obliga a hacer girar el piñón (llamado también corona helicoidal)

[60] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 137-140**

de un diente (*b*) de tal manera que después de 40 vueltas de manivela, el husillo (*a*). Habrá dado una vuelta entera ya que la corona helicoidal en la montada tiene 40 dientes.

RELACIÓN FUNDAMENTAL:

Está constituida por la constante 40 porque para obtener una vuelta del plato o husillo, debo dar 40 vueltas de manivela; por lo tanto dicha relación será:

Rt = 40:1.

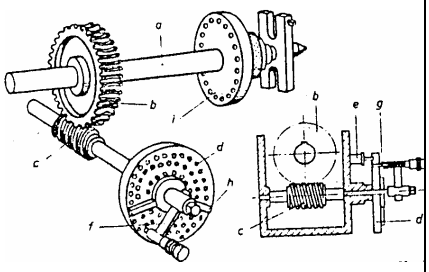


Fig. 18.8 Elementos principales del cabezal divisor *a)* husillo divisor, *b)* rueda helicoidal, *c)* tornillo sin fin *d)* Plato divisor, *e)* clavija de inmovilización, *f)* manivela *g*) clavija indicadora de la división *h)* brazo de tijera ajustable *i)* plato divisor para división directa

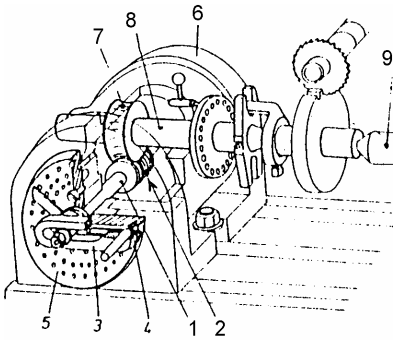


Fig. 18.9

18.3.3. PARTES PRINCIPALES: (Fig. 18.9).

- Husillo Principal: Es el eje principal donde se coloca el plato, o la pieza (Fig. 18.9 número 8)

- Mecanismo de tornillo sin fin y corona helicoidal: Es el mecanismo que da movimiento al plato y sirve de base para las divisiones. (Fig. 18.9 número 2).

- Serie de discos agujereados para obtener las divisiones: (figura 9 número 5) *15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, (24), 27, 29, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49.*

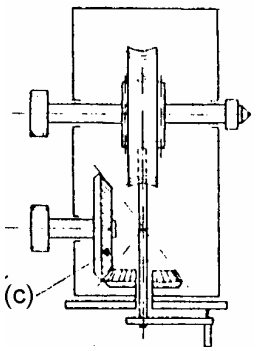


Fig. 18.10

- Serie de ruedas auxiliares para trabajos especiales: (fig. 18.10 b-z1-z2) *24, 24, 28, (30), 32, 40, 44, 48, 56, 60, 64, 72, 86, 100.*

Contrapunto para sostener las piezas largas. (Fig. 18.9 –número 9)

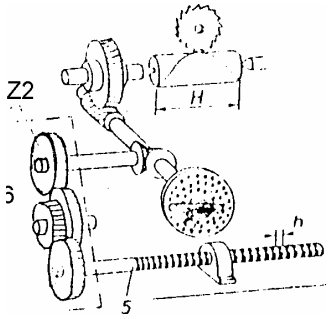


Fig. 18.11A

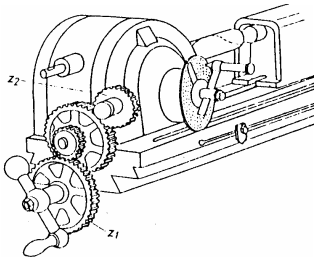


Fig. 18.11B

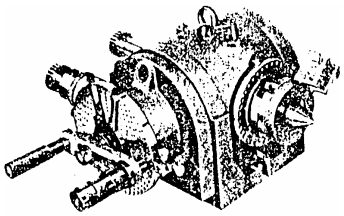


Fig. 18. 12

18.4. CÁLCULO DE LAS DIVISIONES

Se parte de la serie de discos agujereados o ranurados, de la serie disponible de ruedas dentadas y de la relación fundamental (40:1) según los diversos casos a presentarse.

18.4.1. DIVISIONES DIRECTAS: Se obtienen por medio de discos ranurados acoplando un pistillo o sistema de trinquete que sirve como tope para colocar en la ranura donde coincide la división.

Número de ranuras del disco.

- Número de ranuras a utilizar (N): = ----------
Número de divisiones a obtener.

18.4.2. DIVISIONES INDIRECTAS[61]: Así se denomina ya que no es suficiente un número de ranuras o de agujeros como en el caso anterior, sino que requiere la ayuda de varios discos agujereados tratándose de una variedad muy grande de divisiones.

Para que a cada división no se tenga que contar cuántos agujeros se han utilizado, se utiliza el compás o alidada como indica la figura 13 b, para que mantenga siempre el número de agujeros calculados de acuerdo a un determinado disco.

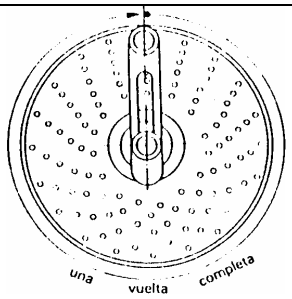


Fig. 18.13a

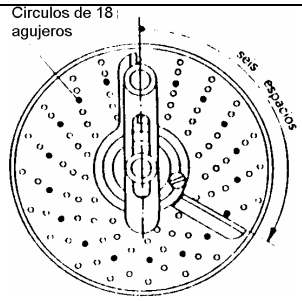


Fig. 18.13b

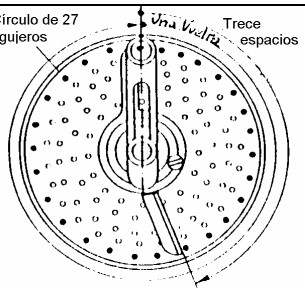


Fig. 18.13c

18.4.3. PRIMER CASO: DIVISIONES MENORES DE 40

Se puede utilizar cualquier disco de serie inferior a 40 de acuerdo a la siguiente fórmula general:

$$\textbf{vueltas de manivela: } Vm = \frac{k\ (constante)}{N^o\ divisiones} = \frac{40}{Z\ (\ para\ engranajes)}$$

18.4.2.2. SEGUNDO CASO: Divisiones iguales a 40: Es el único caso en que el número de divisiones coincide con la constante del divisor por lo cual.

$$\textbf{tendremos: } Vm = \frac{40}{40} = 1\ vuelta\ entera\ en\ cualquier\ disco$$

18.4.4. TERCER CASO: Divisiones superiores a 40: Sólo se pueden obtener aquellas que, después de una operación matemática simplificar o multiplicar),

[61] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp.142-145**

permiten obtener como respuesta un número de agujeros sobre un disco de serie existente.

1er. Ejercicio: Realizar 55 divisiones

$$Vm = \frac{40}{55} = \frac{8}{11} \times \frac{3}{3} = \frac{24\ agujeros}{33\ disco}$$

2do. Ejercicio: Realizar 134 divisiones

$$Vm = \frac{40}{134} = \frac{20}{67}$$

En el caso anterior no podemos obtener disco de serie porque no se puede simplificar el 67; quiere decir que pertenece a las divisiones diferenciales ya que no se puede resolver en este caso.

En general se pueden resolver las divisiones que terminan en cero, en 5 o en números múltiples de discos de serie.

3er. Ejercicio: Realizar 128 divisiones

$$Vm = \frac{40}{128} = \frac{20}{64} = \frac{10}{32} = \frac{5\ agujeros}{16\ disco}$$

18.4.5. DIVISIONES ANGULARES: (en grados)

Premisa: En varias oportunidades hay que hacer piezas con agujeros, ranuras y otras operaciones a un cierto ángulo, por lo cual, según la constante del divisor y el grado de precisión angular, se aplican las divisiones en grados (ver figura 14 a-b).

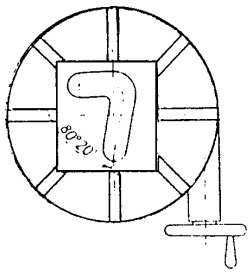


Fig. 18.14a

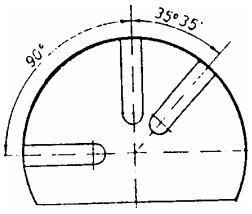


Fig. 18. 14b

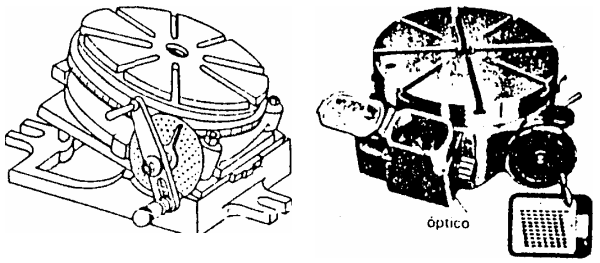


Fig. 18.15

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 148

18.4.6. DIVISIONES ANGULARES (En el divisor universal):

Elementos básicos:

$$\textit{La fórmula base:} = \frac{\textit{Número de grados a obtener}}{\textit{constante en grados en una vuelta}} = \frac{No°}{9^o}$$

Como obtengo la constante de 9º: Dando 40 vueltas de manivela obtengo 360 grados en el plato o husillo y con una vuelta obtengo:

$$1Vm = \frac{360^\circ}{40^\circ} = 9^\circ$$

Submúltiplo de grados(minutos): Los obtengo mediante la utilización de discos de serie existentes.

a) **Primer caso**: 30 minutos: se obtiene con el disco de 18
dando una Vm obtengo 9 grados en el disco de 18 agujeros
dando un agujero tendrá:

$$\frac{9^\circ}{18} = \frac{1^\circ}{2} = 30'$$

b) **Segundo caso**: 20 minutos: se obtiene con el disco de
27

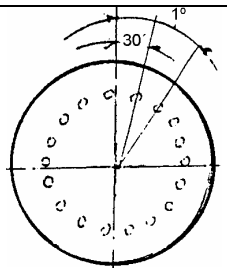
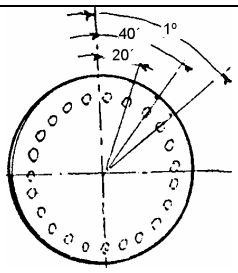
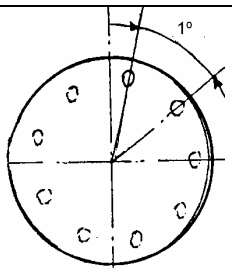
dando una Vm obtengo 9º en un disco

de 27º

dando un agujero tendrá:

$$\frac{9^{o}}{27} = \frac{1^{o}}{3} = 20'$$

a) **Tercer caso**: 40 minutos: se obtiene con el disco de 27 utilizando dos agujeros en lugar de uno ya que cada agujero equivale a 20´; por lo tanto 40´ equivaldrá a dos agujeros en el disco de 27.

9^0		9^0		9^0		1v=
-----=		-----=		---- =		9^0
30´		20´		1^0		
18		27		27		
agujero		agujer		agujer		
s.		os.		os.		
Fig. 18.16a = disco de 18		Fig. 18.16b = disco de 27		Fig. 18.16c = disco de 9		

Divisiones en grados enteros: Calcular las divisiones para obtener un ángulo de 123 grados en una pieza a fresar.

$$Vm = \frac{No.gr.}{9^{\circ}} = \frac{123^{\circ}}{9^{\circ}} = 13Vm + \frac{6}{9} \times \frac{3}{3} = \frac{18\ agujeros}{27\ disco}$$

Tendremos que dar 13 Vm y añadir 18 agujeros en el disco de 27.

Divisiones de grados enteros más 30´

Calcular las divisiones para obtener 17º más 30´

$$Vm = \frac{No.gr}{9} = \frac{17^{\circ}}{9^{\circ}} = 1Vm + \frac{8}{9} \times \frac{2}{2} = \frac{16 agujeros}{18\ disco\ (utilizar\ solo\ 18)}$$

Respuesta: Tendremos que dar:

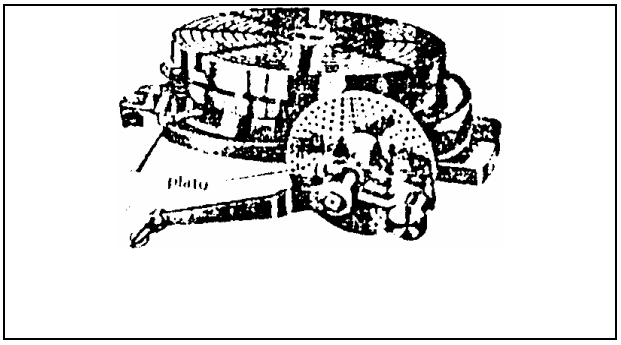
$$1Vm + \frac{16}{18} + \frac{1}{18} = 1Vm + \frac{17\ agujeros}{18 disco}$$

Divisiones en grados enteros y 40´(ej. 7 .20´)

$$Vm = \frac{No.gr}{9^{\circ}} = \frac{7gr}{9^{\circ}} \times \frac{3}{3} = \frac{21\ agujeros}{27\ disco} + \frac{2\ agujeros}{27\ disco} = \frac{23\ agujeros}{27\ disco}$$

18.4.7. DIVISIONES ANGULARES (en el divisor vertical):

a) Divisor accionado con sistema de disco agujereados.



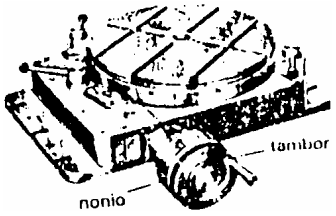
Se procede como en el divisor universal pero tomando en cuenta la constante que puede ser: *60-90-120* y otras.

b) Divisor accionado con sistema de tambor (figura 6b)

Su funcionamiento se basa en el sistema del micrómetro.
Con una vuelta de manivela obtengo el número de grados de la constante de cada vuelta: Por ejemplo si un divisor tiene constante k = 120, al dar una vuelta de manivela obtengo: 36 grados/ 120 = 3 grados = 180'

Si el tambor tiene 60 líneas en su alrededor cada línea valdrá:

$$1\ línea = \frac{gra\ dos\ en\ una\ vuelta}{No.\ lineas\ en\ una\ vuelta} = \frac{180'}{60} = 3$$

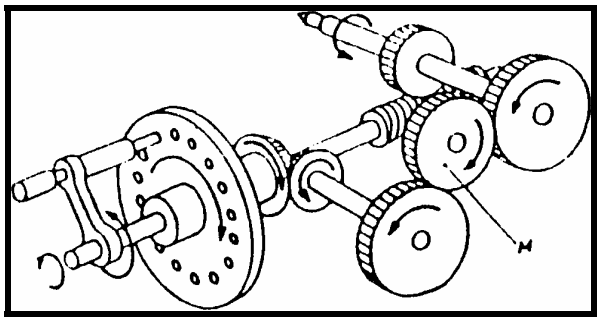


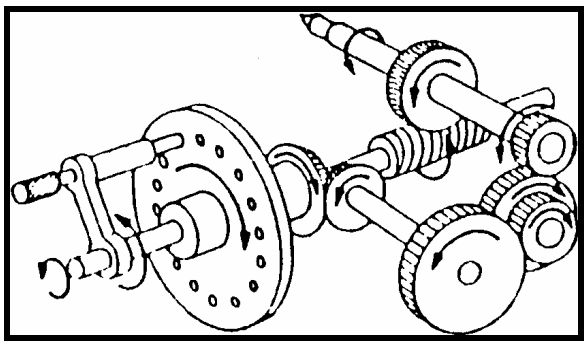
18.4.8. DIVISIONES DIFERENCIALES[62] (Utilizando el divisor universal)

- ¿Qué entendemos por división diferencial?. Se entienden todas las divisiones que no permiten utilizar directamente disco de serie y requieren la ayuda de unas ruedas montadas en la parte posterior del divisor para que haya girar los discos agujereados hacia la izquierda o hacia la derecha con el fin de compensar la diferencia entre el número de divisiones reales (Zr) y las divisiones que permiten realizar un disco de serie (Za).

Suponiendo de fresar una rueda de 51 dientes y no disponiendo el disco, escojo un número diverso de 51 (mayor o menor), que me permita simplificar hasta obtener un disco de serie.

Escojo por ejemplo 50; pero para compensar la diferencia entre 50 y 51 debe repartir el error proporcionalmente en todos los dientes y esto se consigue con la ayuda de los piñones de serie que dispone el divisor; estos piñones previamente calculados compensan la diferencial; por eso se dice diferencial.





[62] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 150-153**

Fig. 18.18a

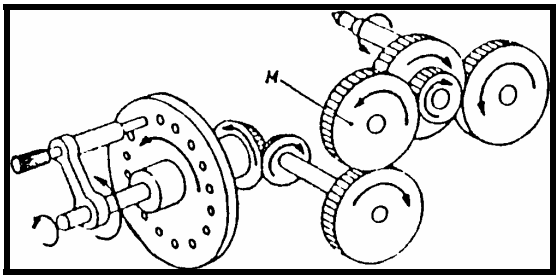


Fig. 18.18b

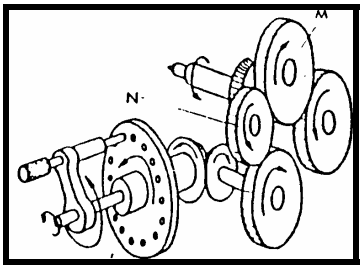


Fig. 18.18c

Fig. 18.18d

Cálculo de las divisiones y de las ruedas intercambiables:

a) Establecemos un número real de divisiones *(Zr = 127):* ¿A qué llamamos divisiones reales? y escogemos un número aparente que podamos dividir; por ejemplo 128 que llamaremos *(Za =128).*

b) Calculamos el número de Vm aprendido en el divisor universal. (Vm = número de vueltas de manivela)

c) Calculamos las ruedas complementarias para compensar la diferencia entre el número real y aparente(*128-127 = 1*)considerando que el disco (plato divisor) debe girar más rápido de la manivela, quiere decir en sentido horario para obtener menos dientes;(en este caso 127 en lugar de 128).

Para obtener las ruedas compensatorias aplico la formula:

$$Rt = \frac{(Zr - Za) \times K}{Za} = \frac{(Zr - Za) \times 40}{Za} = \frac{(127 - 128) \times 40}{128} =$$

$$= \frac{40}{128} = \frac{5}{16} \times \frac{6}{6} = \frac{30}{96} = \frac{30 \times 1}{48 \times 2} = \frac{30}{48} \times \frac{32}{64}$$

El quebrado que obtengo como respuesta lo multiplico(sea numerador como denominador) o descompongo hasta obtener las ruedas intercambiables de serie.

d) Montaje: Las ruedas calculadas habrá que montarlas como indica la figura 3, ya que el plato divisor debe girar más rápido que el de la manivela para permitir realizar menos divisiones como este caso.

18.4.9. DIVISIÓN DIFERENCIAL EN GRADOS

- Se utiliza cuando debemos compensar los minutos que no logramos obtener directamente con disco.

- Para el cálculo se procede en forma similar a la división diferencial normal, recordando que:

$$Zr = \frac{360}{No.\,gr}\,; Vm = \frac{40}{Za}\,; Rt = \frac{(Zr - Za) \times K}{Za} = \frac{conductoras}{conducidas} = \frac{husillo}{eje\ lateral}$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Cuántas ranuras debo utilizar para dividir una pieza en 6 partes utilizando:

a) Un disco de 18 ranuras.
b) Un disco de 24 ranuras.
c) Un disco de 36 agujeros

Solución:

a) --_____ b) --_____ c) --_____

2. Realizar las siguientes divisiones:

a) 13 Divisiones
b) 33 Divisiones
c) 40 Divisiones
d) 86 Divisiones
e)128 Divisiones

a) 117 grados
b) 6 gr. 30´
c) 85 gr. 40´
d) 16 gr. 20´

3. Calcule 31 grados 24' en un divisor de constante k = 120

4. Calcule 105 grados 15' en un divisor de constante k = 60

5. Realice el cálculo para obtener 123 divisiones.

EVALUACIÓN

1. Para realizar 71 ranuras alrededor de 1 pieza puedo utilizar:

a) 1 divisor angular.
b) 1 divisor simple.
c) 1 divisor lineal.
d) 1 divisor Universal.

2. ¿Cuál es la relación de transición correcta de 1 disco Universal (más usado)?.

a) 1 : 60
b) 100 : 1
c) 40 : 1
d) 1 : 90

3. ¿Cuál de las siguientes divisiones no se puede obtener en el divisor.

a) división directa
b) división integral
c) división indirecta
d) división diferencial

4. ¿Cuál de las siguientes definiciones es correcta?

a) El divisor es un dispositivo de la fresadora que permite hacer piezas redondas.

b) En el divisor universal puedo obtener cualquier número de divisiones en grados y minutos.

c) Las ruedas adicionales de serie se utilizan en el divisor para trabajos especiales.

d) El divisor se dice universal porque es utilizado en todas las partes del mundo.

5. Para realizar dos agujeros a 19º44' entre ellos puedo utilizar (señalar las respuestas correctas.

a) Un divisor universal con el disco de 27 de constante 40
b) UN divisor vertical de constante 90 con tambor de 60 líneas.
c) Un divisor óptico
d) Un divisor lineal

6. Señale con un circulo cuales de las siguientes divisiones se consideran diferenciales.

77 122 65 127 182 93 110

7. Complete y aclare las siguientes definiciones:

- *El compás o alidada se utiliza en el divisor para.....*

- *El contrapunto se utiliza cuando.....*

- *En el divisor se puede realizar solo divisiones directas.....*

- *El principio de funcionamiento del divisor se basa en.....*

EJERCICIOS

1. Elija las ruedas de cambio cuando la relación entre las ruedas conductoras y conducidas es conocida: a) 3/4, b) 2/3, c) 3/5, d) 4/3.

2. Calcule para una rueda de cadena con 53 dientes el paso divisor y las ruedas de cambio. El divisor auxiliar es 60. (Za)

3. Una rueda dentada ha de recibir 71 dientes. Calcule el paso divisor y elija las ruedas de cambio para una transmisión del cabezal divisor de 60:1.

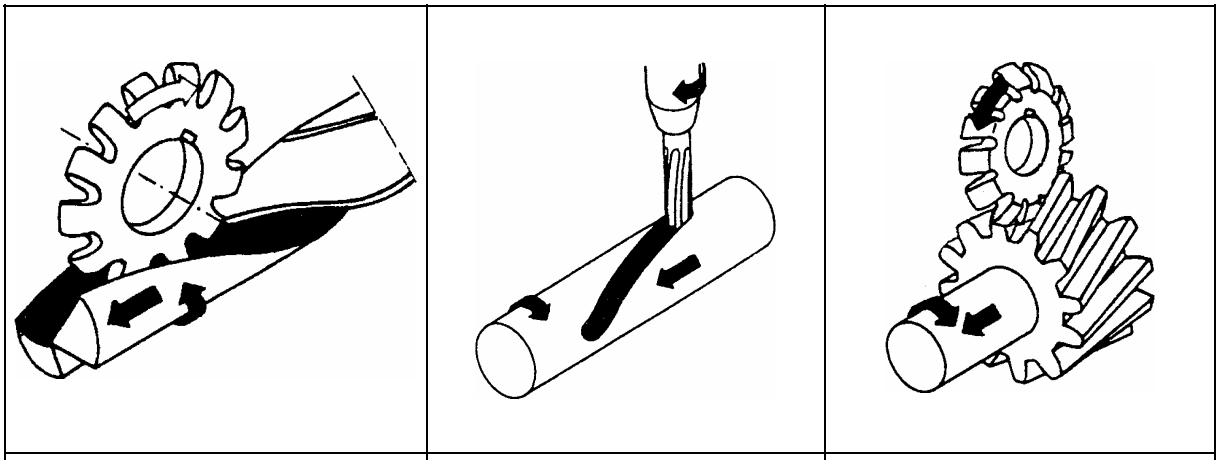
19. OPERACIONES DE FRESADO

Además de las operaciones que hemos estudiado, en la fresadora se pueden ejecutar otras como:

- El ranurado helicoidal
- El fresado de dientes en herramientas de corte
- Fresado de guías en cola de Milano
- Fresado de ranuras en T
- Mandrinado
- Taladrado
- Roscado
- Escariado
- etc.

19.1. FRESADO DE RANURAS DE HELICOIDALES[63]

El fresado con corte con corte helicoidal es un mecanizado de gran importancia, pues que permite ejecutar ranuras helicoidales sobre árboles, el dentado de las fresas, la construcción de engranajes, etc. (Fig. 19.1).



Fresa de disco	Fresa cilíndrica	Fresa modular

Fig. 19.1 Fresado helicoidal

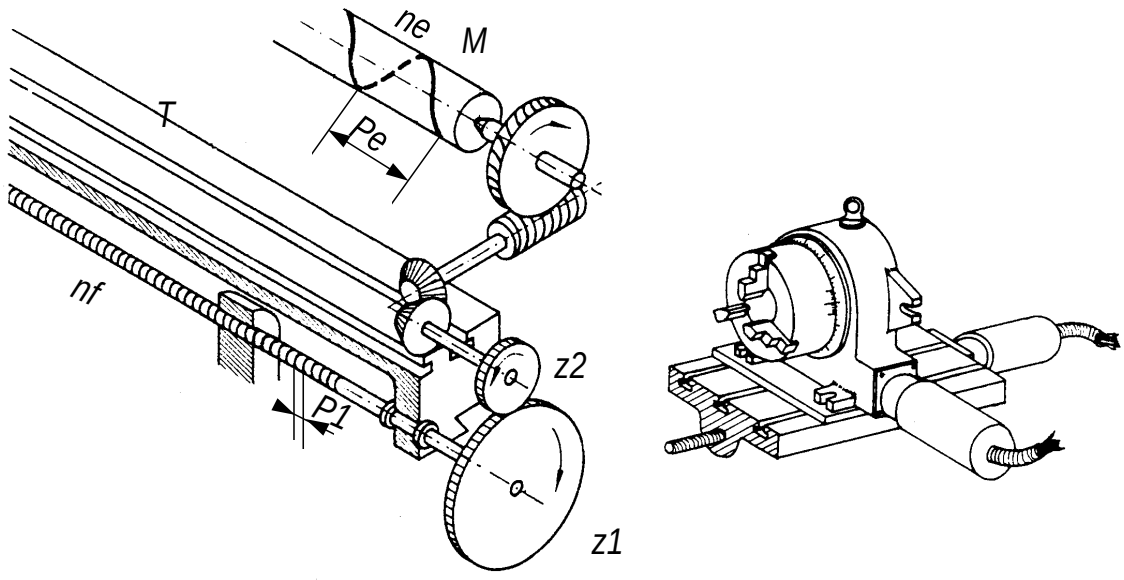
Para tallar una ranura helicoidal es necesario imprimir a la pieza dos movimientos simultáneos, uno de rotación alrededor de su eje y otro de traslación en la dirección del eje.

El movimiento resultante es de movimiento helicoidal de avance.

[63] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 102-105**

Este doble movimiento se consigue sincronizando el giro de la pieza, montada sobre un aparato divisor, con el avance de la mesa donde a su vez va montado el aparato divisor.

La sincronización de los movimientos se puede conseguir bien mecánicamente, mediante engranajes, ó eléctricamente, mediante un motor (Fig. 19.2).



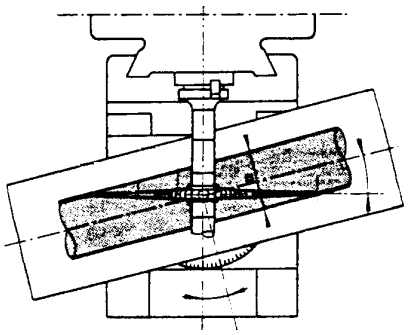
a b

Fig. 19.2 Medios de sincronización de los movimientos de giro y traslación

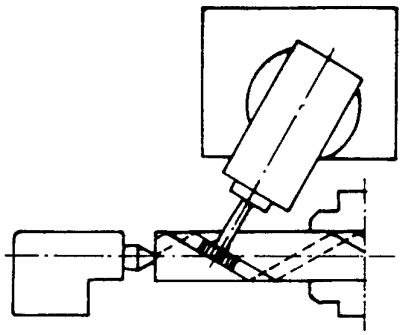
a- Mediante engranajes
b- Mediante motor eléctrico

Las ranuras helicoidales se pueden ejecutar con fresas de disco o bien con fresas cilíndricas de mango.

Si la ranura se ejecuta con fresa de disco es necesario inclinar, bien la mesa o bien el cabezal vertical un ángulo igual al de la hélice en su diámetro medio



a - en fresadora horizontal



b - en fresadora vertical

Fig. 19.3 Fresado helicoidal

19.1.1. PASO DE LA HÉLICE (PE)

Se llama paso de la hélice a:

La distancia entre dos surcos consecutivos de la misma hélice, medida en la dirección del eje de la pieza.

19.1.2. ÁNGULO DE LA HÉLICE(α)

Se llama ángulo de la hélice al ángulo formado por:

El eje longitudinal de la pieza

Y una tangente a la hélice en su diámetro medio

El ángulo de la hélice se calcula en función del:

Diámetro medio de la ranura a fresar *Dm.*

Paso de la hélice *Pe.*

Mediante la fórmula:

$$Tag\alpha = \frac{\pi \times D}{Pe}$$

Ya que si sobre un plano se desarrolla el cilindro sobre el que se talla la hélice, la propia hélice resulta ser una línea recta, hipotenusa de un triángulo rectángulo que tiene por catetos el paso de la hélice, *Pe*, y la longitud de la circunferencia correspondiente al diámetro medio de la ranura, $\pi . Dm$, (Fig. 19.4).

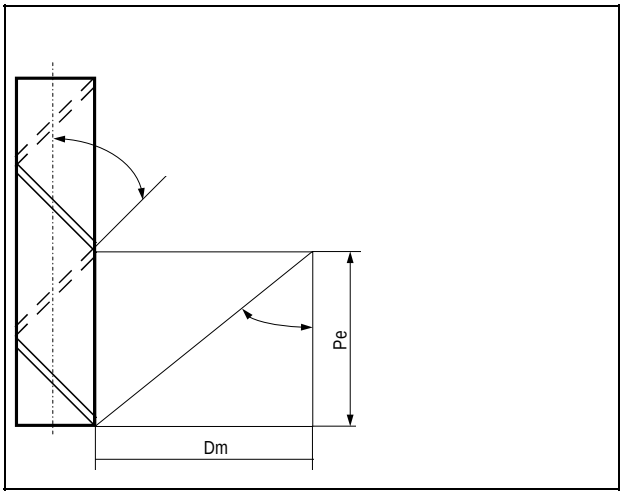


Fig. 19.4

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 104

EJERCICIO RESUELTO

Se desea fresar una ranura helicoidal en la pieza de la figura 4.5. Determinar el ángulo a inclinar el eje de la fresa respecto al eje de la pieza, sabiendo que la operación se va a ejecutar con una fresa de disco.

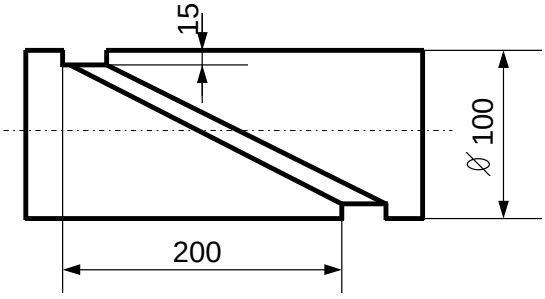
Resolución:

$$tag\alpha = \frac{\pi \times Dm}{Pe}$$

$$Dm = D - h = 100 - 15 = 85\ mm$$

$$tag\alpha = \frac{3{,}1416 \times 85}{200} = 1{,}33517$$

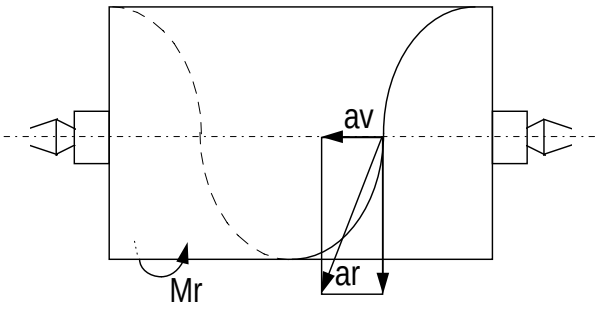
$$\alpha = 53^0 16'$$



19.1.3. AVANCE POR VUELTA EN EL FRESADO HELICOIDAL

Estando obtenida la hélice como resultante de dos movimientos:

El de rotación Mr.
El de traslación *Ma*.



Llamado *Av*. al avance de la mesa por vuelta de la fresa y siendo - el ángulo de la hélice, el avance real, *AR*, por vuelta de la fresa será:

$$ar = \frac{av}{\cos \alpha}$$

EJERCICIOS RESUELTOS

¿Qué avance por vuelta, llevará la fresa del ejemplo anterior, sabiendo que la mesa avanza 0'5 mm por vuelta de la fresa?

Resolución:

$$ar = \frac{av}{\cos \alpha} = \frac{0,5}{\cos 53^0 16'} = 0,833mm / v$$

19.2. TALLADO DE HERRAMIENTAS DE CORTE[64]

Entre los múltiples trabajos que se pueden realizar en la fresadora, tenemos el tallado de los dientes de las mismas fresas, así como el de los dientes de los machos de roscar, escariadores, etc.

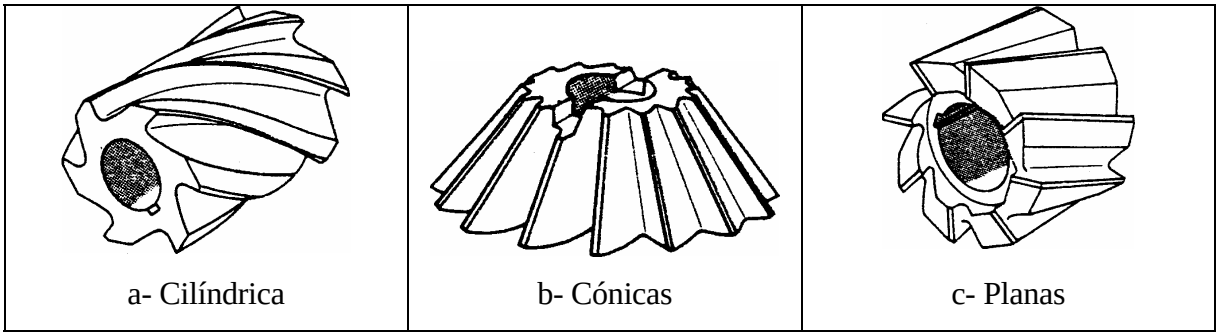
El estudio de esta operación de fresado se puede realizar partiendo de:

Las superficies a fresar

[64] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 104-106**

Las fresas empleadas

La superficie puede ser:

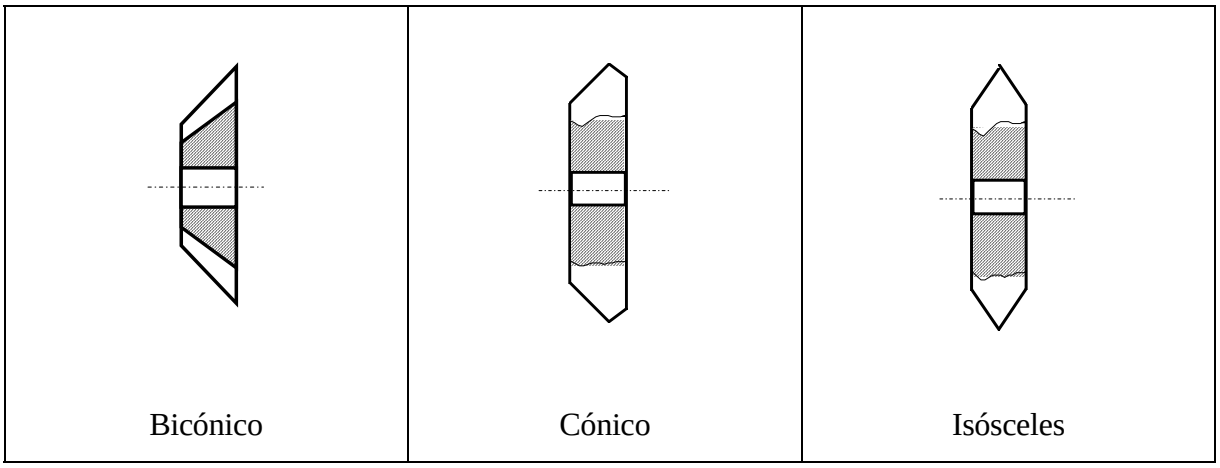


a- Cilíndrica | b- Cónicas | c- Planas

Fig. 19.7

Fuente: Bruño Edebe,Tecnología Mecánica 2-2, pp 108

Las fresas empleadas para tallar los dientes de las herramientas de fresar suelen ser fresas angulares con perfil:



Bicónico | Cónico | Isósceles

Fig. 19.8

Fuente: Tecnología Mecánica

Bien se trate de tallar sobre cualquiera de las superficies y con cualquiera de las fresas citadas, es preciso determinar el posicionamiento de la fresa cortante respecto a la fresa a tallar, para obtener un ángulo de desprendimiento que puede ser:

- nulo
- o positivo

19.2.1. TALLADO SOBRE SUPERFICIES CILÍNDRICA

En cualquiera de los casos de tallado de dientes sobre superficies cilíndricas, es necesaria calcular:

El desplazamiento *x* según un plano horizontal

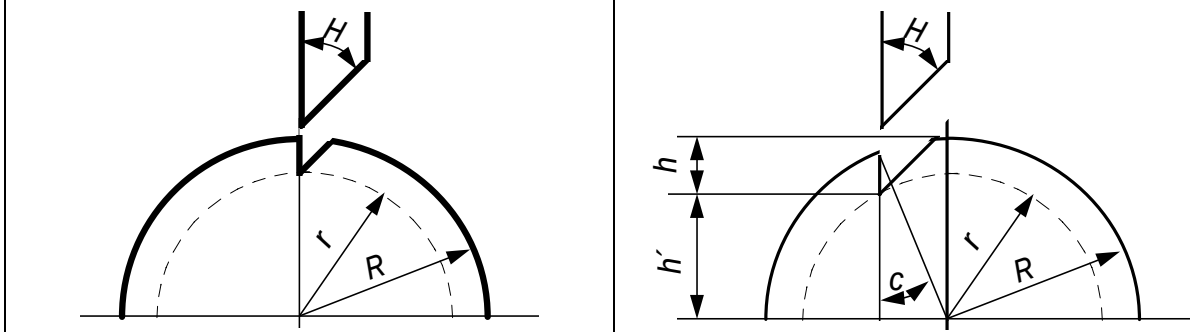
El desplazamiento *h* según un plano vertical

CON FRESAS DE PERFIL CÓNICO

Para obtener un ángulo de desprendimiento nulo (Fig. 19. 9 a)

En este caso no se precisa realizar ningún cálculo, simplemente bastará con centrar la punta del diente de la fresa cortante con el centro geométrico de la fresa a tallar y dar pasadas con profundidad hasta lograr la altura del diente de seda.

Para obtener un ángulo de desprendimiento positivo (Fig. 19. 9 b)



a) ángulo de desprendimiento nulo

b) ángulo de desprendimiento positivo

Fig. 19.9. Tallado de herramientas de fresar con fresa cónica

El desplazamiento *x* se determina mediante la fórmula:

$$x = R.\ sen\ C$$

Donde:

R = Semidiámetro de la fresa a tallar.

C = Ángulo de desprendimiento a obtener.

El desplazamiento *h* a dar en el eje *Y* se calcula mediante la fórmula:

$h = R - h'$

y *h'* lo hallaremos aplicando Pitágoras según la fig. 19.10:

$$h' = \sqrt{r^2 - x^2}$$

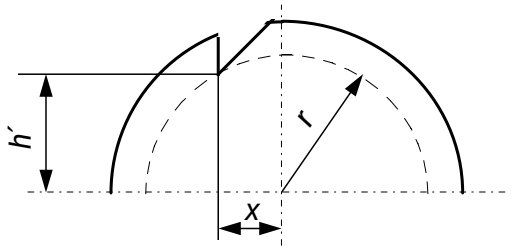


Fig. 19.10. Elementos de cálculo de h_2

EJERCICIO RESUELTO

Se desean tallar los dientes de una fresa que tiene 80 mm de diámetro con una fresa cortante de perfil cónico. Determinar los desplazamientos a realizar en el eje X y en el eje Y sabiendo que se desea obtener un ángulo de desprendimiento de 15º y una altura del diente de 10 mm.

Resolución:

Desplazamiento a dar en el eje X.

$$x = R.\ sen\ C = 40.\ sen\ 15^o = 10'352\ mm$$

Desplazamiento a dar en el eje Y.

$$h = R - h' \; ; \; h' = \sqrt{r^2 - x^2}$$
$$r = r - a = 40 - 10 = 30 \; mm$$
$$h' = \sqrt{30^2 - 28{,}3522^2} = 28{,}157 \; mm$$
$$h = 40 - 28{,}157 = 1{,}842 \; mm$$

CON FRESAS DE PERFIL BICÓNICO

Para obtener un ángulo de desprendimiento nulo (Fig. 19.11).

El desplazamiento x se calcula mediante la fórmula:

$x = r.\ sen\ F$

donde:

F = Ángulo de la arista de la fresa cortante que labra la cara de corte de la fresa a tallar.

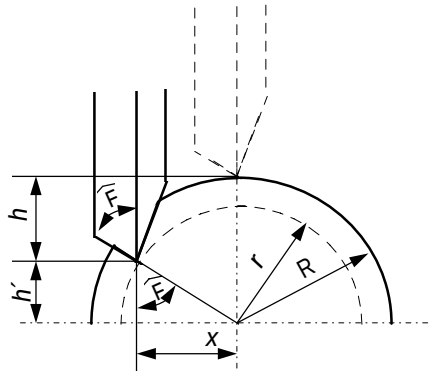


Fig. 19.11

El desplazamiento h a dar en el eje Y se calcula mediante la fórmula:

$$h = R - h' \quad y \quad h' = r.\ cos\ F$$

EJERCICIO RESUELTO

Se trata de fresar 14 dientes de una fresa de disco que tiene 100 mm de diámetro, se desea que tenga un ángulo de desprendimiento nulo y una altura de diente de 14 mm. El fresado del diente se va a ejecutar con una fresa bicónica que tiene un ángulo de la arista principal de 45º. Suponiendo que tomamos coco referencia el eje vertical de la fresa a tallar, calcular los desplazamientos a realizar para posicionar la fresa cortante.

Resolución:

$$x = r.\ sen\ F;\quad R = 50 - 14 = 36\ mm.$$

$$x = 36.\ sen\ 45^o = 25'455\ mm.$$

$$h = R - h';\qquad h' = r.\ cos\ F =$$

$$h' = 36.\ cos\ 45^o = 25'455\ mm.$$

$$h = 50 - 25'455 = 24'544\ mm.$$

Para obtener un ángulo de desprendimiento positivo (Fig. 19.12).

El desplazamiento x se calcula mediante la fórmula:

$c = r.\ sen\ \beta$

En este caso desconocemos el valor del ángulo B que como podemos ver en la fig. 19.13 es la suma de los ángulos *x* y *F*. El ángulo F es dato conocido y el ángulo x lo podemos deducir del triángulo *OTN*. De este triángulo solamente conocemos la hipotenusa (r) pero podemos deducir el lado *OT* que es común con el triángulo *OTS*.

De este triángulo *OTS*, formado por R, la prolongación de la cara de corte *ST* y una perpendicular bajada desde el centro a dicha cara deducimos el lado *OT* en función de R y del ángulo de desprendimiento, mediante la fórmula:

OT = R. sen C

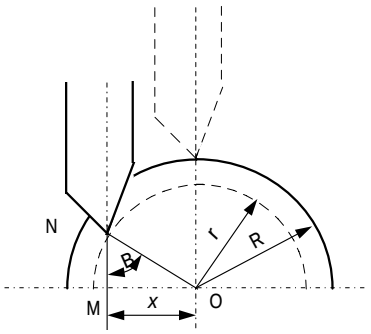


Fig. 19.12 Tallado de herramientas de fresar con fresa bicónica ángulo de desprendimiento positivo

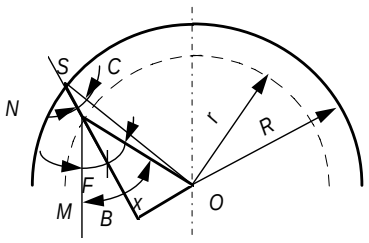


Fig. 19.13 Elementos de cálculo del ángulo β

En el triángulo *OTN* conocido el lado *OT* deduciremos x mediante la fórmula:

$$sen\,\alpha = \frac{OT}{r}$$

y finalmente tendremos: $\beta = \alpha + F$

El desplazamiento h (Fig. 19.14) se calcula mediante fórmula:

$h = R - h'$ y $h' = r.\cos\beta$

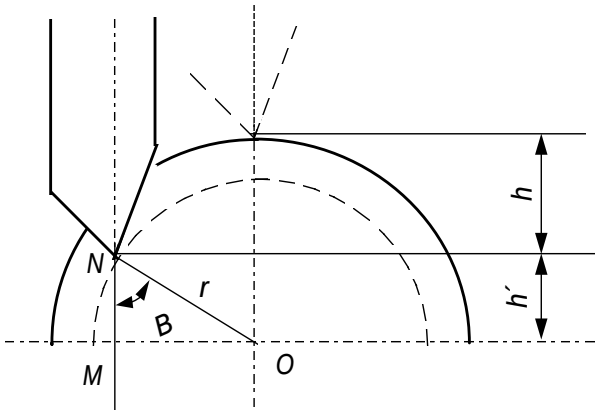


Fig. 19.14 - Elementos de cálculo de h.

EJERCICIO RESUELTO

Se trata de fresar 16 dientes de una fresa de disco que tiene 120 mm de diámetro, se desea que tenga 12º de ángulo de desprendimiento y una altura de diente de 15 mm. El fresado del diente se va a ejecutar con una fresa bicónica que tiene un ángulo de la arista principal de 30º. Suponiendo que tomamos como referencia el eje vertical de la fresa a tallar, calcular los desplazamientos a realizar para posicionar la fresa cortante.

Resolución:

Desplazamiento $x = r \text{ x } sen\,\beta \quad ; \quad \beta = \alpha + F$

Cálculo de *x* (Figura 14)

$$sen\,\alpha = \frac{OT}{r}$$

Cálculo de *OT*

$OT = R \text{ x } sen\ C = 60 \text{ x } 12º = 12{,}474 \text{ mm.}$

$r = R - a = 60 - 15 = 45 \text{ mm.}$

$$sen\,\alpha = \frac{12,474}{45} = 0,27721;\quad \alpha = 16,09^{o}$$

$$\beta = 16,09 + 30 = 46,09^{o}$$

$$x = 45 \times sen\ 46,09^{o} = 32,419\ mm.$$

Desplazamiento $h = R - h'$

$$h' = r \times \cos\beta = 45 \times \cos\ 46,09 = 31'208\ mm.$$
$$h = 60 - 31'208 = 28'792\ mm.$$

19.2.2. TALLADO DE SUPERFICIES CÓNICAS

Esta operación se realiza, generalmente, con fresas cortantes de perfil cónico. En este tipo de tallado se distingue los siguientes ángulos relacionados con el diente:

Ángulo de fondo del diente $\underline{\alpha}$
Ángulo del cono medio $\underline{\alpha_1}$
Ángulo del pie del diente $\underline{\alpha_2}$

En cuanto al posicionamiento del aparato divisor, eje, debería estar inclinado un ángulo x que corresponda al ángulo del fondo del diente.
En el cálculo del ángulo α tendremos en cuenta, además de los ángulos mencionados el

Ángulo entre dientes β
y el ángulo de la punta de la fresa a tallar $\underline{H}$

El ángulo α a inclinar el aparato divisor es función del ángulo del cono medio y del ángulo del pie del diente y se calcula mediante la fórmula.

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

El ángulo del cono medio α_1 es función del ángulo entre dientes y del ángulo de la punta de la fresa a tallar H y se calcula mediante la fórmula:

$$Tag\alpha_1 = \cos\beta \cdot cotg\, H$$

El ángulo del pie del diente α_2 es función del ángulo entre dientes del ángulo de la punta de la fresa cortante H' y del ángulo del cono medio y se calcula mediante la fórmula:

$$sen\alpha_2 = Tag\beta \cdot cotg\, H' \cdot sen\, \alpha_1$$

El ángulo entre dientes es función del número de dientes de la fresa a tallar y se calcula mediante la fórmula:

$$\beta = \frac{360}{z}$$

Siendo z el número de dientes de la fresa a tallar.

EJERCICIO RESUELTO

Calcular el ángulo de inclinación del eje de un aparato divisor donde se va a tallar una fresa angular cónica, que debe tener un ángulo en la punta de 60º y 20 dientes, sabiendo que la fresa cortante utilizada tiene un ángulo en la punta de 70º.

Resolución:

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

Cálculo de x:

$$Tag\alpha_1 = \cos\beta \cdot cotg\, H$$

Cálculo de B:

$$\beta = \frac{360}{z} = \frac{360}{20} = 18^0$$

$$Tag\ \alpha = cos\ 18^o \text{ x } cotg\ 60^o = 0{,}549;\ \alpha = 28{,}77^o$$

Cálculo de x:

$$Sen\ \alpha_2 = Tag\ B\ .\ cotg\ H'\ .\ sen\ \alpha_1 =$$

$$= tag\ 18^o\ x\ cotg\ 70^o\ .\ sen\ 28{,}77^o = 0{,}0569\ ;$$

$$\alpha_2 = 3{,}26^o$$

$$\alpha = 28{,}77 - 3'26 = 25'51^o$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. En el taller solicitar al instructor que nos preste ejemplos de piezas que hayan sido construidas con las operaciones de fresado que se definen aquí en el módulo.

2. En grupos de hasta 4 estudiantes realizar una práctica de una de las operaciones de fresado que indique el instructor, teniendo presente los cálculos y parámetros técnicos a considerarse antes y después de la operación.

EVALUACIÓN

1. Se trata de fresar 10 dientes de una fresa de disco que tiene 90 mm de diámetro. Se desea que tenga un ángulo de desprendimiento nulo y una altura de diente de 12 mm. El fresado del diente se va a realizar con una fresa bicónica que tiene un ángulo de la arista principal de 45º. Suponiendo que tomamos como referencia el eje vertical de la fresa a tallar, calcular los desplazamientos a realizar para posesionar la fresa cortante.

2. - En la misma fresa del ejercicio del ejercicio 8 se desea obtener un ángulo de desprendimiento de 10°. Sabiendo que el tallado se va a ejecutar con una fresa isósceles de 60° en la punta, calcular los desplazamientos a realizar para posicionar la fresa cortante.

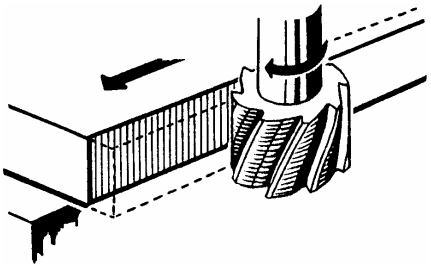
20. PLANEADO, ESCUADRADO Y FRESADO A PULSO

20.1. DEFINICIONES

20.1.1. APLANADO[65]

Esta es la operación básica en la fresadora ya que en casi todas las piezas existen superficies planas. La herramienta que se elige para esta operación depende de la superficie a maquinar y de la calidad que ésta debe tener.

Fresa de mango



Plato de cuchillas

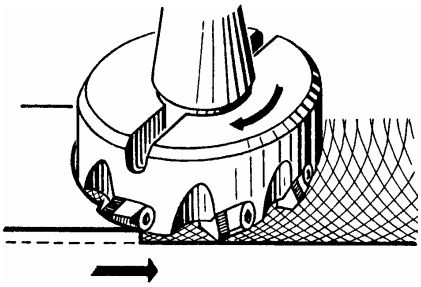


Fig.20.1

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 162

20.1.2. ESCUADRADO

El escuadrado se realiza asentando la base de la escuadra a una superficie plana de la mesa o entenalla. Posicionamos correctamente la pieza apoyando en el filo de la escuadra la superficie básica de la pieza que tenemos como referencia. Luego del primer maquinado se irán verificando los resultados.

[65] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 162-172**

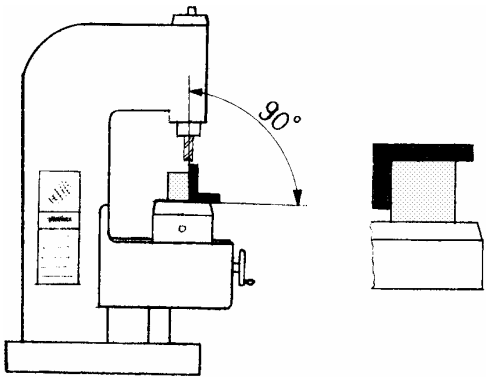


Fig.20.2

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 164

20.1.3. FRESADO A PULSO

El fresado a pulso consiste en el manejo sincronizado manual del carro transversal y longitudinal en la fresadora. Esta práctica se utiliza para el tallado de figuras de forma variada, en donde se puede apreciar la destreza del ejecutante.

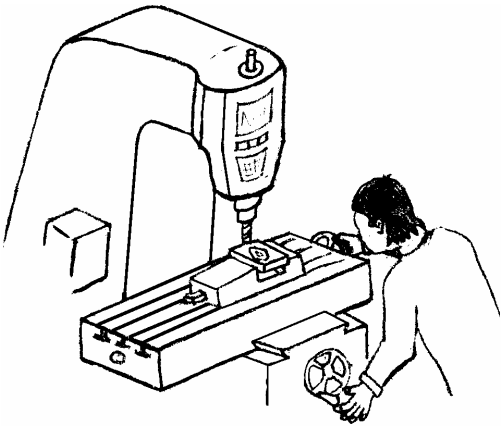


Fig.20.3

20.2. TIPO DE HERRAMIENTA A UTILIZAR

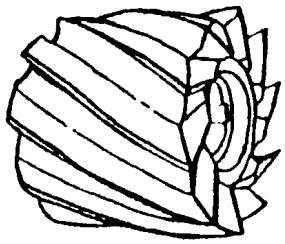
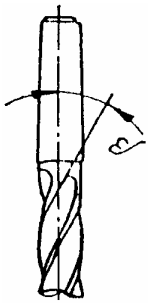
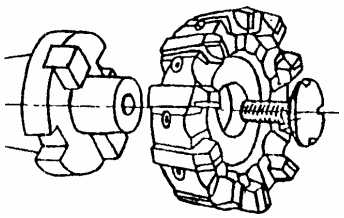
FRESA CILÍNDRICA	FRESA DE VÁSTAGO 4 CORTES	PLATO DE CUCHILLAS
		

Fig.20.4
Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 168

20.3. MONTAJE DE LA HERRAMIENTA

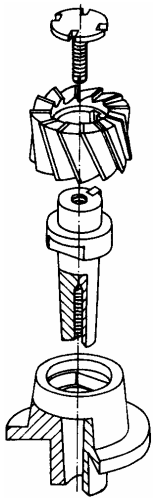
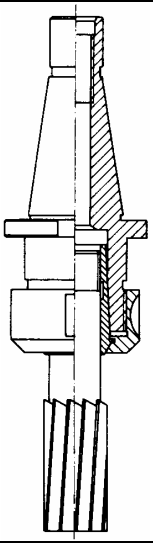
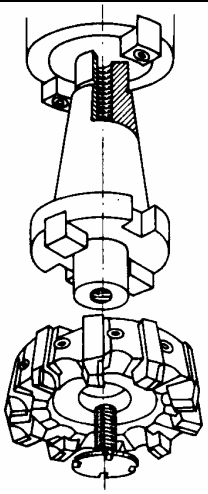
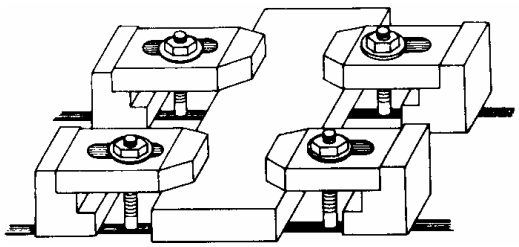
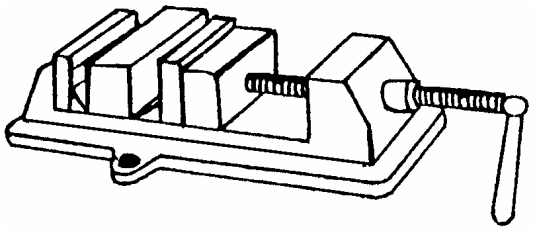
EJE CORTO	PORTA PINZAS	FRESA DE DIENTES POSTIZOS
		

Fig.20.5
Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 171

Datos Técnicos: (Material ST37)

FRESA CILÍNDRICA	FRESA DE VÁSTAGO	FRESA DIENTES POSTIZOS
DF = 30 mm RPM = 99 rpm VC = 10 mts/min AV = 50 mm/min PP = 2 mm	DF = 16 mm RPM = 318 rpm VC = 15 mts/min AV = 20 mm/min PP = 1 mm	ND = 4 RPM = 400 rpm VC = 12 mts/min AV = 50 mm/min PP = 3 mm

20.4. SUJECIÓN DE LA PIEZA

DIRECTA: Bridas, espárragos, tuercas, tuercas de anclaje, arandelas y calzos.	INDIRECTA: Entenalla de máquina
	

20.5. INSTRUCCIONES

- Quitar la escoria del corte y realizar el trazado.
- Montar la fresa bien centrada sobre el eje respectivo.
- Determinar los factores de corte.
- Reglaje de la fresadora según datos técnicos obtenidos.
- Escoger el método de sujeción de la pieza según sus dimensiones.
- Determinar la profundidad de pasada.
- Poner en movimiento la máquina y elevar la ménsula hasta que la fresa roce el material.
- Fijar en cero el tambor graduado.
- Retirar la fresa horizontalmente y dar la profundidad de pasada.
- Avanzar lentamente a mano la mesa y ejecutar la primera pasada.
- Proceder a ejecutar las pasadas necesarias para la ejecución del planeado.

- Utilizar refrigeración si es necesaria.
- Elevar las rpm.
- Disminuir AV y PP
- Efectuar la pasada de acabado con avance en oposición.
- Controlar las medidas de la pieza, si es necesario repetir la pasada.

20.5.1 . NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilizar protección facial y ropa adecuada, mandil u overol.

2. Utilizar correctamente las herramientas.

3. El avance durante el trabajo debe ser continuo y constantemente vigilado.

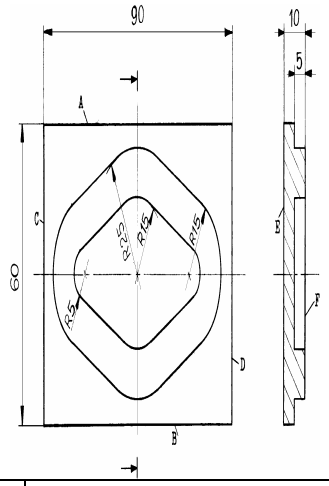
4. No introducir ningún objeto que detenga el movimiento de la fresa.

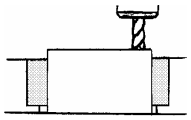
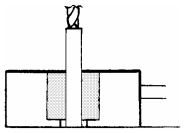
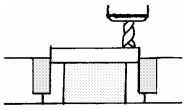
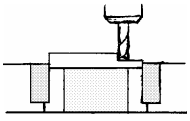
5. Limpiar la viruta luego de cada pasada cuando la fresadora esté sin movimiento.

6. Realizar chaflanes en las aristas vivas.

TABLA 20.1 PROCESO DE TRABAJO

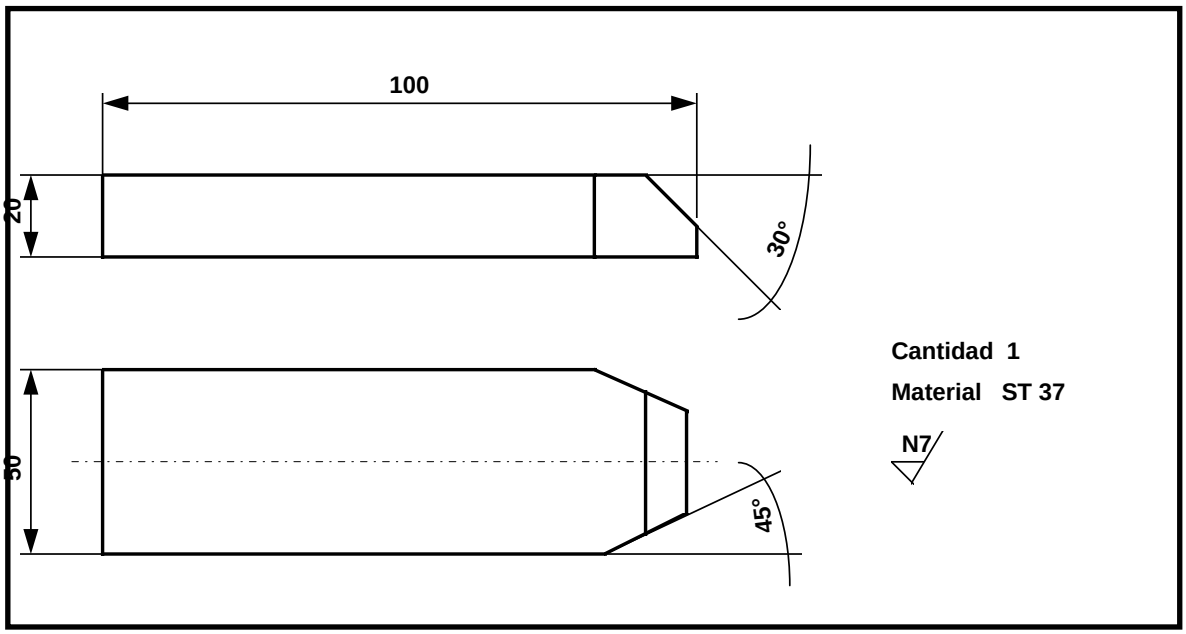
COLEGIO TECNICO CARLOS CRESPI			CUENCA	
Nombre	Curso:	Especialidad:	Escala: 1:1	Fecha
PROCESO DE MECANIZADO		Conjunto	Elemento	
Material: Aluminio	T.T.	Dimensiones en bruto: 100x70x15	Cant.: 1	Posición



Fase	Oper	DESIGNACIÓN	CROQUIS	Útiles	D. Técnicos	T horas
1	1	Fresado plano de la cara “A”		Porta pinzas cono ISO 30 ó 40 Plato de cuchillas cono ISO 30 ó 40 Fresa de ∅ 16 mm.	Velocidad de corte de 900 a 1400 m/min. Avance: manual. Profundidad de pasada: 1.5 mm.	
2	1	Fresado plano de la cara “B” paralela con “A”				
3	1	Fresado plano de la cara “C” a 90º con “A” y “B”				
4	1	Fresado plano de la cara “D” paralela con “C” y a 90º con “A” y “B” a medida				
5	1	Fresado plano de la cara “E” a 90º con “A”, “B”, “C”, “D”				
6	1	Fresado plano de la cara “F” paralela con “E” y a 90º con “A”, “B”, “C” y “D”. A medida				
7	1	Trazado de la figura en la cara F, graneteando a 4 mm. entre cada punto		Gramil, compás, rayador, martillo, granete		
8	1	Fresado a pulso de la figura trazada a profundidad indicada.		Porta pinzas y fresa ∅ 10		
Observaciones					Tiempo Total Horas	

20.6. REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS (EJEMPLO)

Se desea fresar las partes planas que componen a una brida de sujeción, la cual tiene las siguientes dimensiones:



Equipo de Trabajo:

- Fresadora universal
- Fresa de vástago 2-4 cortes
  Fresa cilíndrica
  Plato de cuchillas insertadas
- Elementos de sujeción:
  Bridas, tuercas, arandela, espárragos o entenalla de máquina
- Sistema para la refrigeración: Taladrina o aceite de corte
- Datos técnicos “tablas”
- Comprobación de conocimientos
- Herramientas para el trazado: regla, rayador, granete, martillo
- Hoja de proceso de trabajo

DEL MODELO 1

TABLA 20.2 DE AVANCES Y VELOCIDAD DE CORTE[66]

Fresas cilíndricas				Fresas frontales				Fresas dientes postizos			
Desbastado		Acabado		Desbastado		Acabado		Desbastado		Acabado	
PP				PP				PP			
5		0,5		5		0,5		5		0,5	
Vt	a	Vt	a	Vt	a	Vt	a	Vt	a	Vt	a
10	50	14	25	10	55	14	42	14	36	18	30
14	80	18	50	14	50	18	55	16	65	23	60
18	100	22	60	18	100	22	70	20	20	30	30

Fresas vástago				Fresas 3 cortes				Sierra		Material a Trabajar
Desbastado		Acabado		Desbastado		Acabado		Desbastado	Acabado	
PP				PP				PP		
5		0,5		5		0,5		5	0,5	
Vt	a	Vt	a	Vt	a	Vt	a	Vt	a	
15	20	17	65	12	50	14	20	25	30	R 100
15	40	19	100	14	80	18	30	35	40	R 75
18	50	28	123	19	100	22	40	45	50	R 50

[66] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 174-178**

DEL MODELO 2

TABLA 20.3 DE REVOLUCIONES POR MINUTO RPM[67]

Diámetro de la fresa								
Velocidad de corte Vt	0	10	12	16	20	25	32	RPM
	10	318	265	198	159	127	99	
	12	381	318	238	190	152	119	
	16	509	424	318	254	203	159	
	20	636	530	397	318	254	198	
	25	795	663	497	397	318	248	
	32	1018	848	636	509	407	318	
	40	1273	1061	795	636	509	397	
	50	1591	1326	994	795	636	497	

Diámetro de la fresa									
Velocidad de corte Vt	0	40	50	60	70	80	90	100	RPM
	10	79	63	53	45	39	35	31	
	12	95	76	63	54	47	42	38	
	16	127	101	84	72	63	56	50	
	20	159	127	106	90	79	70	63	
	25	198	159	132	113	998	88	79	
	32	254	203	169	145	127	113	101	
	40	318	254	212	181	159	141	127	
	50	397	318	265	227	198	176	159	
	60	477	381	318	272	238	212	190	
RPM									

$$N = \frac{1000 \times Vt}{\pi \times d}$$

[67] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica, pp. 182-184**

EVALUACIÓN

- **ANTES Y SOBRE LA MARCHA**

  ⇒ Elabore un proceso de trabajo para realizar el maquinado de una pieza.

  ⇒ Realice el montaje correcto de la herramienta adecuada y de la pieza que se va a maquinar.

  ⇒ Ejecute el maquinado de las superficies hasta dejar la pieza a las dimensiones requeridas.

Nota: La pieza será entregada en ese momento.

		PROCESO	MONTAJE	MAQUINADO
PARA EL INSTRUCTOR	A			
	B			
	C			

- DEL PRODUCTO TERMINADO

	DESTREZA E INICIATIVA		TIEMPO DE ENTREGA		PRESENTACIÓN Y ACABADO		DIMENSIONES TOL. =		ESCUADRADO (CRITERIO PERSONAL)	
	Alumno	Instruct.	Alumno	Instruct.	Alumno	Instruct.	Alumno	Instruct.	Alumno	Instruct.
A										
B										
C										

21. RANURADO CIRCULAR

EJERCICIO.- Efectuar el ranurado circular de una arandela de sujeción de las siguientes medidas: a = 10 mm, e = 8 mm, α = 135.

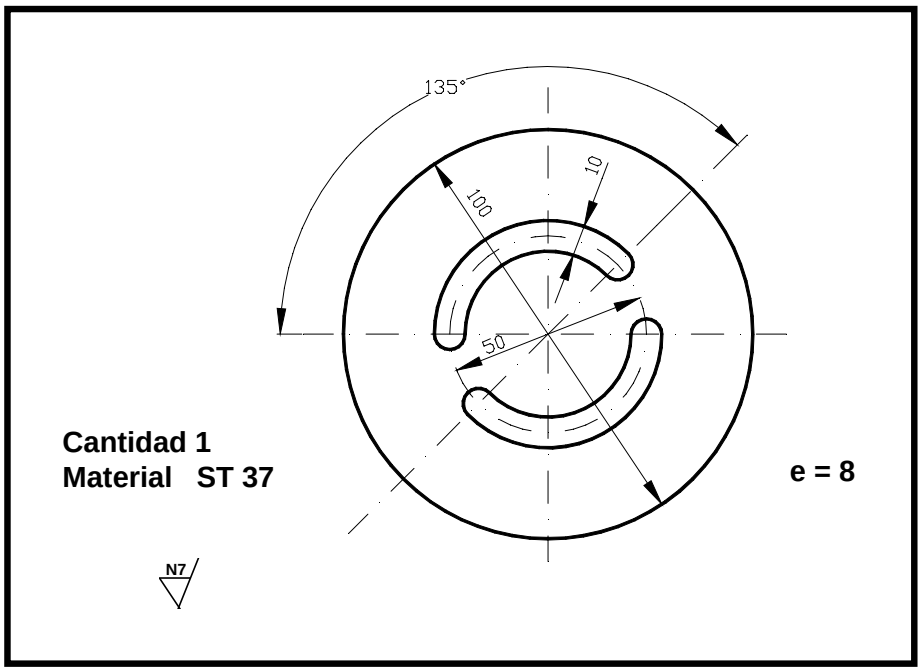


Fig. 21.1

21.1. EQUIPOS DE TRABAJO:

- Brocas para centros
- Fresadora universal
- Fresa frontal 2 o 4 cortes
- Elemento de sujeción -mesa divisora o divisor universal-
- Broca de diámetro igual o menor al ancho de la ranura circular
- Sistema de refrigeración
- Herramientas para el montaje
- Herramientas para el trazado - regla, rayador, granete, martillo

21.2. TIPOS DE HERRAMIENTAS A UTILIZAR[68]

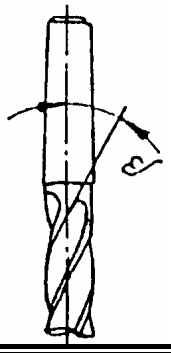
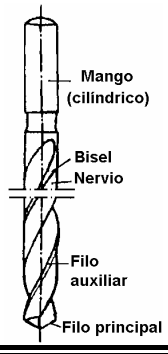
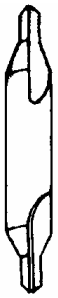
FRESA DE VÁSTAGO	BROCA ∅ = 10 mm	BROCA PARA CENTROS
		

Fig. 21.2

21.3. MONTAJE DE LA PIEZA

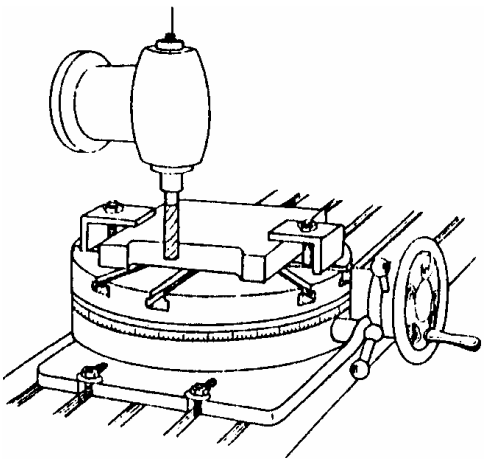
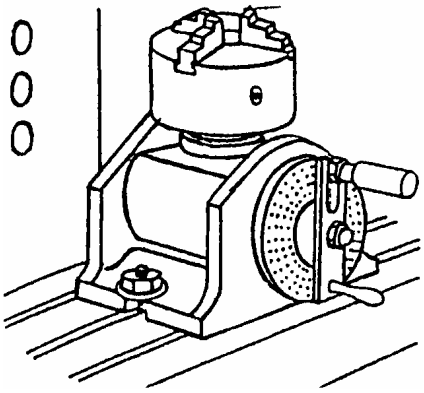
MESA DIVISORA	DIVISOR UNIVERSAL
	

Fig. 21.3

[68] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 78-79.**

21.4. MONTAJE DE LA HERRAMIENTA

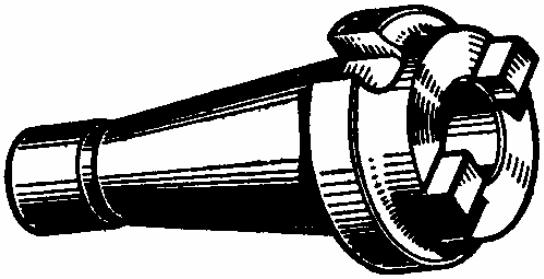
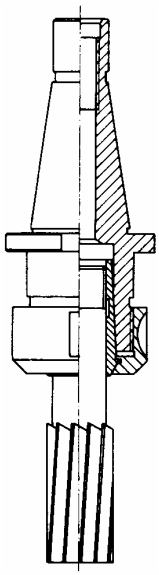
MANDRIL	JUEGO DE PINZAS
	

Fig. 21.4
Fuente: Bruño Edebe,Tecnología Mecánica 2-2, pp 78

DATOS TÉCNICOS: **MATERIAL ST 37**

BROCA, ∅ = 10 mm	*FRESA DE VÁSTAGO*
PB = 10 mm	DF = 10 mm
RPM = 509 rpm	RPM = 509 rpm
Vc = 16 m/min	Vc = 15 m/min
Av = 20 mm/min	Av = 40 mm/min
PP = 8 mm	PP = 1 mm

21.5. CÁLCULOS

MESA DIVISORA

M = ?
$\alpha = 135°$
K = 90

$$N = \frac{360}{135} = \frac{72}{27} = \frac{24}{9} = \frac{8}{3}$$

$$M = \frac{K}{N} = \frac{90}{\frac{8}{3}} = \frac{90 \times 3}{8} = \frac{270}{8}$$

$$M = 33\frac{6}{8}$$

$$\frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

$$M = 33\left(\frac{3}{4} \times \frac{7}{7}\right)$$

$$M = 33\frac{21}{28}$$

R) 33 vueltas
21 espacios
28 disco

DIVISOR UNIVERSAL

M = ?
$\alpha = 135°$
K = 40

$$N = \frac{360}{135} = \frac{8}{3}$$

$$M = \frac{K}{N} = \frac{40}{\frac{8}{3}} = \frac{40 \times 3}{8} = \frac{120}{8}$$

M = 15

R) 15 vueltas en cualquier disco

21.6. INSTRUCCIONES

- Determinar la longitud de la ranura y su posición dentro de la pieza y realizar su trazado.

- Colocar sobre la mesa de la fresadora el elemento de sujeción.

- Sujetar la broca correctamente en el husillo de la fresadora.

- Preparar la mesa divisora o el divisor universal según los cálculos realizados anteriormente.

- Sujetar la pieza en el elemento de sujeción.

- Reglaje de la máquina según datos técnicos.

- Centrar la broca en uno de los extremos de la ranura y bloquear los carros transversal y longitudinal.

- Subir la ménsula hasta que roce la broca de centros con la pieza y realizar el agujero, cambiar la broca de centros por la broca del ancho de la ranura, subir la ménsula y realizar el taladrado pasante.

- Descender la ménsula y cambiar la broca por la fresa frontal.

- Subir la ménsula y dar la PP y girar en sentido horario la manivela de la mesa divisora según los cálculos anteriores.

- Al llegar al otro extremo apagar la máquina y limpiar la ranura, repetir la operación hasta conseguir la profundidad deseada.

- Realizar chaflanes en las aristas vivas.

21.7. NORMAS DE SEGURIDAD

1. Utilizar la ropa adecuada: overol o mandil.

2. Utilizar las herramientas correctamente.

3. Quitar los juegos existentes del elemento de sujeción.

4. Vigilar que la refrigeración sea la adecuada durante el taladrado y fresado.

5. El avance debe ser continuo y constantemente vigilado.

6. Limpiar la ranura con la fresadora sin movimiento antes de regresar la fresa.

EVALUACIÓN

En una mesa divisora se desea construir una ranura cuyo ángulo central es de 175°. Calcular las vueltas o fracción de vuelta de la manivela para la construcción (constante de la mesa divisora = 120).

Para construir un disco de agujeros que deben estar separados 15° uno de otro si se tiene una mesa divisora de K = 90 y un divisor universal de K = 40. Se necesita calcular las vueltas y fracción de vuelta de la manivela para su construcción tanto para la mesa divisora y el divisor universal.

22. TALLADO DE ENGRANAJES

22.1. GENERALIDADES

Cuando la transmisión del movimiento entre dos ejes ha de ser uniforme y los esfuerzos considerables, el elemento ideal para lograrlo es la rueda dentada, por medio de estas se trasmiten movimientos de rotación y movimientos de torsión. Teniendo entre otras muchas ventajas la de no sufrir ninguna clase de deslizamiento y por lo tanto, los cálculos en las relaciones de transmisión son exactos.

Hay ruedas dentadas interiores y exteriores.

En las ruedas dentadas exteriores el sentido de rotación es opuesto cuando van acopladas.
Las ruedas dentadas interiormente tienen el mismo sentido de giro que las ruedas interiores que engranan con ellas, y la distancia entre sus ejes es pequeña.
Mediante una rueda dentada y una cremallera se transforma el movimiento de rotación en un movimiento rectilíneo del mismo sentido.

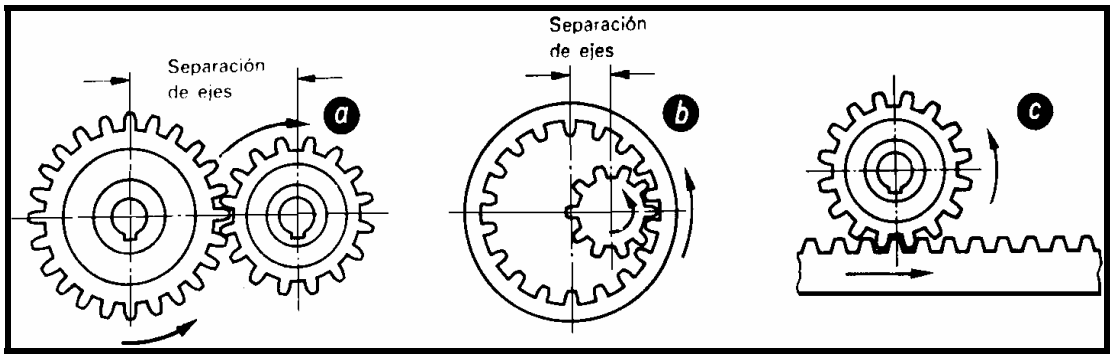


Fig. 22.1

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 190

Dos o más ruedas dentadas que engranan entre sí constituyen un engranaje. La rueda más pequeña se llama piñón. Según la posición de los ejes existen distintas formas fundamentales de ruedas dentadas.[69]

22.1.1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS RUEDAS DENTADAS

Las ruedas pueden clasificarse, como elementos de transmisión, por la situación relativa de los ejes de un par de ellas que están engranando y luego, dentro de cada aparato, se puede distinguir la forma y posición de los dientes. De esta forma se constituye el siguiente cuadro general.

Ejes paralelos (ruedas cilíndricas)……	de diente recto……(A) de diente helicoidal…….(B) de doble helicoidal…….. (C)
Ejes que se cruzan……	de diente helicoidal……..(D) tornillo y rueda sin fin….(E) de diente hipoide……..(F)
Ejes que se cortan (ruedas cónicas)	de diente recto……..(G) de diente helicoidal……..(H) de diente espiral……(I)

[69] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 190-192**

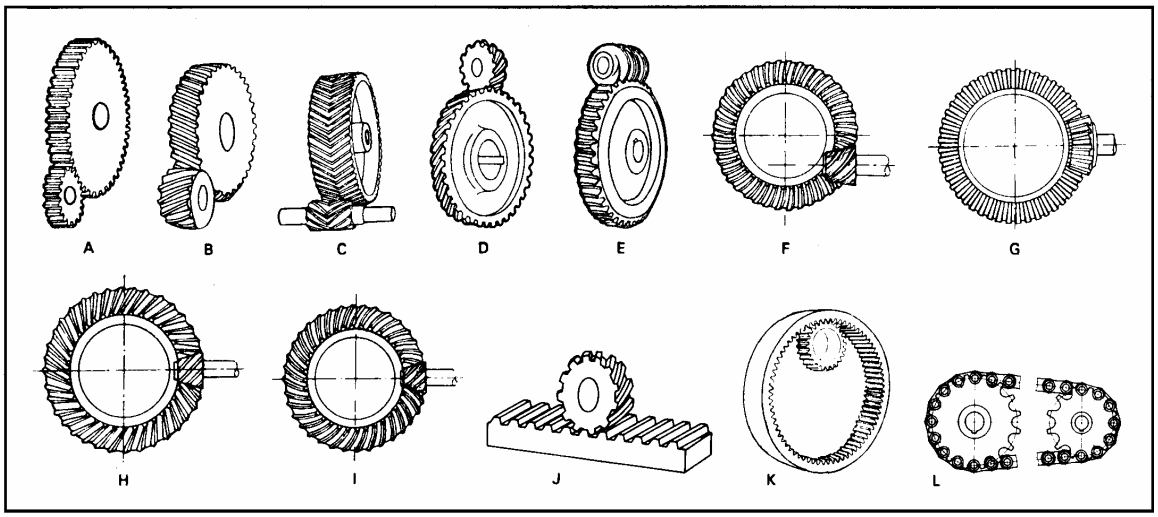


Fig. 18.2

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 194

Los engranajes de diente helicoidal son silenciosos, debido a que el contacto entre dientes se hace progresivamente, pues antes de abandonar el contacto de un diente ya hay nuevos dientes que engranan.

22.2. MÓDULO.

Generalmente en los países que emplean el sistema métrico decimal todos los cálculos de las ruedas se realizan valiéndose del módulo (m) el cual resulta de dividir un determinado valor (el paso) por el numero π (3.141516)

$$m = \frac{p}{\pi}$$

En la figura 3 podemos ver gráficamente otra definición que adopta el módulo: consiste en dividir el diámetro primitivo (d) expresado en milímetros, por el número de dientes (z) del engranaje.

$$m = \frac{d}{z}$$

En mecánica de precisión existen módulos inferiores a 1 (un ejemplo está en los dientes de una rueda de reloj de pulsera), pero en lo que podríamos llamar mecánica normal, existen una serie de valores normalizados, los cuales son números o decimales sencillos, como podemos ver en el siguiente cuadro # 1.

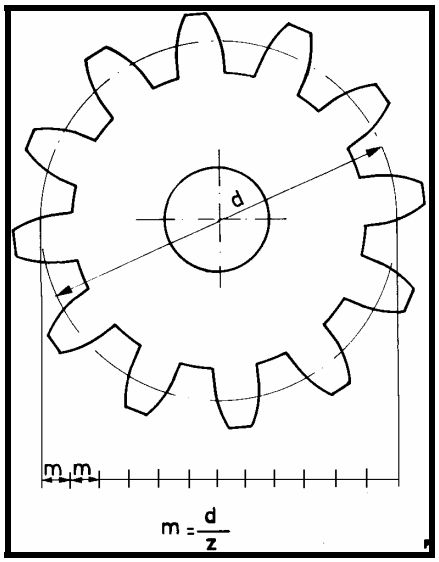


Fig. 18.3

Cuadro # 1.

Módulo de 1 a 4 variando de 0,25 en 0,25
Módulo de 4 a 7 variando de 0,5 en 0,5
Módulo de 7 a 12 variando de 1 en 1
Módulo de 12 a 20 variando de 2 en 2

22.2.1. DIAMETRAL PITCH

En los países que tienen el sistema de medidas en pulgadas U.S.A., Gran Bretaña, Canadá, etc., en el cálculo de engranajes emplean el denominado Diametral Pitch.

Para un engranaje dado, el diametral Pitch (Pt) es igual al número de dientes por pulgada de diámetro primitivo. Por consiguiente, el diametral Pitch es el inverso del módulo.

Generalmente cuando hay que hacer el cálculo de las dimensiones de ruedas de diametral Pitch, se transforma este valor a módulo y sirven entonces las mismas fórmulas para este sistema. Dicha transformación se hará con la siguiente expresión:

$$m = \frac{25.4}{Pt}$$

A continuación se presenta en el cuadro la equivalencia a milímetros del sistema ingles diametral Pitch.

Tabla 22.1 Equivalencias módulo y diametral Pitch[70]

Diametral pitch	Paso		Módulo	Diametral pitch	Paso		Módulo
	Pulgadas	mm			pulgadas	mm	
1	3,141	79,795	25,40	11	0,285	7,254	2,31
1 1/4	2,513	63,837	20,32	12	0,261	6,646	2,12
1 1/2	2,094	53,197	16,93	14	0,224	5,700	1,814
1 3/4	1,795	45,597	14,51	16	0,196	4,986	1,587
2	1,570	39,397	12,70	18	0,174	4,432	1,411
2 1/4	1,396	35,465	11,29	20	0,157	3,990	1,270
2 1/2	1,256	31,917	10,16	22	0,142	3,627	1,154
2 3/4	1,142	29,016	9,24	24	0,130	3,325	1,058
3	1,047	26,598	8,47	26	0,120	3,068	0,977
3 1/2	0,897	22,799	7,26	28	0,112	2,850	0,907
4	0,785	19,949	6,35	30	0,104	2,659	0,847
5	0,628	15,959	5,08	32	0,098	2,494	0,794
6	0,523	13,299	4,23	36	0,087	2,217	0,705
7	0,448	11,399	3,63	40	0,078	1,994	0,635
8	0,392	9,974	3,17	48	0,065	1,661	0,529
9	0,349	8,867	2,82	60	0,052	1,331	0,423
10	0,314	7,981	2,54	80	0,039	0,998	0,317

22.2.2. PERFIL DE LOS DIENTES

22.3. CALCULO DIMENSIONALES

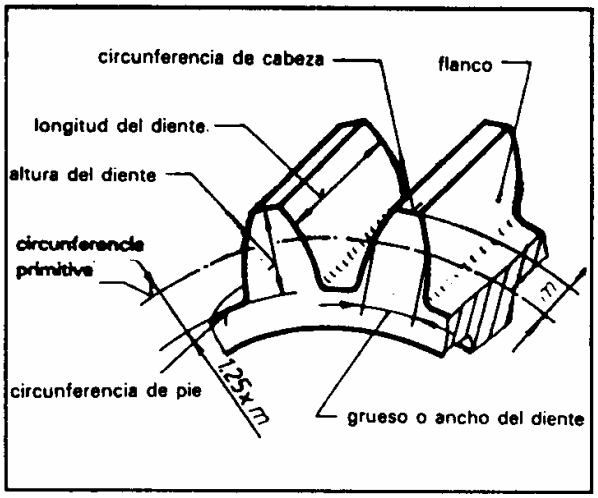
22.3.1. ENGRANAJES DE DIENTE RECTO

22.3.1.1. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LAS RUEDAS

[70] **Edebe Bruño, Tecnología 2-2, pp. 196-197**

Los principales elementos constituyentes de las ruedas dentadas son:

Circunferencia primitiva. Es aquella sobre la cual se verifica la tangencia del engranaje.



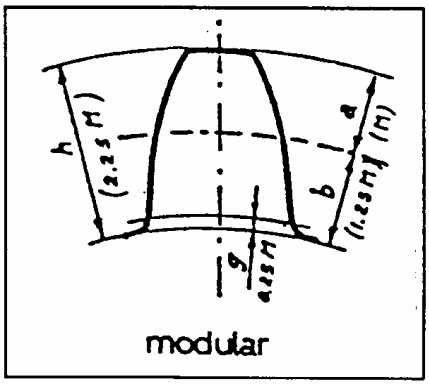
Circunferencia de pie. Es aquella sobre la que se apoyan las cabezas de los dientes.

Circunferencia de cabeza. Es la que limita el dentado por la parte exterior.

Fig. 18.6

Paso circular. Es la distancia de centro a centro de dos dientes consecutivos, medida sobre la circunferencia primitiva.

Altura del diente. Está formada por la suma de la base b y la cabeza a fig. 18.7



Longitud del diente. Es el ancho del diente.

Fig. 18.7

22.3.1.2. CLASES DE DENTADOS

Las fresas de módulo tienen un ángulo de 20°, y la altura del diente es de 2.25 ∗ m (sistema modular) (figura 6). Sin embargo, está todavía muy difundido el perfil de 15°, con una altura total del diente de 2.16 ∗ m.

También suele utilizarse el sistema llamado Stub métrico, de diente rebajado, en el cual la altura del diente es de 1.8 ∗ m (fig. 18.8).

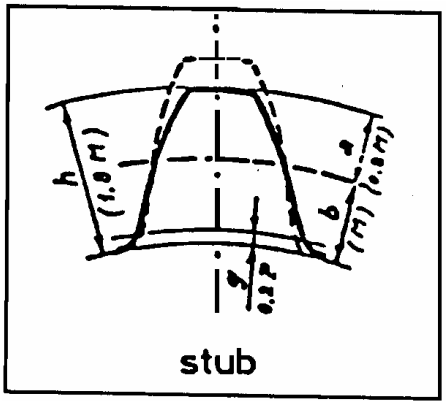


Fig. 18.8

22.3.1.3. FORMULA GENERALES

Para relacionar los elementos de las ruedas dentadas de diente recto enunciaremos una serie de fórmulas algunas de las cuales son de aplicación general.

Módulo normal: $m = d / z$

paso circular: $p = \pi \times m$

cabeza del diente o adendum: $a = m$

pie del diente o adendum: $b = 1.25 \times m$

altura total del diente : $h = 2.25 \times m$

diámetro primitivo: $d = m \times z$

diámetro exterior: $de = m \times (z + 2)$

diámetro de fondo: $df = m \times (z - 2.5)$

distancia entre centro de dos ruedas: $c = (d1 + d2) / 2$

- Calcular para una rueda dentada de módulo 2 y de 30 dientes todos los valores de sus elementos para efectuar la construcción.

EJERCICOS RESUELTOS

DATOS: $m = 2$ $z = 30$
SOLUCIÓN:

Paso circular $p = \pi$ x $2 = 6.283$

Adendum $a = 2$

Adendum $b = 1.25$ x $2 = 2.5$

Altura $h = 2.25$ x $2 = 4.5$

Diámetro primitivo $d = 2$ x $30 = 60$

Diámetro exterior $de = 2$ x $(30 + 2) = 64$

Diámetro de fondo $df = 2$ x $(30 - 2.5) = 55$

22.3.2. ENGRANAJES HELICOIDALES

Se designan con este nombre los engranajes cilíndricos con dientes helicoidales, es decir, con los dientes dispuestos siguiendo a hélices trazadas sobre la superficie periférica de la rueda. Fig. 18.9.

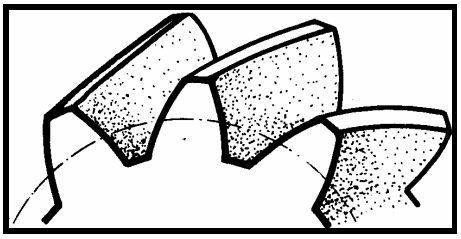


Fig. 18. 9

Esta forma característica de los dientes es lo que modifica algunas fórmulas de las de diente recto enunciado en 3.1.3 tal como podemos ver a continuación.

FÓRMULAS

módulo normal: $m_n \times m_c \times \cos\alpha = \frac{d \times \cos\alpha}{z}$

módulo circular o aparente: $m_c = \frac{m_n}{\cos\alpha} = \frac{d}{z} = \frac{P_c}{\pi}$

paso normal o real: $P_n = m_n \times \pi = P_c \times \cos\alpha$

paso circular o aparente: $P_c = m_c \pi = \frac{P_n}{\cos\alpha} = \frac{d \times \pi}{z}$

paso axial: $Px = \frac{Pn}{sen\,\alpha} = \frac{Pc}{tg\,\alpha}$

Longitud de la hélice desarrollada: $L = \frac{P}{\cos\alpha}$

diámetro primitivo: $d = \frac{m_n \times z}{\cos\alpha} = \frac{Pc \times z}{\pi} = m_c \times z$

diámetro exterior: $d_e = d + 2\,m_n = \frac{m_n \times z}{\cos\alpha} + 2\,m_n$

diámetro interior o del fondo: $d_f = d - 2{,}5\,m_n = \frac{m_n \times z}{\cos\alpha} - 2{,}5\,m_n$

número de dientes: $z = \frac{d \times \cos\alpha}{m_n} = \frac{d}{m_c}$

altura del diente: $h = 2{,}25\,m_n$

distancia entre centros: $C = r_1 + r_2 = \frac{d_1 + d_2}{2}$

Las fresas para tallar los dientes de los engranajes cilíndricos de dientes helicoidales son las mismas de perfil constante empleadas para dientes rectos, pero se eligen de acuerdo con la siguiente formula genérica:

$$zi = \frac{z}{\cos^3\alpha}$$

en la cual (zi) es un número imaginario de dientes cuyo razonamiento es el siguiente:

Las dimensiones de los dientes rectos de las ruedas cilíndricas son iguales a las de los dientes helicoidales, medidas según el plano normal a su inclinación, basándonos en el módulo normal (mn) para sus cálculos dimensionales, sin embargo, con el módulo circular (mc) calcularemos el diámetro primitivo (d) de la rueda (fig. 18.10a).
El radio de curvatura en el punto de tallado (fig. 18.10.b) es el correspondiente a la elipse originada por el corte del cilindro primitivo por un plano A-B normal al diente, siendo dicho perfil normal del diente, idéntico al de un piñón recto de zi dientes y con un radio primitivo igual al radio mayor de la elipse considerada.

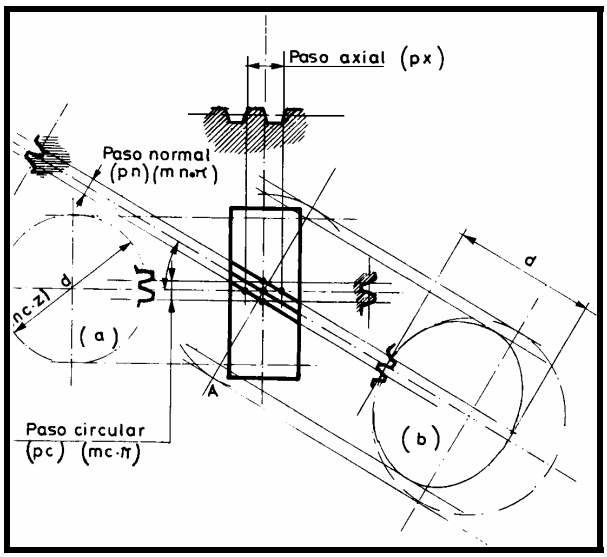


Fig. 18.10

EJERCICIO RESUELTO

Calcular los datos generales de una rueda de 24 dientes helicoidales de mn = 3 y un ángulo de inclinación del diente $\alpha = 70°$.

Solución

Módulo circular: $\boldsymbol{mc} = \dfrac{\boldsymbol{mn}}{\boldsymbol{cos}\,\alpha} = \dfrac{3}{0{,}342} = 8{,}77$

Paso normal: $\boldsymbol{Pn} = \boldsymbol{mn} \times \pi = 3 \times 3{,}1416 = 9{,}42\boldsymbol{mm}$
Paso circular: $\boldsymbol{Pc} = \boldsymbol{mc} \times \pi = 8{,}77 \times 3{,}1416 = 27{,}55\boldsymbol{mm}$

Paso axial: $\boldsymbol{Px} = \dfrac{\boldsymbol{Pn}}{\boldsymbol{sen}\,\alpha} = \dfrac{9{,}42}{0{,}932} = 10{,}03$

Diámetro primitivo: $\boldsymbol{d} = \dfrac{\boldsymbol{mn} \times \boldsymbol{z}}{\boldsymbol{cos}\,\alpha} = \dfrac{3 \times 24}{0{,}342} = 210{,}52$

Diámetro exterior $\boldsymbol{de} = \boldsymbol{d} + 2\boldsymbol{m} = 210{,}52 + 6 = 216{,}52\boldsymbol{mm}$
Altura del diente: $\boldsymbol{h} = 2{,}25 \times \boldsymbol{m} = 2{,}25 \times 3 = 6{,}75\boldsymbol{mm}$

Número de la fresa: $\boldsymbol{Zi} = \dfrac{\boldsymbol{z}}{\boldsymbol{cos}^3\,\alpha} = \dfrac{24}{0{,}342^3} = 600$ dientes correspondientes a la fresa No 8.

22.3.3. ÁNGULO DE LA HELICE

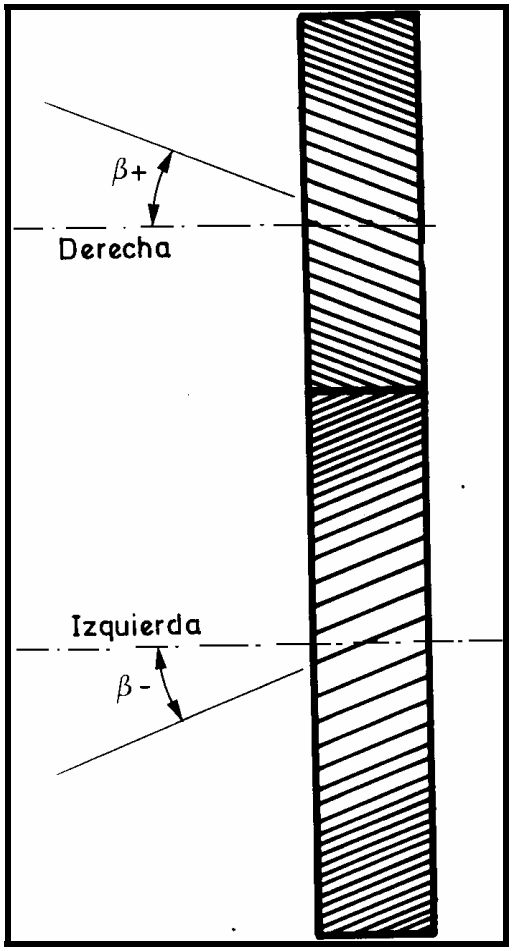


Fig. 18.11

El ángulo de la hélice (α) de un engranaje helicoidal, es un valor muy importante de cara a la puesta a punto y mecanización sobre la fresadora

1. El valor de (α) es el mismo que inclinaremos la mesa o el eje del cabezal universal, según que trabajemos por uno u otro sistema de fresado.

2. Dicho ángulo nos es imprescindible para hallar el paso helicoidal y con éste, encontrar la relación de ruedas que montaremos en la máquina para sincronizar los movimientos.

Consideraremos muy importante saber distinguir cuando la hélice de una rueda dentada está inclinada en uno o en otro sentido.

Se dice que una hélice está inclinada a la izquierda cuando ésta va de izquierda a derecha. Inversamente, una hélice se llamará derecha cuando va de derecha a izquierda. La fig.18.11 nos puede aclarar lo dicho anteriormente.

22.3.4. PASO HELICE

Se denomina paso de la hélice (Ph) de un engranaje helicoidal, a la distancia entre dos puntos de la hélice primitiva, medida en el sentido axial (fig. 18.12) Numéricamente hallamos este valor a través de la siguiente fórmula.

$$Ph = \frac{\pi \times d}{tg\,\alpha}$$

En la que (d) es el diámetro primitivo en los engranajes y el diámetro medio para las piezas en general.

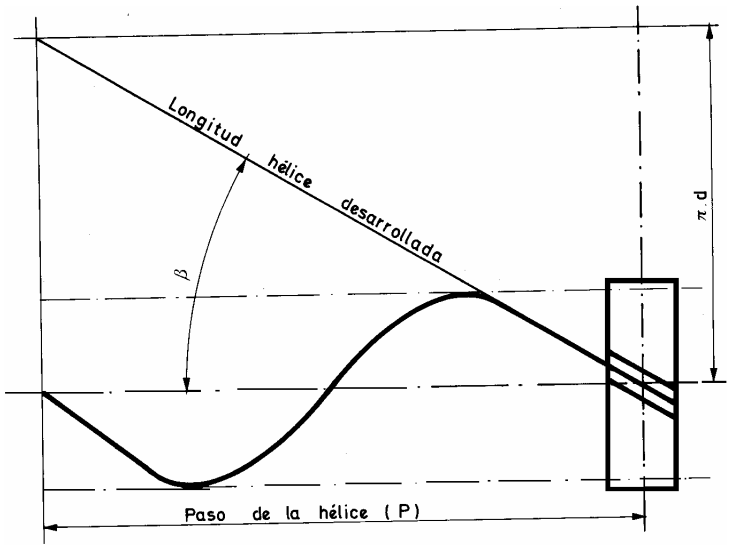


Fig. 18.12

22.3.5. RELACIÓN DE TRANSMISION EN ENGRANAJES HELICOIDALES

En los engranajes helicoidales se cumple la relación general de transmisión; o sea:

$$n1 \times z1 = n2 \times z2$$

representando los subíndices (1) y (2) valores correspondientes al piñón y a la rueda respectivamente. Si sustituimos z1 y z2 por sus respectivos valores tendremos

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{\dfrac{d_2 \times \cos\alpha_2}{m_n}}{\dfrac{d_2 \times \cos\alpha_2}{m_n}} = \frac{d_2 \times \cos\alpha_2}{d_1 \times \cos\alpha_1}$$

Si se trata de engranajes helicoidales sobre ejes paralelos, al ser $\alpha 1 = \alpha 2$ y por, consiguiente también sus cosenos, tendremos

$$\frac{n1}{n2} = \frac{Z2}{Z1} = \frac{d2}{d1}$$

22.4. POSICIONAMIENTO Y CÁLCULO PARA EL TALLADO

22.4.1. TALLADO DE ENGRANAJE DE DIENTES RECTOS

El tallado de las ruedas dentadas puede hacerse con fresa de módulo (fig. 18.13), o con fresa madre, por generación simultánea de todos los dientes (fig. 18.14). También se utilizan fresas de mango para el tallado de las ruedas dentadas (fig. 18.15)

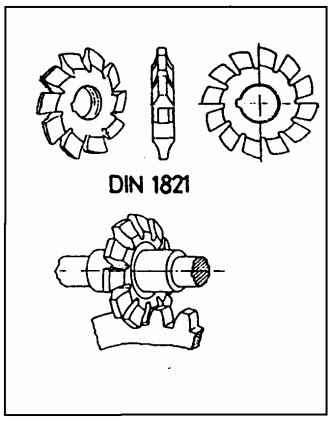


Fig. 18.13

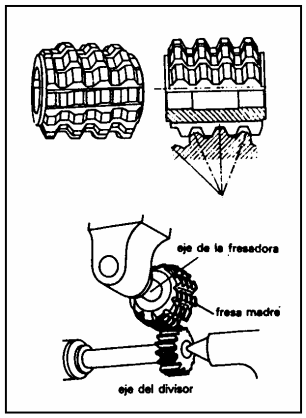


Fig. 18.14

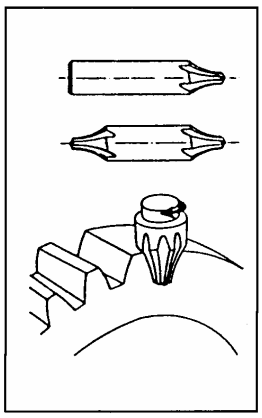


Fig. 18.15

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2,pp 199

22.4.2. FRESADO CON FRESA DE MÓDULO

Fundamentalmente, el proceso es similar al fresado de ranuras equidistantes sobre piezas circulares. En este caso las ranuras son los huecos de la rueda dentada, que dan lugar a la formación de los dientes.

22.4.3. PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA

A. ELECCIÓN DE LA FRESA: Se elige ésta según el módulo y número de dientes de la rueda a dentar, de acuerdo con la tabla del cuadro # 2.

Se monta la fresa en su eje correspondiente, procurando que el empuje de avance sea contra el aparato divisor. Seguidamente se comprueba el centrado radial y el cabeceo.

B. MONTAJE DEL APARATO DIVISOR. Una vez colocado sobre la mesa, se escoge el plato de agujeros y se regula la manivela para que responda a la relación:

$$M = \frac{K}{z}$$

Si ocasionalmente hiciese falta, se debe montar el sistema diferencial.

C. MONTAJE DE LA PIEZA. La pieza se monta, directamente al divisor o, lo que es mas frecuente, con mandril o torneador (fig. 18.16). Es muy importante que la pieza quede firmemente unida al torneador, de manera que no pueda deslizarse axialmente y, menos aún, pueda girar sobre sí misma.

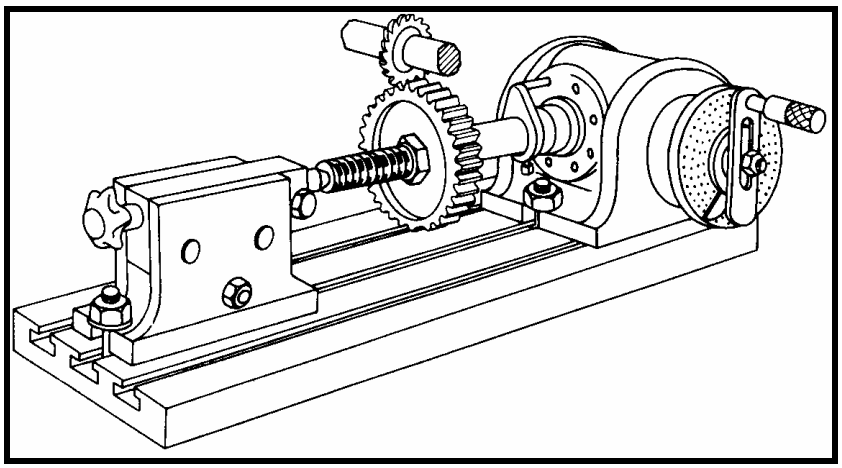


Fig. 18.16

Fuente: Bruño Edebe,Tecnología Mecánica 2-2, pp 202

Comprobar el perfecto centrado radial de la pieza, tanto de la parte exterior como del agujero, así como el cabeceo.

D. REGLAJE DE LA FRESA. Es muy importante el centrado de la fresa respecto a la pieza (figura. 18.17y 18.18) ya que de él depende que el diente quede simétrico o no, y por lo tanto que el trabajo resulte aceptable o no. Después de centrar la fresa se bloque el carro transversal. Para dar la profundidad se hace contacto con la fresa sobre la pieza y se coloca el tambor de la ménsula a cero. Retirada la fresa, se da la profundidad adecuada. Bloquear la ménsula.

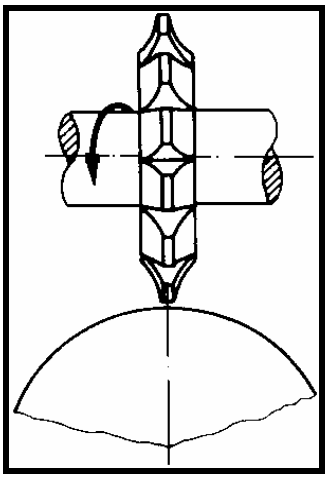


Fig. 18.17

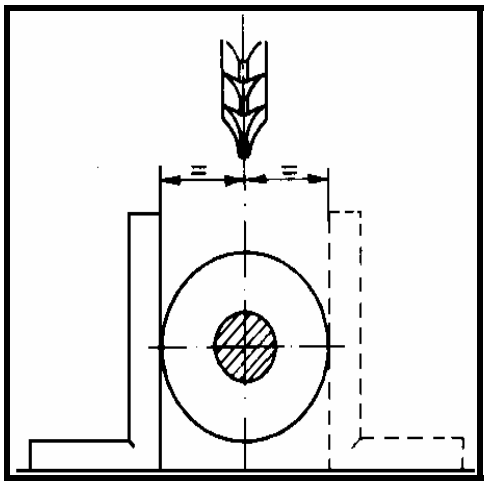


Fig. 18.18

E. REGLAJE DE LA MÁQUINA. Reglar el número de revoluciones de la fresa de acuerdo con la relación:

y el avance

$$an = az \times z \qquad \text{ó} \qquad amin = az \times z \times n$$

22.4.4. FRESADO

Conectar el motor principal y el equipo refrigerador.

Aproximar la fresa a la pieza y conectar el automático del avance; dar la pasada (fig. 18.19) y, al salir la fresa, regular el tope del automático.

Retroceder rápidamente a mano con el retroceso rápido (fig. 18.20)

Desbloquear el eje del aparato, girar la manivela y colocar en posición el compás del divisor. Bloquear el aparato. Conectar el avance y repetir tantas veces como dientes tiene la rueda.

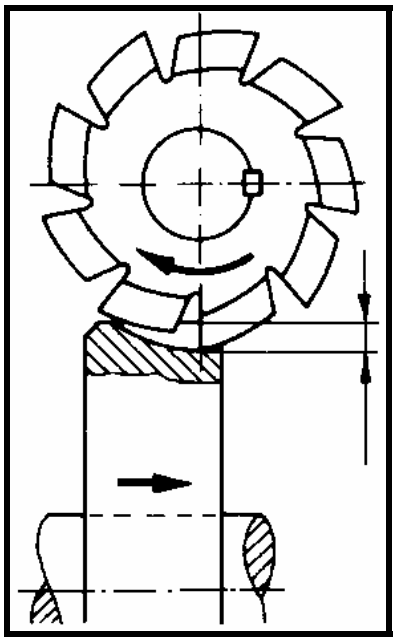


Fig. 18.19

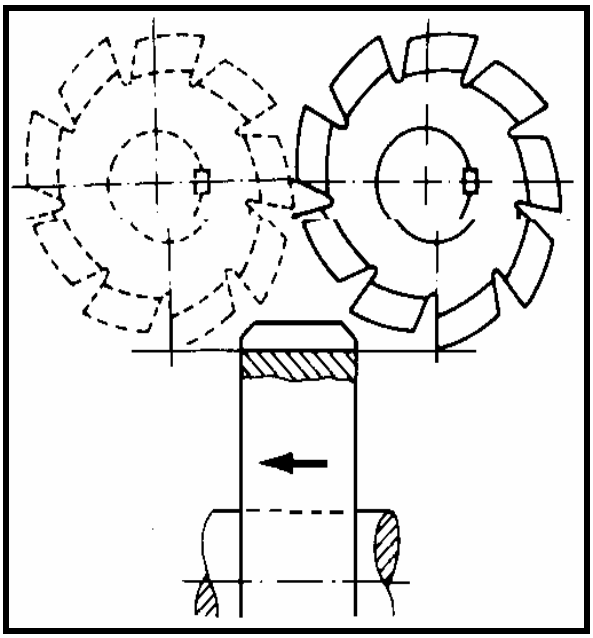


Fig. 18.20

EJERCICIOS PROPUESTOS

Calcular los datos para tornear y fresar una rueda dentada de diente recto de z=38 y módulo 4. El tallado se realizará en una fresadora de paso del husillo de la mesa 5 mm y constante del aparato divisor 40.

SOLUCION:

Para tornear se necesita saber el diámetro exterior

$$de = (z + 2)\, m = (38 + 2) \times 4 = 160\ mm$$

Para fresar lo primero que se necesita es saber es la altura del diente:

$$h = 2{,}25\ \ m = 2{,}25 \times 4 = 9\ mm$$

Las vueltas del aparato divisor se calculan así:

$$\boldsymbol{M} = \frac{\boldsymbol{K}}{\boldsymbol{Z}} = \frac{40}{38} = \frac{20}{19} = 1\,\boldsymbol{vuelta}\,\frac{1\,\boldsymbol{Espacio}}{19\,\boldsymbol{Dis\,cos}}$$

22.4.5. TALLADO DE ENGRANAJES HELICOIDALES[71]

Recordemos de entrada que el tallado de las ruedas helicoidales en la fresadora, además de ser impreciso, es antieconómico y sólo aceptable para reparaciones o series cortas.

El tallado de estos dientes en la fresadora se hace posible gracias a la buena sincronización de dos movimientos , a saber figura: uno de traslación , producido por la mesa dela fresadora a través de un husillo (1) y otro de rotación, mediante el tren de ruedas (a • b) / (b • d) que con la lira se intercalan entre el husillo y el cabezal divisor (2). Cabe destacar que dicho cabezal, si se utiliza para el fresado helicoidal, no es posible efectuar la división diferencial al mismo tiempo, por tener algunos elementos comunes a los dos sistemas.

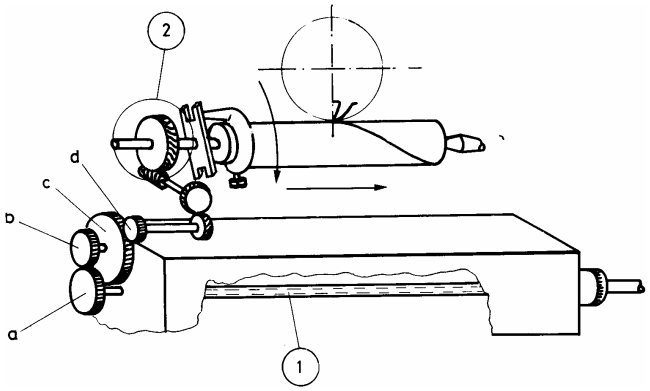


Fig. 18.21

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 204

22.4.5.1. TALLADO DE HÉLICES.

El tallado de las hélices en la fresadora es posible mediante dos sistemas:

[71] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 202-204**

a. inclinando la mesa de la mesa de la máquina fig. 18.22

b. inclinando el cabezal universal fig. 18.23

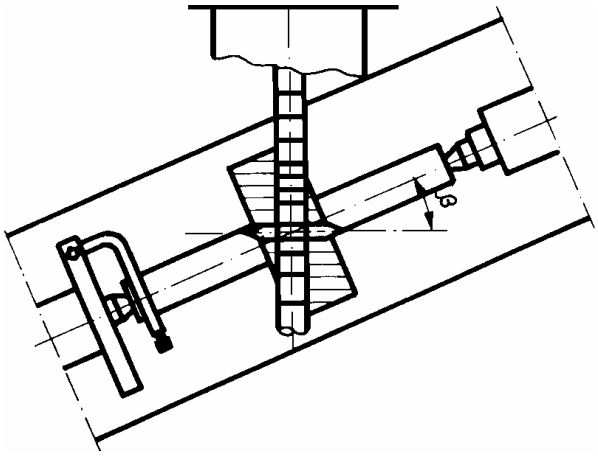


Fig. 18.22

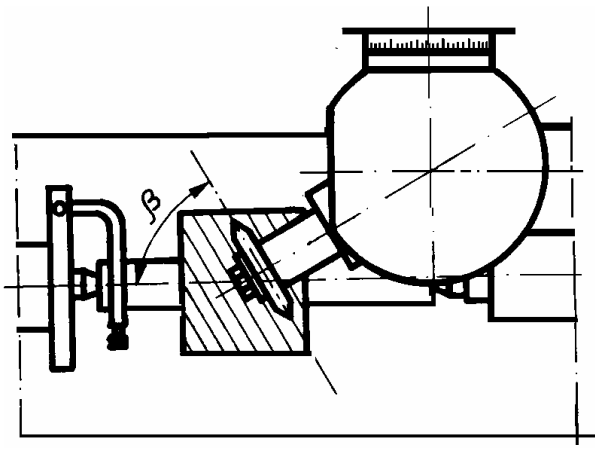


Fig. 18.23

En cualquiera de estos dos sistemas, el valor de la inclinación será igual al ángulo α de la inclinación del diente, sin cálculo previo alguno, a no ser que se trate de cabezales universales especiales, como por ejemplo el Huré.

22.4.6. CÁLCULO DE LAS RUEDAS PARA EL TALLADO HELICOIDAL

La combinación de los movimientos de rotación y de traslación debe ser tal que la hélice resultante sea del paso deseado. En consecuencia, calcularemos los dientes de las ruedas dentadas en función del paso de la hélice (Ph) y del paso del husillo de la máquina (Pm) o conductor, pero teniendo en cuenta la relación o constante *k* del aparato divisor.

Si seguimos el esquema de la fig. 18.20, llegaremos a la deducción de este cálculo. Por ejemplo: en cada vuelta de la pieza, la mesa debe desplazarse una longitud igual al paso de la hélice (Ph), por consiguiente el husillo conductor deberá dar n =Ph/Pm vueltas. A través de dicho esquema y siguiendo su relación de transmisión, podemos establecer la siguiente igualdad:

$$n \times a \times c = k \times d \times b$$

sustituyendo n por la relación de pasos tendremos:

$$\frac{Ph \times a \times c}{Pm} = k \times d \times b$$

$$Ph \times a \times c = Pm \times k \times d \times b$$

$$a \times c = \frac{Pm \times k \times d \times b}{Ph}$$

$$\frac{a \times c}{d \times b} = \frac{Pm \times k}{Ph}$$

EJERCICIOS PROPUESTOS

Calcular las ruedas que serán necesarias montar en la lira de un aparato divisor, cuya constante es k = 40, para enlazar con el husillo de la mesa de una fresadora cuyo paso es Pm = 5 mm si queremos tallar una hélice de 175 milímetros de paso.

SOLUCION:

a x *c*	*Pm* x *k*	*5 x 40*	*40*	*8*	*4 x 2*	*32 x 48*
b x *d*	*Ph*	*175*	*35*	*7*	*7 x 1*	*56 x 24*

La correcta colocación de estas ruedas hará que por cada vuelta que dé la pieza, la mesa se desplazará 175 milímetros.

22.5. PRÁCTICA DEL TALLADO HELICOIDAL[72].

Si la herramienta empleada para el tallado de la hélice es una fresa frontal figura 24 no es necesario inclinar la mesa de la fresadora. Pero si la herramienta utilizada es

[72] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 206-208**

una fresa de disco de perfil constante (de las llamadas de módulo), elegida a través de la formula

$$zi = \frac{z}{cos\,\alpha}$$ *falta colocar cos al cubo*

es necesario que esté colocada tangencialmente al surco que mecaniza; para ello inclinaremos la mesa (normalmente sólo es posible hasta máximo de 45°) si trabajamos con el eje porta fresa fig. 18.25 o un ángulo cualquiera el cabezal si el sistema adoptado es el cabezal universal.

Si suponemos calculadas y montadas las ruedas en la lira, adoptado y puesto a punto el plato divisor, montada la fresa apropiada, e inclinada la mesa o el cabezal universal en el ángulo adecuado, procederemos bajo el siguiente orden:

1. El plato divisor no puede quedar bloqueado pues girará junto con la pieza.

2. Si la pieza tiene que montarse sobre mandril, hay que asegurarse que quede bien sujeta.

3. Si el giro de la pieza es la inversa del deseado, se intercalará una rueda intermedia en el tren.

4. Centremos la fresa con el eje de simetría de la pieza.

5. Colocaremos la fresa en el punto de partida. Reglaremos la profundidad de pasada y a continuación embragaremos el avance automático de la máquina para efectuar el mecanizado de un diente. Desembragaremos y retrocedemos la herramienta a su punto de partida (siempre la máquina parada, de lo contrario se estropean los flancos de los dientes).

6. Haremos la división correspondiente y continuaremos el ciclo.

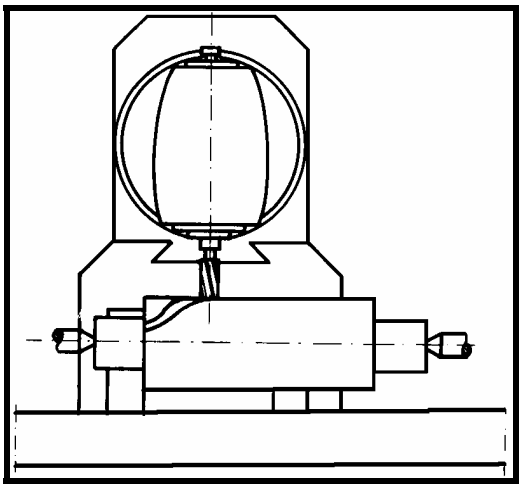


Fig. 18. 24

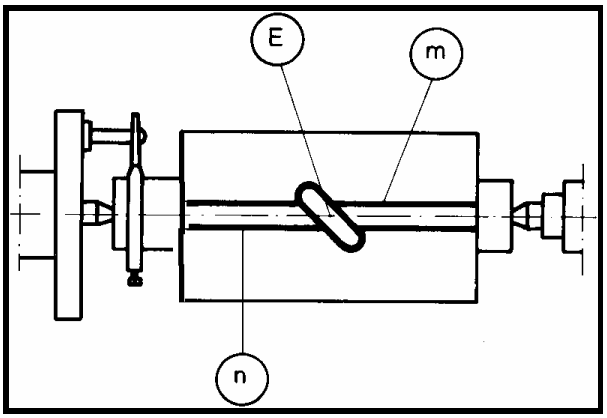


Fig. 18.25

Fuente: Bruño Edebe,Tecnología Mecánica 2-2, pp 208

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. cuales son las ventajas de usar ruedas dentadas.

2. dé la clasificación de las ruedas dentadas.

3. indicar en que máquinas encontramos estos sistemas.

4. ¿qué es módulo?

5. ¿en qué se diferencia el módulo del diametral pitch?

6. a partir del diametral encontrar su equivalente en módulo.

pt →	m	pt
8 →	3	
5 →	5	
4 →	7	

7. calcular los valores necesarios para los siguientes datos:

a) *m = 1.25* *z = 49*

b) *m = 8* *z = 21*

8. calcular la relación de transmisión para un sistema de rueda piñón de

$$\boldsymbol{m} = 3, \quad \boldsymbol{Z} = 15, \quad \alpha\ 15^{0}$$

a. la rueda es la conductora.

b. el piñón es la conductora.

9. . calcular todos los datos para construir un engranaje de diente recto con:

m = 3 z = 23

m = 1 z = 100

10. determinar el cálculo del divisor para realizar los cálculos propuestos

11. indique otro sistema para centrar la fresa respecto a la pieza (grafique).

12. enumere los pasos a seguir para construir una rueda dentada de diente recto.

EVALUACIÓN

1. En el conjunto de datos característicos de una rueda dentada, uno fundamental en un sistema es el módulo, y el Pitch en el otro. Ahora bien, ¿qué definición teórica daría a cada uno y qué relación encuentra entre ambos?.

2. Si tiene una rueda de dientes helicoidales y al medir la inclinación del diente, da unos 70° aproximadamente, ¿cree que podría tratarse de una rueda para enlazar ejes paralelos? ¿por qué?.

3. El jefe de taller donde trabaja le entrega una rueda de dientes helicoidales, y se presenta la duda de saber si se trata de dientes a derecha o a izquierda. ¿En que se basaría para solucionar esta alternativa?.

4. Tenemos una rueda dentada de módulo 2 y 45 dientes con un ángulo de inclinación de 15°, y otra del mismo módulo, pero con 12 dientes y 75° de ángulo de inclinación. Los diámetros de las mismas será distinto, pero, ¿cuál de las dos cree que tendrá mayor diámetro y por qué razón?.

5. Si tallamos en la fresadora una hélice de 35° de inclinación con una fresa frontal, ¿sabe
a cuántos grados deberemos inclinar la mesa? ¿Por qué?.

23. CONOCIMIENTOS GENERALES SOBRE LIMADORA

23.1. INTRODUCCIÓN[73]

La limadora es una máquina herramienta que permite el mecanizado exterior de las piezas prismáticas o de piezas perfiladas (Fig. 23.1), pero siempre que las superficies sean "pasantes" de una cara a otra de la pieza.

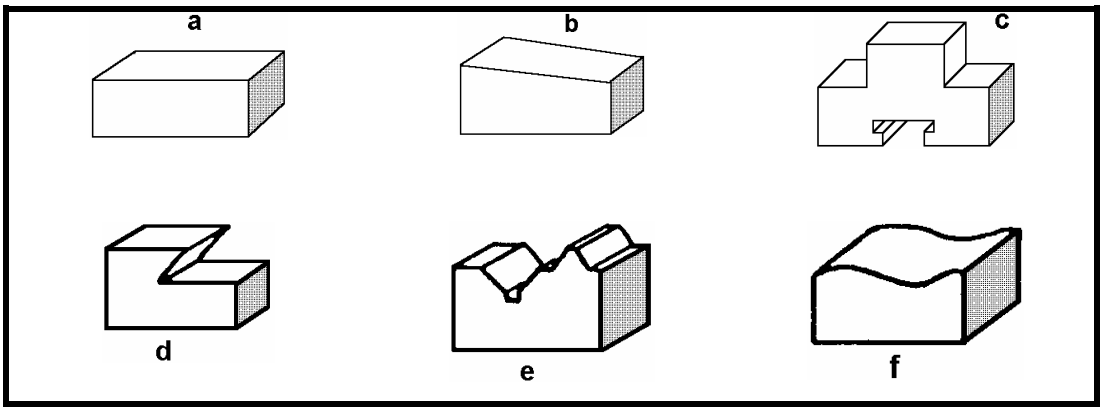
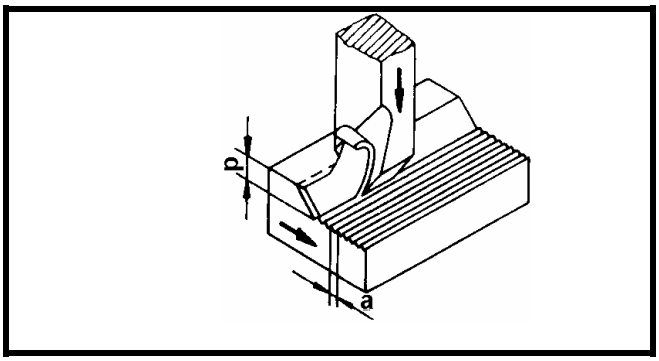


Fig. 23.1

Fuente: Gil Tomás Tello, Preparación y Medidas de Trabajo, pp 57

Es una máquina en movimiento alternativo horizontal, dotada de una herramienta simple que efectúa el movimiento de corte, el movimiento de avance es perpendicular a la dirección en que se mueve la herramienta y generalmente es efectuado por la pieza (como se puede ver en la Fig. 23.2).



a ⇒ avance

p ⇒ profundidad de pasada

[73] **Gil Tomas Tello, Preparación y Medidas de Trabajo, pp. 57-60**

23.2. PRINCIPALES ÓRGANOS DE LA LIMADORA.

Los órganos y elementos de la limadora están distribuidos en tres partes principales: Bancada, Carnero y Mesa (Fig. 23.3).

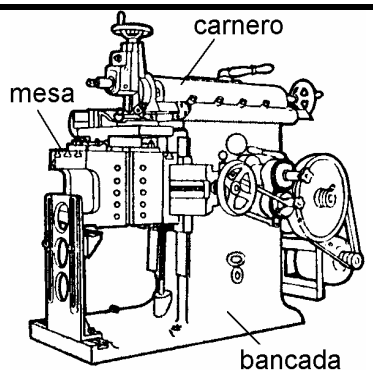


Fig. 23.3

23.2.1. BANCADA. La bancada es una caja hueca de fundición de tal dimensión y forma que sirve de alojamiento de los mecanismos de parada y puesta en marcha, los destinados a obtener las diversidades de la máquina y los que tienen por objeto conseguir el movimiento alternativo de corte, con una amplitud regulable a voluntad.

Lleva en la parte superior unas guías, generalmente en forma de cola de milano, perfectamente cepilladas y rectificadas, que sirve de guía y apoyo para el carnero.

En la parte anterior, tiene otras guías verticales, unas veces de forma rectangular otras en forma de cola de milano, estas guías sirven para el apoyo del carro porta mesas (Fig. 23.4).

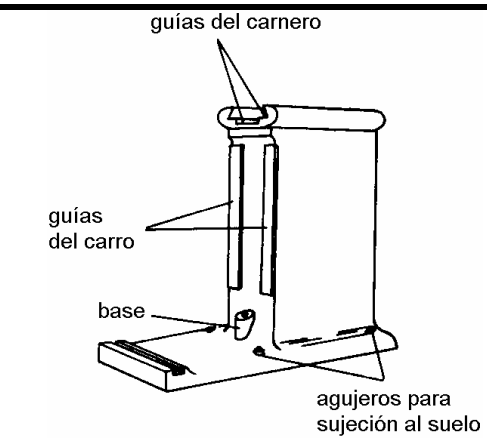


Fig. 23.4. Bancada de una limadora

23.2.2. CARNERO. Es un carro animado con movimiento alternativo, en uno de cuyos extremos va la herramienta cortante colocada en una torrecilla orientable. Recibe el movimiento de la colisa (dispositivo de accionamiento para el desplazamiento).

En la torrecilla orientable se desliza el carro portaherramientas.

El ajuste del carnero sobre las guías de la bancada debe ser suave y sin juego, esto se logra por medio de una regla de ajuste (Fig. 23. 5).

El carro portaherramientas lleva un pivote (j), en el que se apoya el soporte basculante (e), alrededor de (j), y que puede fijarse en varias posiciones por medio del espárrago y tuerca (c).

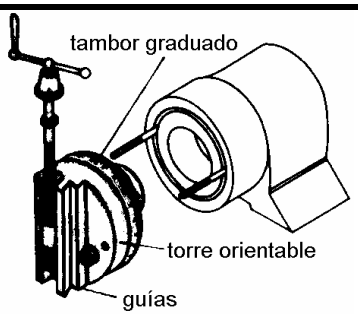
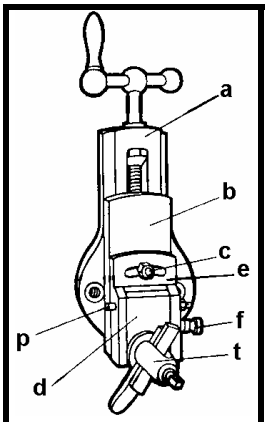


Fig. 23.5. Acoplamiento de la torre orientable al carnero



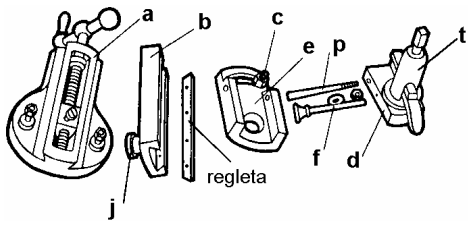


Fig. 23.6. Despiece del carro portaherramientas

En este soporte se aloja el bloque (d), apoyado en el pasador (p); este bloque (d), lleva la brida (t) para fijar la herramienta. Dicho conjunto puede oscilar alrededor de (p), para que, en los retrocesos de la herramienta se levante esta y no más que ligeramente sobre la pieza (Fig. 23.6).

23.2.3. MESA[74]. Es la parte de la limadora donde se sujeta la pieza, ya sea directamente por medio de espárragos, o indirectamente por medio de entenalla de máquina, divisor o algún otro dispositivo de sujeción.

Puede deslizarse horizontalmente sobre el carro, que a su vez puede tener un movimiento vertical. El movimiento horizontal de la mesa suele constituir el

[74] **Gil Tomas Tello, Preparación y Medidas de Trabajo, pp. 62-66**

movimiento de avance y se efectúa a mano o automáticamente. El carro vertical no suele tener movimiento automático (Fig. 23.7).

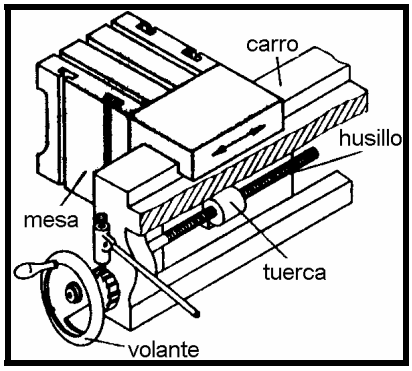


Fig. 23.7. Conjunto de la mesa y el carro

23.3. ACCIONAMIENTO PARA LOS MOVIMIENTOS PRINCIPALES

El carro o carnero con el carro porta herramientas se acciona mediante un mecanismo de colisa o manivela o con un dispositivo hidráulico.

23.3.1. MECANISMO DE COLISA Y MANIVELA

En el disco de las levas hay una pieza corredera desplazable hacia el centro del disco con el gorrón de la manivela. Este gorrón encaja en la ranura de una palanca oscilante, que está soportada interiormente en un punto, alrededor del cual puede girar; mientras que el extremo superior trasmite al carro o carnero su movimiento de vaivén que recibe en virtud del disco manivela.

Mediante el desplazamiento del taco-corredera, en el disco-manivela puede regularse la magnitud de la carrera (Fig. 23.8).

La posición de la carrera puede variarse mediante un husillo que lleva el carnero.

Para el accionamiento del disco-manivela puede estar constituido en forma de rueda dentada o de rueda de fricción.

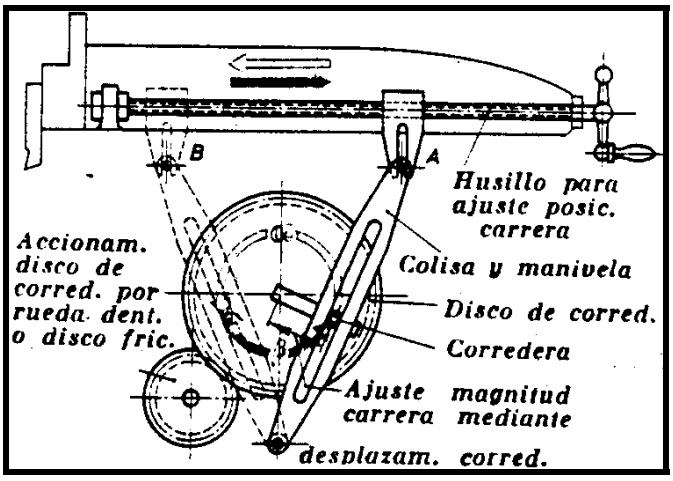


Fig. 23.8. Accionamiento de una mortajadora horizontal

El gorrón de la manivela se mueve uniformemente describiendo una circunferencia. Con ello se mueve la palanca oscilante alternativamente desde un punto muerto (A) hasta otro (B).

En el movimiento de avance el carnero recorre el gorrón de manivela el arco mayor (alfa) y en el retorno emplea un tiempo menor.

La vuelta del disco-manivela corresponde a una carrera doble; para n vueltas por minuto tenemos por lo tanto también n dobles carreras por minuto.

Generalmente se da en la máquina el número de dobles carreras que se pueden ajustar (por ejemplo 13- 21- 34- 53- 85- 137).

23.3.2. ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO

El carnero que va unido a un árbol es medido mediante la presión del aceite que actúa sobre éste. la presión del aceite le da una bomba accionada por su correspondiente motor. La bomba aspira el aceite de un depósito a donde vuelve a fluir. Para inversión de la corriente de aceite se utiliza una válvula que es accionada por topes dispuestos sobre el carnero. Estos topes pueden desplazarse de acuerdo con la posición y la magnitud de la carrera (Fig. 23.9).

La velocidad de corte es regulable sin escalonamiento (ejemplo: 6.....40 m/min).

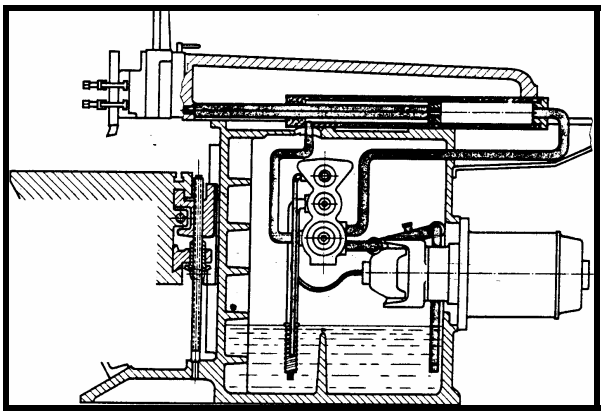


Fig. 23.9. Accionamiento de una limadora hidráulica

23.3.3. DISPOSITIVO DE AVANCE

El avance transversal automático de la mesa se hace posible por ejemplo mediante un disco de accionamiento, una barra y su trinquete o un dispositivo hidráulico.

En algunas máquinas el carrillo portaherramientas tiene también un avance automático (generalmente por mecanismo hidráulico) (Fig. 23.10).

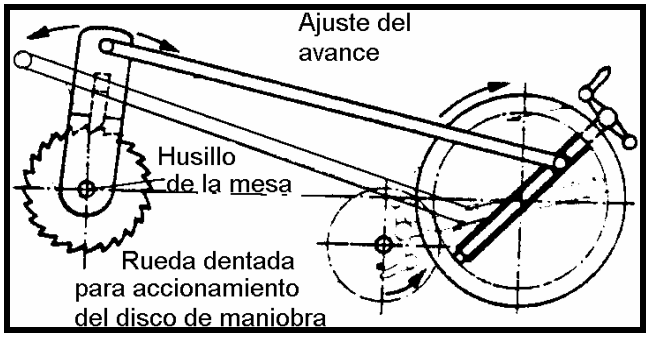


Fig. 23.10

Fuente: Gil Tomás Tello, Preparación y Medidas de Trabajo, pp 67

23.4. HERRAMIENTA DE LA LIMADORA

En la limadora se emplean herramientas simples similares a las empleadas en el torno (Fig. 23.11).

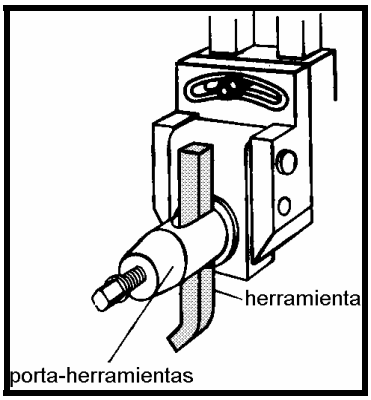


Fig. 23.11

Hace años se empleaban perfectamente herramientas de acero rápido, forjadas para evitar que la punta de la herramienta se clave en la pieza por flexión, como sucede con la herramienta recta, se hacían acodadas. Estas herramientas resultan caras y difíciles de obtener (Fig. 23.12).

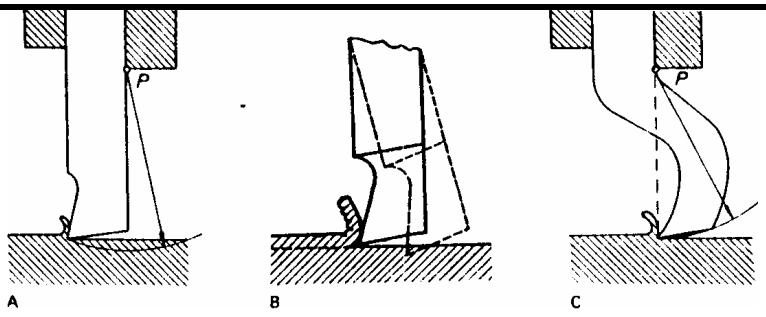
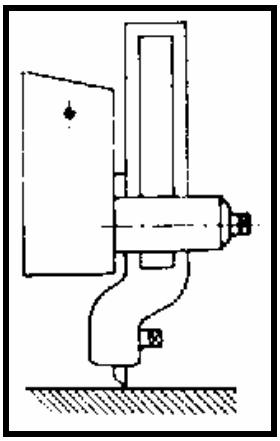


Fig. 23.12. Herramientas de la limadora rectas y acodadas

Hoy en día se prefieren utilizar diversos tipos de portaherramientas, los cuales utilizan herramientas rectas (Fig. 23.13)



Portaherramientas acodado

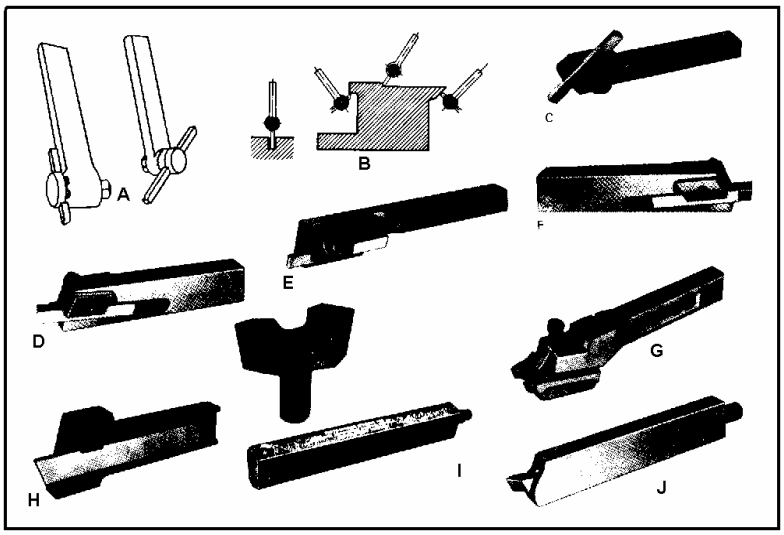


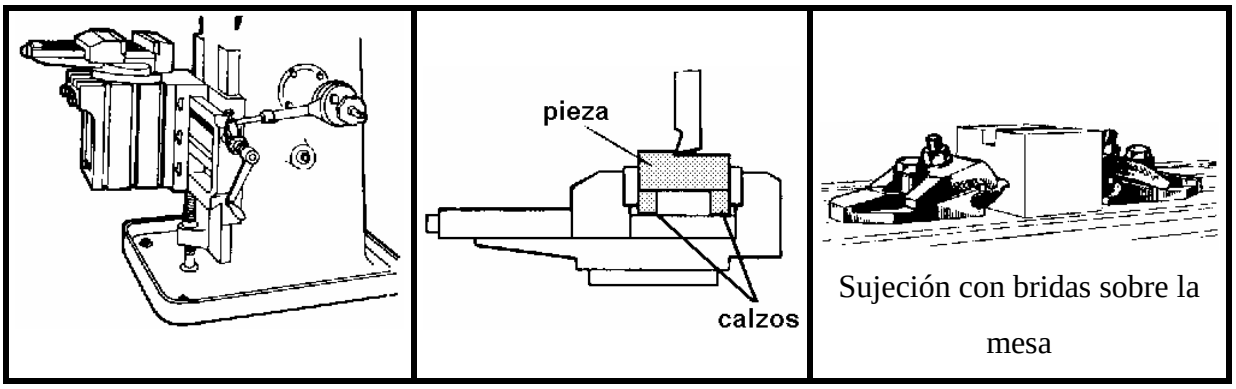
Fig. 23.13

23.5. TRABAJOS EN LA LIMADORA

La limadora se emplea para labrar superficies de pequeña y mediana extensión, para trabajos de desbaste y acabado con tolerancias medianas.

23.5.1. **FIJACIÓN DE LA PIEZA**[75]. La pieza que se ha de trabajar se fija en una entenalla de máquina o directamente a la mesa, por medio de bridas.

Las piezas pequeñas se sujetan en la entenalla si su forma lo permite, las piezas grandes se montan directamente a la mesa, por medio de bridas (Fig. 23.14).



Sujeción con bridas sobre la mesa

Fig. 23.14

[75] **Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas Auxiliares, pp. 15-19**

Otros elementos auxiliares para fijar las piezas, son los apoyos fijos o graduales, las bridas de presión, cuñas, soportes especiales, etc. (Fig. 23.15)

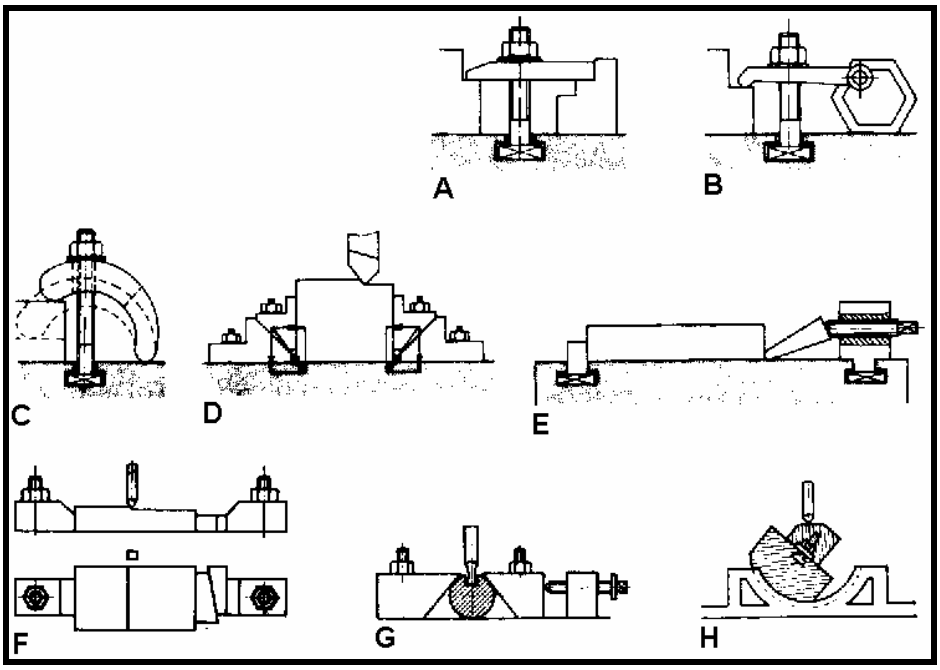


Fig. 23.15

Fuente: Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas Auxiliares, pp 16

23.6. SELECCIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORTE Y DEL AVANCE

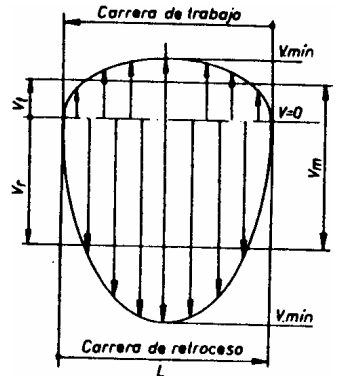


Fig. 23.16

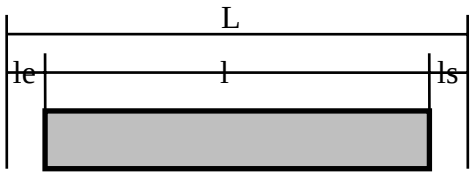
La velocidad de corte en la limadora de colisa no es constante. En los extremos de la carrera es cero y va aumentando hacia el centro. Si se recogen en un gráfico las velocidades instantáneas, se escribirá un esquema semejante al siguiente: (Fig. 23.16)

Del gráfico se deduce que hay que tener la velocidad máxima, tanto para la carrera de trabajo, como para la de retroceso. Esto no tiene influencia en el corte, pero si puede llegar a ser peligrosa por la inercia de las masas en movimiento.

Si llamáramos L a la longitud de la carrera en metros (Fig. 23.16) y, *tr* a los tiempos respectivos de las carreras de trabajo y retorno, en minutos, se tendría que las velocidades medias de trabajo y retorno respectivamente serían:

Vt = L/t (m/min)

Vr = L/tr (m/min)



Para las aplicaciones prácticas, lo que interesa es saber la velocidad media de una carrera completa (ida y vuelta), para de allí deducir el número de vueltas por minuto o, mejor, el número de golpes por minuto del carnero.

$$Vm = \frac{2L}{t_t + t_r} = \frac{2L}{\frac{L}{V_t} + \frac{L}{V_r}} = 2\frac{V_t \cdot V_r}{V_t + V_r} = Velocidad_media$$

Si se considera que la máquina realiza el doble recorrido con velocidad uniforme, y llamamos L al recorrido de la herramienta, Vm a la velocidad media, y n al número de golpes por minuto, en razón a la fórmula del movimiento uniforme se tendrá:

$$n = \frac{Vm}{2L}$$

TABLA # 23.1

ÁBACO PARA CALCULAR LA VM O EL NÚMERO DE CARRERAS PARA EL RECORRIDO DADO

(En el ábaco para Vm = 15 mm/min y l =150 mm, n = 48 carreras/min)

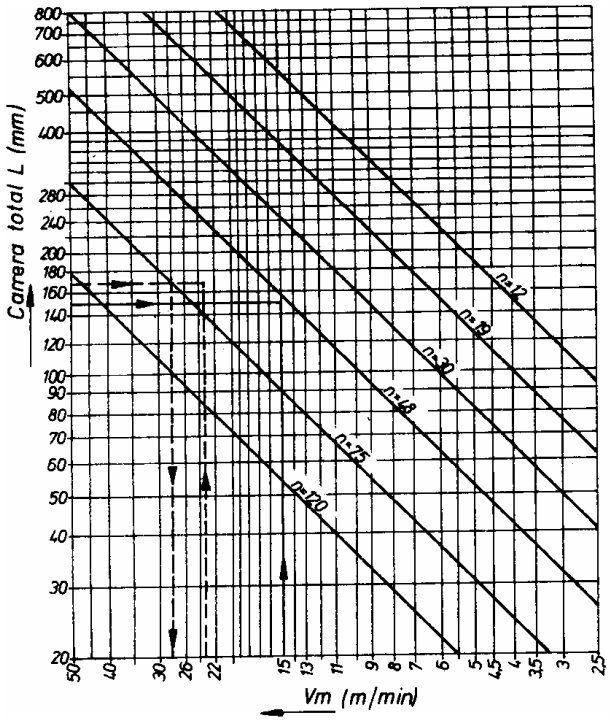


TABLA # 23.2

VELOCIDAD DE CORTE VC EN M/MIN PARA LAS DISTINTAS CLASES DE MATERIALES, TIPO DE HERRAMIENTA EMPLEADA Y OPERACIÓN

Material de la pieza	Herramienta de Acero rápido		Acero duro	
	Desbaste	Acabado	Desbaste	Acabado
Acero blando	20 a 25	24 a 30	-	-
Acero duro	12 a 20	18 a 24	-	-
Fundición de hierro	16 a 26	22 a 30	30 a 35	35 a 40
Bronce y aleaciones de Cu	25 a 30	25 a 30	30 a 35	30 a 40
Aluminio y aleaciones ligeras	50	50	50	50

TABLA # 23.3
AVANCES DE TRES TIPOS DE LIMADORAS[76]

	Paso del husillo de la mesa	Nº de dientes del piñón del trinquete	Avance según el nº de dientes seleccionado por el trinquete			
			z = 1	z = 2	z = 3	z = 4
Limadora 1	5	25	0,2	0,4	0,6	-
Limadora 2	6	30	0,2	0,4	0,6	-
Limadora 3	8	40	0,2	0,4	0,6	0,8

EJERCICIOS RESUELTOS

Ejercicio 1:

En una limadora, cuyo recorrido es 300 mm, las carreras de trabajo y retorno tardan respectivamente 0,02 y 0,015 minutos. Calcular la velocidad media y decir cuántos golpes por minuto da la herramienta.

Solución:

1. Si tarda 0,02 + 0,015 = 0,035 minutos en dar un golpe, quiere decir que en un minuto dará: (1/0,035) = 28,5 golpes por minuto.

$$Vm = 2\frac{Vt \cdot Vr}{Vt + Vr} \qquad Vt = \frac{0{,}3}{0{,}02} = 15 m - min.$$

$$Vr = \frac{0{,}3}{0{,}015} = 20 m - min.$$

$$Vm = 2 \times \frac{15 \times 20}{15 + 20} = 2 \times \frac{15 \times 20}{35} = 17{,}14 m - min.$$

[76] **Peláez Vara Jesús, Maquinas Herramientas Auxiliares, pp. 22-27**

3. Calcúlese el número de golpes por minuto, a partir de la velocidad media.

$$Vm = n \cdot 2L$$

de donde

$$n = \frac{Vm}{2L} = \frac{17{,}14}{2 \cdot 0{,}3} = 28{,}56$$

que, como se ve, es la misma antes calculada.

En la limadora se puede también emplear el gráfico para la obtención del número de golpes, en función de la velocidad media y de la carrera. La Tabla # 1 se representa el ábaco para una limadora de seis velocidades.

En la Tabla # 2 se dan las velocidades medias de corte, que pueden servir de orientación. La velocidad máxima en la máquina puede llegar a ser considerablemente mayor que la media calculada, y estas diferencias son mayores para los recorridos cortos. Por esta razón convendrá emplear siempre la limadora de menor carrera posible, siempre que se pueda.
Por esto se suelen dividir los valores de la tabla por 1,4, para carreras cortas, y por 1,2, para carreras medianas, entendiendo por carrera corta la que no llega a 1/3 de la carrera máxima y por carreras medianas las comprendidas entre 1/3 y 2/3 de la máxima.

Así en una limadora de 300 mm. de carrera se consideran carreras cortas las comprendidas entre 0 y 100 mm., y carreras medianas, las comprendidas entre 100 y 200 mm.

Ejercicio 2:

Calcular el número aproximado de golpes por minuto al que debe trabajar una limadora de 500 mm. de carrera máxima, al desbastar una pieza de fundición blanda que tiene 150 mm. de longitud. La herramienta empleada es de metal duro.

<u>Solución</u>:

Según la Tabla # 2, la velocidad media debería ser Vm = 30 a 35 m/min; si es que elegimos Vm = 32

$\frac{L}{3} = \frac{500}{3} = 166$; la carrera de trabajo será de 150 + 20 = 170, por tanto, entra en la categoría de carrera corta, por lo cual la velocidad admisible será:

$$\boldsymbol{Vadm.} = \frac{\boldsymbol{Vm}}{1{,}4} = \frac{32}{1{,}4} = 22{,}8 \approx 23\boldsymbol{m / min.}$$

que supondrá un número de golpes por minuto.

$$\boldsymbol{n} = \frac{\boldsymbol{Vadm.}}{2\boldsymbol{L}} = \frac{23}{2 \times 0{,}170} \approx 67{,}65\boldsymbol{golpes / minuto}$$

Habría que escoger el más próximo del número de golpes por minuto del cuadro de velocidades reales de la máquina. En el ábaco de la Tabla # 1 (en las líneas de trazos) vemos que habría que escoger la de n = 75, con lo cual la velocidad media sería de 28 m/min aproximadamente.

Por esta razón convendrá emplear siempre la limadora de menor correa posible, siempre que sea suficiente.

Los avances en la limadora suelen tomarse de 0,3 a 0,5 mm. para el desbaste, llegando incluso a 0,8 mm. Para el acabado, puede tomarse de 0,3 a 0,1, según el radio de redondeado de la herramienta y el acabado deseado.

TRABAJOS CARACTERÍSTICOS EN LA LIMADORA.

23.6.1. LIMADO DE SUPERFICIES PLANAS HORIZONTALES

En este trabajo el avance lo efectúa la mesa porta pieza, movida a mano o automáticamente. La profundidad de pasada se da con el carro portaherramientas (Fig.23. 17).

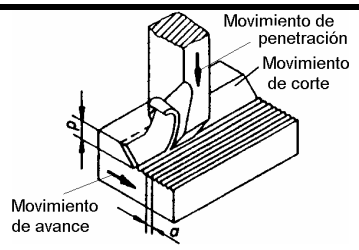


Fig. 23.17

23.6.2. LIMADO DE SUPERFICIES PLANAS VERTICALES

En este trabajo el avance se efectúa, moviendo el carro portaherramientas a mano, salvo que limadora tenga movimiento automático (Fig. 23.18).

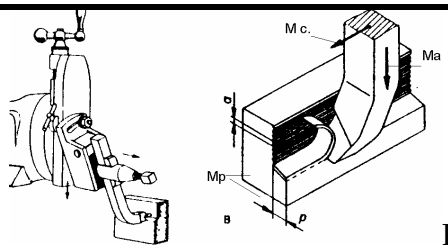


Fig. 23.18

23.6.3. LIMADO DE RANURAS

El limado de ranuras es semejante al de labrar superficies planas verticales. La forma de la herramienta es como se muestra en la Fig. 23.19A, el avance se da con el carro portaherramientas; si el ancho de la herramienta es igual al de la ranura, el bloque basculante debe estar alineado con la dirección de las guías del carro.

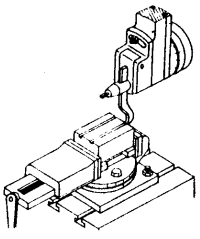


Fig. 23.19A

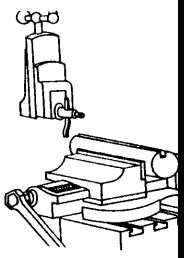
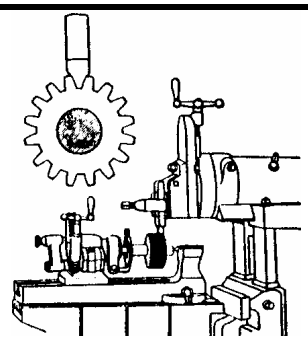


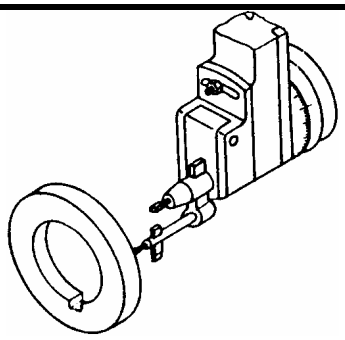
Fig. 23.19B

Cuando la ranura es lateral (Fig. 23.19B), si la herramienta se levanta en el retroceso, tiende a agarrotarse y, fácilmente, se produce la rotura.

A continuación presentamos dos trabajos de ranurado en la limadora.



Rueda Dentada



Chavetero

23.7. NORMAS DE SEGURIDAD

Para evitar los accidentes de trabajo es necesario que los alumnos:

a) Tengan siempre ordenado el puesto de trabajo.
b) No se distraigan ni hagan distraer.
c) No descuiden la máquina dejándola en movimiento y saliendo del puesto.

1. Normas Generales

a) No tocar o modificar la posición de los mecanismos de seguridad o de protección.
b) No hacer de propia iniciativa ninguna maniobra cuando no se conoce la máquina.
c) Asegúrese de que haya suficiente luz y bien distribuida.

2. Protección de la vista

a) Cuando se afilan las herramientas.
b) Evitando el fregarse los ojos con las manos sucias.
c) Asegurarse que el apoyo del esmeril sea lo más cercano posible a la muela.

3. Protección de las manos

a) Cuando se llevan productos o elementos peligrosos que puedan presentar peligro de corte, etc.

b) El overol debe tener las mangas siempre bien abrochadas o arremangadas para evitar que sean agarradas por el mandril o la brida en movimiento.
c) No tocar nunca con las manos las piezas en movimiento, sea para medir como para limpiar, etc.

4. Protección contra la corriente eléctrica[77]

a) Avisar a debido tiempo al instructor cuando hayan casos referentes a la instalación eléctrica.
b) No tocar válvulas, alambres, interruptores, etc., sin desconocer anteriormente la corriente.
c) Asegurarse que el piso esté seco y aislar por medio de madera.
d) Procurar no pisar alambres, tubos flexibles y conductores eléctricos porque no están hechos para soportar grandes esfuerzos, sino el del propio peso.
e) Cuando hay interrupción de corriente, como también cuando se acaba un trabajo o se cambia, parar siempre la máquina.
f) La herramienta no tiene que estar en contacto con la pieza cuando se interrumpe la corriente.

Nota: Tener máximo cuidado para manejar alambres pelados, motores mojados y no dejar nunca en dos fases la máquina (esto se nota cuando hay un sonido extraño al común).

[77] **Peláez Vara Jesús, Maquinas Herramientas Auxiliares, pp. 29-33**

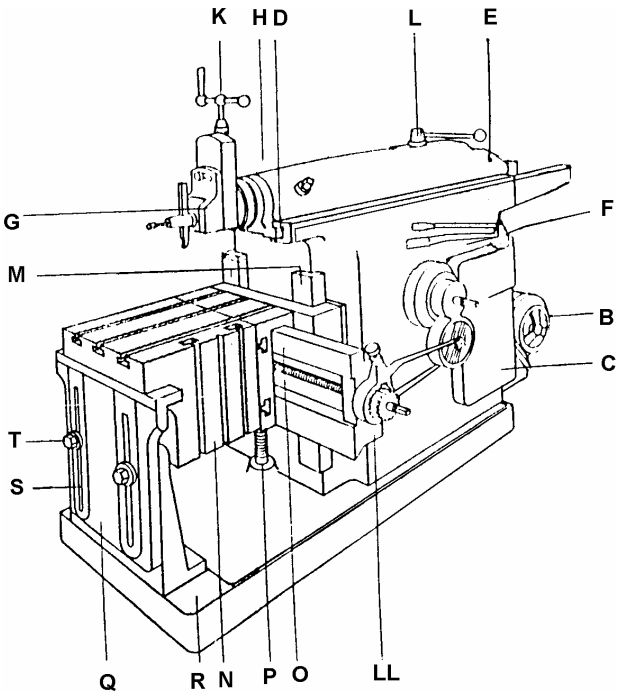
ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. ¿Qué características debe tener la bancada de una limadora?

2. Indique el porqué es importante que el carnero se deslice suave y sin juego.

3. Dibuje en un pliego de cartulina el carro portaherramientas.

4. Indique en el gráfico que se encuentra a continuación, cuáles son las partes más importantes de la cepilladora o limadora (indique con la letra correspondiente).



B. .....
C. .....
D. .....
E. .....
F. .....
G. .....

H. .....
K. .....
L. .....
LL.....
M. .....
N. .....
O. .....
P. .....
Q. .....
R. .....
S. .....

5. Indique, según su criterio, cuáles son los 4 elementos más importantes para la transmisión del movimiento de corte.

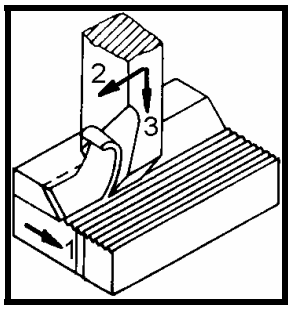
6. Indique brevemente cómo se regula el reglaje de la longitud de la carrera.

7. Anotar las características de una limadora del taller.

8. Traer una cuchilla afilada que se utiliza en una limadora, la cuchilla deberá ser construida en madera.

9. En una máquina limadora se realizan piezas prismáticas, pero deben éstas tener una condición, cuál es.

10. Los movimientos característicos de la limadora o cepilladora son:

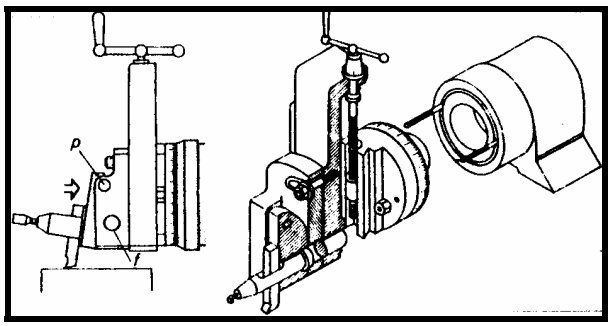


11. Dibujar en el espacio correspondiente dos piezas que usted pueda trabajar, utilizando una limadora.

12. Ponga tres normas de seguridad.

13. Dibujar en un pliego de cartulina, cómo realizar un chavetero interior utilizando la limadora.

14. Utilizando el dibujo de una de las partes de la limadora colocar los nombres a las partes que reconozca e indique con un número.

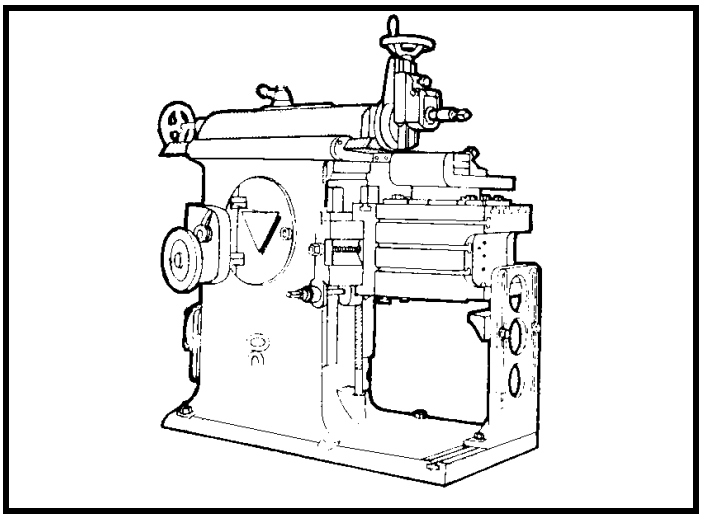


15. ¿Qué tipo de herramienta se utiliza en la limadora?

16. Con la ayuda de un gráfico explique en pocas palabras, en qué consiste el movimiento colisa-manivela.

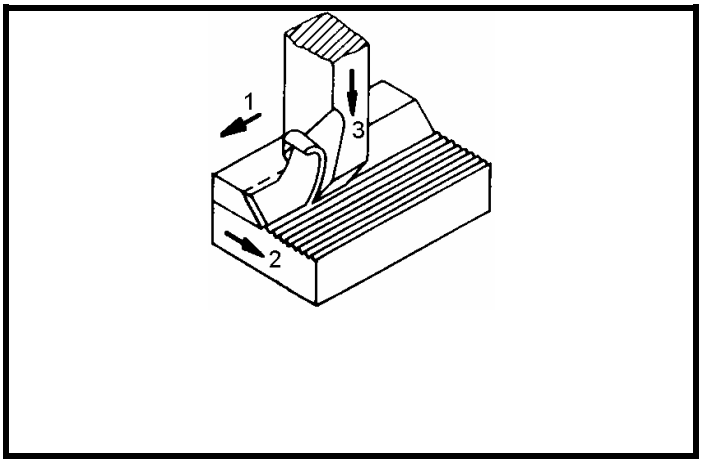
EVALUACIÓN

1. En el siguiente gráfico indique las partes principales de una limadora, desígnelas con una letra.



a) cabezal
b) .....
c) .....
d) .....
e) .....
f) .....
g) .....
h) .....
i) .....

2. En el gráfico a continuación, indique los movimientos principales de la cuchilla e indíquelos en el gráfico.



1. .....
2. .....
3. .....

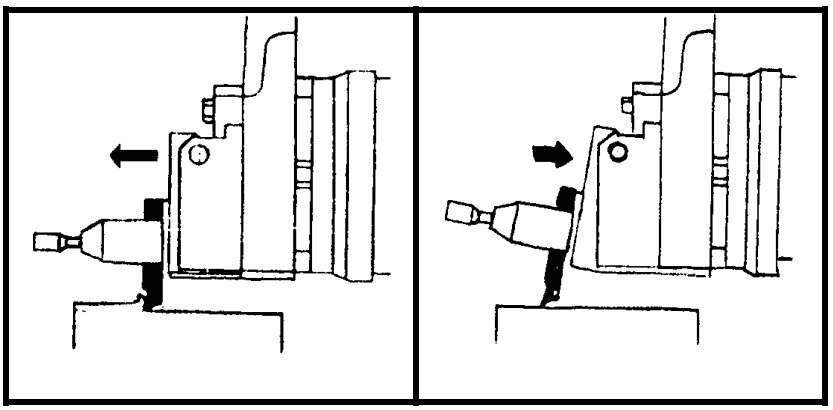
3. A la izquierda de cada proposición escriba una (V) si el contenido es verdadero o una (F) si el contenido es falso.
   ( ) 1. La limadora es una máquina que permite el mecanizado exterior de piezas prismáticas.
   ( ) 2. El movimiento de corte lo tiene la pieza.
   ( ) 3. El movimiento de penetración lo tiene la herramienta.

( ) 4. La bancada de las máquinas es de fundición.
( ) 5. La mesa porta piezas no puede inclinarse para ciertos trabajos.
( ) 6. La máquina tiene una sola velocidad.
( ) 7. Las piezas a ser mecanizadas van sujetas a la mesa en entenallas.
( ) 8. En la operación de cepillado existe el perfilado de superficies.

4. Indique brevemente el orden a seguir para la mecanización de una pieza en la limadora.

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

5. En el gráfico que tenemos a continuación indique qué es lo que evitamos con el siguiente movimiento que realiza la cuchilla en la máquina.



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

24. EL TRABAJO EN LA RECTIFICADORA

24.1. GENERALIDADES

Al trabajo que se realiza en las rectificadoras se le denomina *RECTIFICACIÓN* o *RECTIFICADO*.

El rectificado consiste en eliminar, por medio de una muela abrasiva, pequeños espesores de materia en aquellas piezas previamente mecanizadas en otras máquinas herramientas, hasta darles unos acabados que no se pueden conseguir mediante las maquinas herramientas de arranque de viruta por corte.

24.2. LAS MUELAS ABRASIVAS[78]

Las muelas abrasivas o herramientas poli cortantes, como se las conoce, están formadas por granos abrasivos que están unidos por medio de un aglomerante.

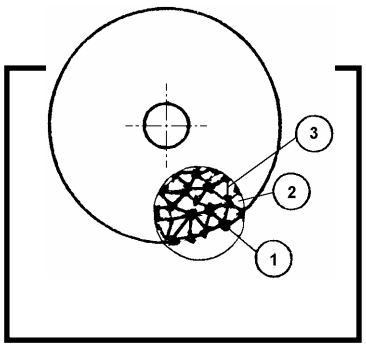


Fig. 24.1

Componentes de una muela abrasiva:

1. Granos abrasivos
2. Poros
3. Aglomerante

[78] **Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp. 296-304**

El trabajo de corte de las muelas puede compararse al de una herramienta de corte múltiple en la que cada uno de los numerosos granos, actúa como una cuchilla simple, con arranque de una porción muy pequeña de material.

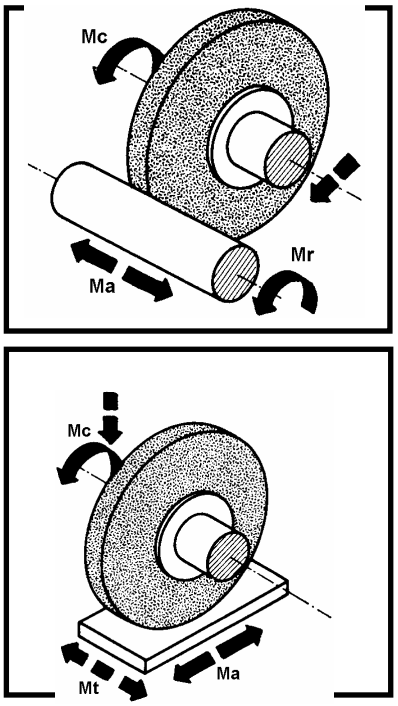


Fig. 24. 2 El trabajo de corte de las muelas

Dicho trabajo se produce girando la muela a gran velocidad mientras la pieza está sometida a dos tipos de movimientos que son:

en el rectificado de piezas cilíndricas:

- rotativo
- rectilíneo longitudinal

y en el rectificado plano:

- rectilíneo longitudinal
- rectilíneo transversal

24.2.1. FORMAS Y DIMENSIONES DE LAS MUELAS[79]

La forma de las muelas depende del MECANIZADO que se vaya a realizar, que pueda ser:

- Rectificado Cilíndrico Interior.
- Rectificado Cilíndrico Exterior.
- Rectificado Plano.

Además depende de la pieza que se debe mecanizar.
Las piedras más empleadas se presentan en la figura siguiente:

[79] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 242-248**

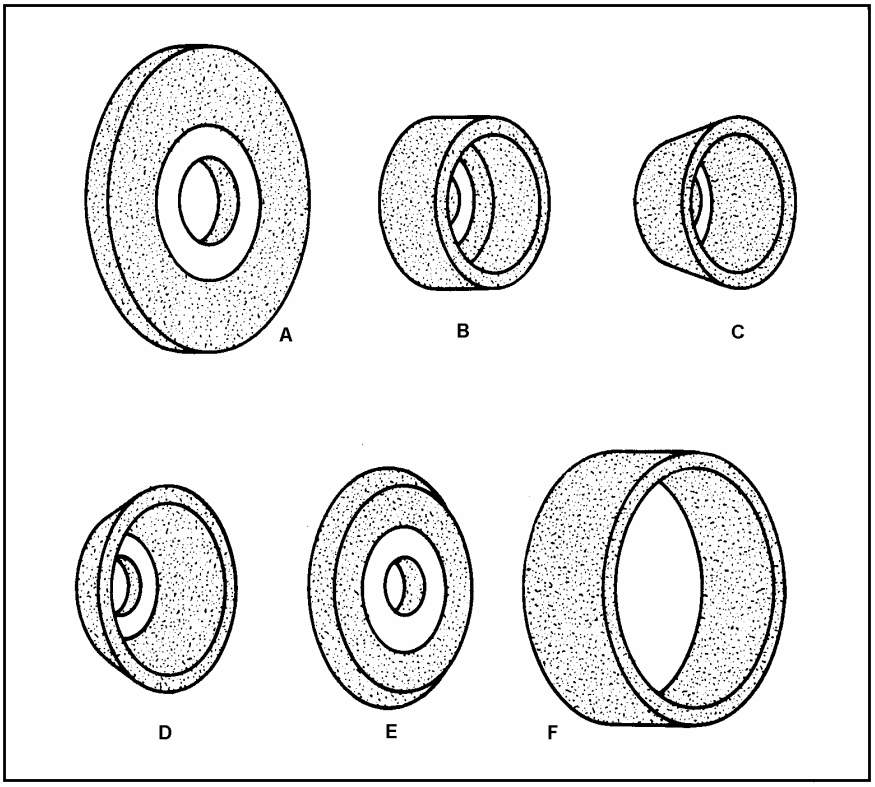


Fig. 24.3

A. *Muela Plana* B. *Muela de Copa Recta* C. *Muela de Copa Cónica*
D. *Muela de plato* E. *Muela Biselada* F. *Muela Cilíndrica*

Las dimensiones de las muelas pueden variar dentro de unos límites muy amplios y dependen de:

- Las características y capacidad de la máquina.
- Tipo de mecanizado a efectuar.
- De la forma geométrica de la propia muela.

Como norma general es aconsejable utilizar muelas del diámetro máximo permitido por la operación, ya que de esta forma se asegura una mejor disponibilidad de granos abrasivos activos.

Las dimensiones características de todas las muelas, expresadas en milímetros, son:

- El diámetro exterior *D*.
- El espesor *S*.
- El diámetro del agujero *d*.

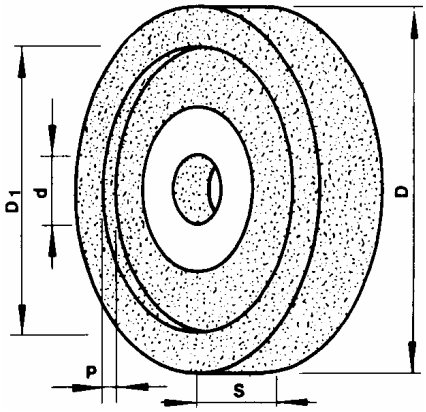


Fig. 24.4 Dimensiones de las muelas

A estas dimensiones fundamentales pueden añadirse otras que son:

- Diámetro de rebaje D_1.
- Profundidad de rebaje *P*.

24.2.2. EQUILIBRADO DE LAS MUELAS[80]

Por regla general, las muelas presentan cierta excentricidad en sus agujeros, un ligero error de paralelismo entre sus caras y una densidad irregular en toda su masa, debidas a la propia naturaleza del producto y al proceso de fabricación empleado.

La consecuencia de ello es que las muelas estén desequilibradas. Emplear una muela desequilibrada tiene muchos inconvenientes porque la fuerza centrifuga no compensada provoca vibraciones que se transmite a la máquina y en último término, al trabajo efectuado.
El resultado es una perdida de precisión y en casos extremos se puede llegar a la rotura de la muela.
El objeto del equilibrado consiste en la distribución uniforme de la masa de la muela alrededor de su eje de giro. Normalmente, solo se efectúa a partir de los 250... de diámetro.

[80] **Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp. 114-124**

El equilibrado, estático de la muela se realiza con ayuda del útil de la figura y de unos contrapesos móviles que llevan las bridas o platos porta muelas (Fig. 24.6). Estos contrapesos en número par (ordinariamente en dos o cuatro) encajan en una ranura circular del plato y se fijan en la posición deseada mediante un tornillo que los obliga a presionar contra los laterales de su alejamiento.

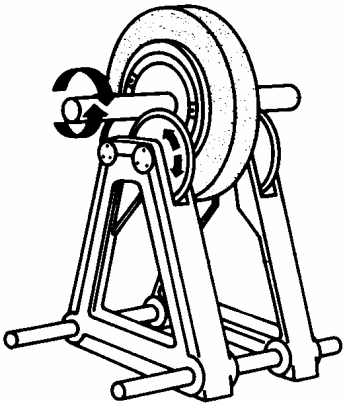


Fig. 24.5 Aparato para el equilibrado estático de las muelas

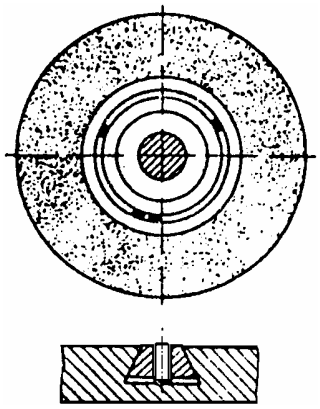
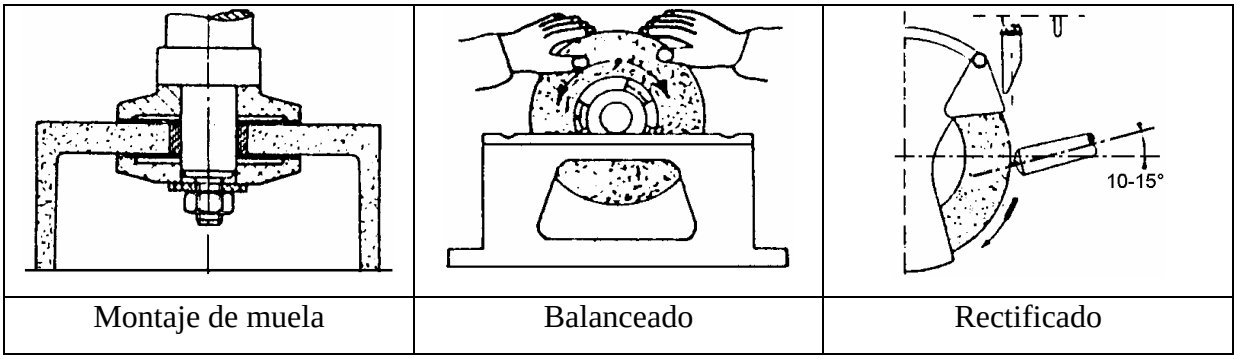


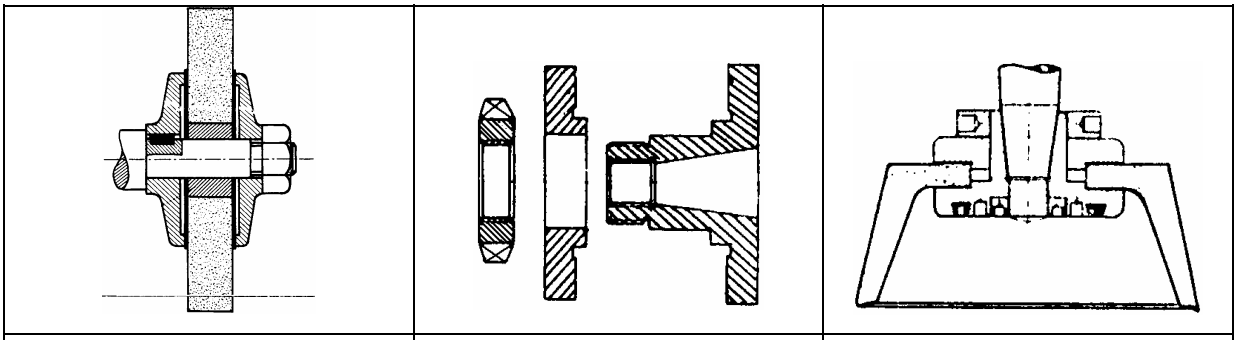
Fig. 24.6 Contrapesos móviles para el equilibrado de la muela



Montaje de muela	Balanceado	Rectificado

Fig. 24.7

Fuente: Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp 115



Montaje sobre eje	Cuerpo intercambiable	Montaje de la muela de copa

Fig. 24.8

Fuente: Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp 119

24.3. RECTIFICADO EN LA RECTIFICADORA TANGENCIAL

Adoptan este nombre, porque tienen el eje porta muelas, horizontal y la muela actúa en forma tangencial montada en uno de sus extremos. Las operaciones que se realizan en estas rectificadoras son:

- *Rectificado de superficies planas verticales*

Es bastante frecuente el rectificado de superficies planas verticales (piezas en forma de T, U, etc.) que deben mecanizarse perfectamente perpendiculares a las caras horizontales.

En tal caso, suele recurrirse al lateral de la muela, rectificándola cuidadosamente con el útil diamantado para que quede perpendicular al plano horizontal teórico.

Algunos autores recomiendan el empleo de las muelas plano cilíndrico con biselado cónico hacia el interior opuesto. Para su puesta a punto basta un raspado tangencial; sin embargo, su rendimiento es menor y se estropea el filo con frecuencia.

Para que el empalme de las superficies sea perfecto es necesario emplear ranuras de salida de muela.

Rectificado de perfiles regulares

El rectificado de reglas de sección regular puede hacerse en la rectificadora plana tangencial, instalando la pieza en el divisor universal. De ordinario, la pieza se monta entre puntos, especialmente si es larga; en este caso se dispone también de apoyos intermedios que no entorpezcan el trabajo y cuya misión es equivalente a la de las lunetas.

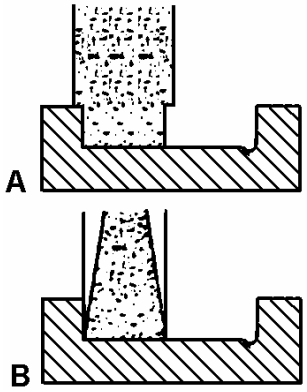


Fig. 24.13 Rectificado longitudinal de perfiles regulares

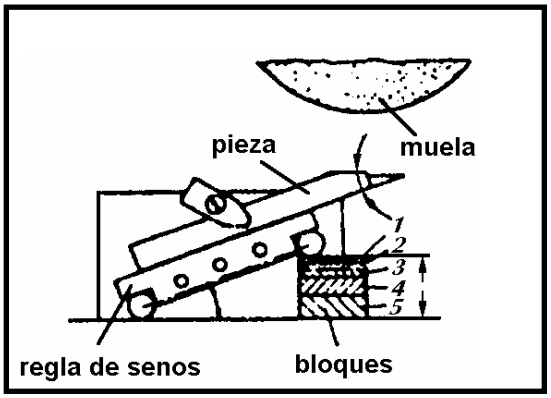


Fig. 24.14 Rectificado de una superficie inclinada

24.3.1. MOVIMIENTOS DE TRABAJO

Los movimientos de trabajo en la rectificadora tangencial son:

- Movimiento de corte Mc — Que lo posee la muela que gira sobre su propio eje.
- Movimiento de avance o de alimentación Ma-Mt — Ma: Rectilíneo longitudinal poseído por la pieza o por la muela según las características de la maquina. Mt: Es intermitente, por cuanto la pieza o la muela se desplaza lateralmente, a pequeños saltos, al final de cada carrera.
- Movimiento de penetración Mp — Lo presenta la muela; es rectilíneo e intermitente y determina la profundidad de pasada.

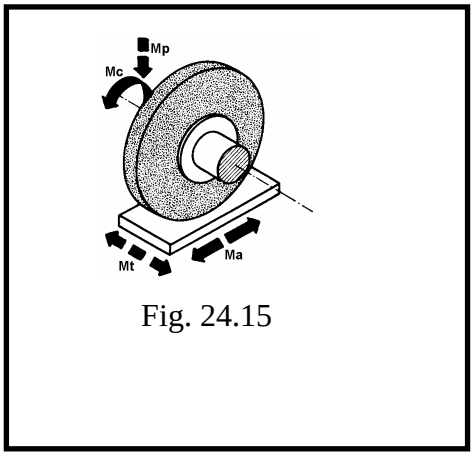


Fig. 24.15

24.3.2. SUJECIÓN DE LAS PIEZAS EN EL RECTIFICADO TANGENCIAL.

Las piezas a ser rectificadas deben soportar la fuerza de corte que produce la muela y para ello se puede utilizar:

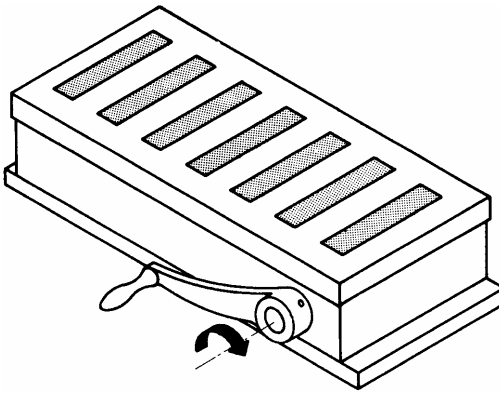


Fig. 24.16 Plato Magnético

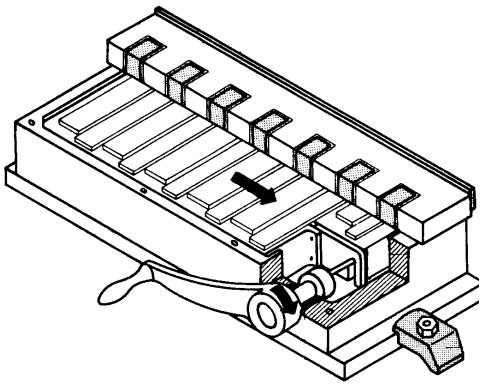


Fig. 24.17 Plato Magnético de forma prismática

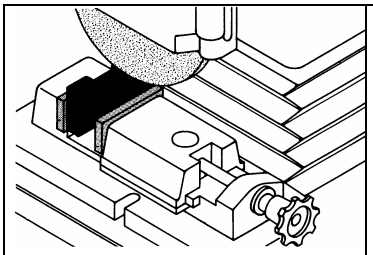


Fig. 24.18 Tornillo de mordazas (entenalla de rectificar)

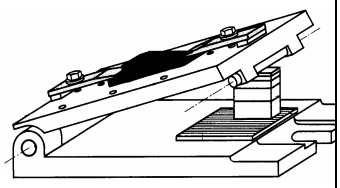


Fig. 24.19 Mesa Inclinable

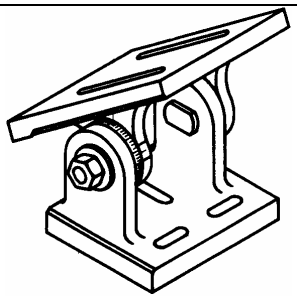
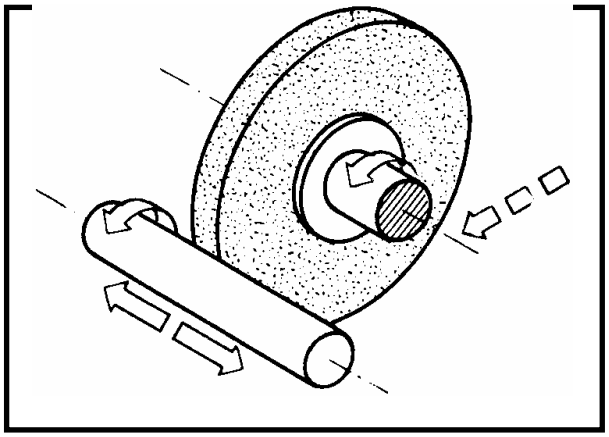


Fig. 24.20 Mesa de Senos

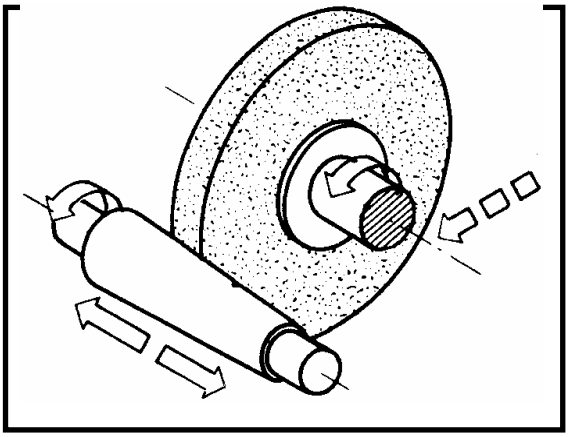
24.4. RECTIFICADO EN RECTIFICADORA CILÍNDRICA UNIVERSAL.

Las operaciones que normalmente se realizan en la rectificadora cilíndrica son:

- Rectificado exterior de superficies cilíndricas.
- Rectificado exterior de superficies cónicas.
- Rectificado interior de superficies cilíndricas.
- Rectificado interior de superficies cónicas.

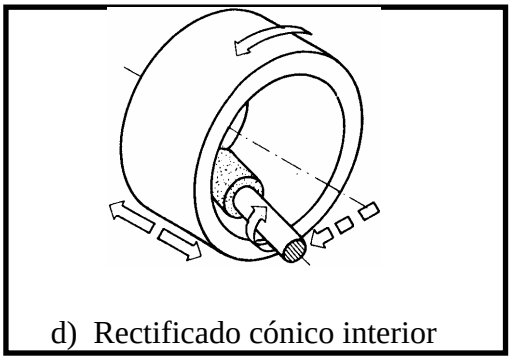


a) Rectificado cilíndrico exterior



b) Rectificado cónico exterior

c) Rectificado cilíndrico interior



d) Rectificado cónico interior

24.4.1. MOVIMIENTOS DE TRABAJO

En cualquiera de las operaciones citadas, los movimientos de trabajo tienen la siguiente composición:

- Movimiento de corte Mc — Que lo posee la muela que gira sobre su propio eje.
- Movimiento de avance o de alimentación Mr-Ma — Mr: Rotativo, poseído por la pieza que se mecaniza.

  Ma: Rectilíneo longitudinal poseído por la pieza que se mecaniza.
- Movimiento de penetración Mp — Lo presenta la muela, es rectilíneo e intermitente.

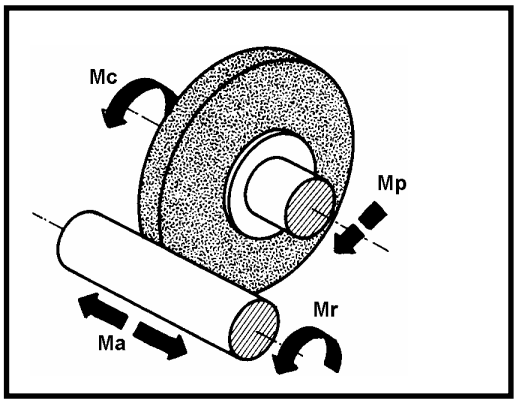


Fig. 24.21

24.4.2. SUJECIÓN DE LAS PIEZAS EN EL RECTIFICADO CILÍNDRICO

Las piezas pueden sujetarse a través de:

- Entre puntos.
- En pinza elástica.
- En plato universal.
- En plato y punto, etc.

24.5.1 CONDICIONES DE TRABAJO EN LA RECTIFICADORA CILÍNDRICA UNIVERSAL

Cuando analizamos la velocidad de corte (velocidad relativa del punto de la pieza que esta en contacto con la muela), aparecen dos movimientos de rotación:

- El de la muela.
- El de la pieza.

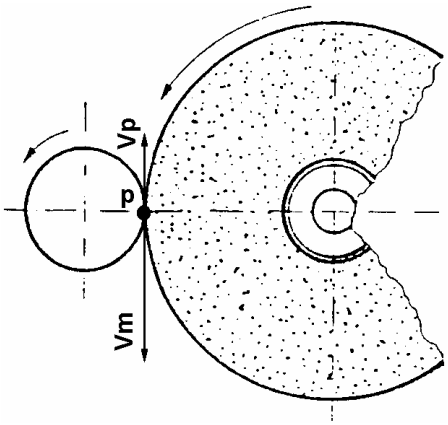


Fig. 24.22

Que tienen el mismo sentido.

Por ello la velocidad de corte será igual a la suma de las velocidades de muela y de la pieza, ya que los vectores que representan dichas velocidades en el punto P, aparecen en sentido opuesto.

Entonces, si: Vc = Velocidad de corte

Vm = Velocidad periférica de la muela

Vp = Velocidad periférica de la pieza

Se tiene:

$$Vc = Vm + Vp, (m/seg)$$

Es necesario que la pieza y la muela giren en el mismo sentido pues de lo contrario se producirá un rectificado defectuoso.

Por otro lado:

$$Vm = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60 \cdot 1000} \, m/seg$$

En donde:

d = diámetro de la muela en mm.

N = revoluciones por minuto de la muela.

y se puede calcular N con la siguiente formula:

$$N = \frac{60.100 \cdot Vm}{\pi \cdot d} \, rev/min$$

NOTA: Generalmente la velocidad periférica de las muelas viene indicada en las etiquetas de fabricación de las mismas y su aplicación es de gran importancia.

En cuanto a la velocidad periférica de la pieza (Vp) se calcula como sigue:

$$Vp \frac{\pi \cdot d \cdot N^{1}}{1000} m/\min.$$

Siendo:

Vp = Velocidad periférica de la pieza.

d = Diámetro de la pieza en mm.

N = Número de revoluciones de la pieza/minuto.

Se tiene:

$$N = \frac{1000 \cdot Vp}{\pi \cdot d}$$

TABLAS: 1, 2, 3

La elección de la velocidad periférica de la pieza depende de factores como:

- *La clase de operación*
- *El material a rectificar.*

AVANCE EN EL RECTIFICADO CILÍNDRICO.

Se llama avance al desplazamiento longitudinal de la pieza, por vuelta de la misma.

- Magnitud del avance m/rev
- Velocidad del avance m/min

Está en función del avance/rev y del número de revoluciones de la pieza.

Los valores del avance de la mesa, por revoluciones de la pieza, dependen del espesor S de la muela empleada, siendo valores normales:

De 0,5 a 0,8 de S para el desbaste
De 0,1 a 0,25 de S para el acabado.

Entonces como conclusión se tiene:

- Avance de la mesa m/revoluciones de la pieza *a*
- Revolución/minuto de la pieza *N*
- Espesor de la muela *S*

La formula para calcular la velocidad de avance de la mesa es:

$$Va = a \times N \quad en\ m/min$$

PROFUNDIDAD DE PASADA

Es el espesor de material que arranca la muela a cada pasada sobre la pieza. La profundidad de pasada depende, entre otros, de los siguientes factores:

- Potencia disponible en la muela
- Potencia disponible en la pieza
- Rigidez de la máquina
- Tipo de operación
- Material a rectificar
- Características de la muela, etc.

En la siguiente tabla se dan algunos valores orientativos de la profundidad de pasada, en milímetros, para el rectificado cilíndrico exterior:

TABLA # 24.1 VALORES PARA LA PROFUNDIDAD DE PASADA[81]

MATERIAL	DESBASTE	ACABADO
Acero al carbono (sin tratar)	0.03 - 0.06	0.005 - 0.02
Acero templado	0.02 - 0.06	0.005 - 0.01
Fundición	0.08 - 0.16	0.02 - 0.05
Latón y bronce	0.125 - 0.25	0.02 - 0.10
Aluminio	0.15 - 0.25	0.02 - 0.10

Para el rectificado cilíndrico interior se tienen valores menores que van desde 0.005 y 0.01mm, para el desbaste; y 0.002 a 0.004mm para el acabado.

[81] **Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp.332-336**

Como se ve, los valores de profundidad de pasada son muy pequeños, lo cual hace difícil el que se pueda precisar esos valores en una sola pasada, por lo que se suelen dar varias pasadas de la muela por cada movimiento de penetración.

Es decir se dan varias pasadas de la muela con valor $P = 0$

En el rectificado tangencial o plano, estos valores pueden ser:

De 0.01 a 0.1mm para desbaste.

De 0.005 a 0.008mm para acabado.

NÚMERO DE PASADAS POR MINUTO DE LA MESA EN EL RECTIFICADO CILÍNDRICO

Se calcula dividiendo la velocidad de avance de la mesa, entre la longitud de la pasada (*2L*) es decir:

$$n = \frac{Va}{2L}$$

$\Rightarrow$ *Va*: Velocidad de avance de la mesa m/min.

$\Rightarrow$ *2L*: Longitud de la pasada (Ida y vuelta).

La longitud de la pieza *L*, es igual a la mitad de la longitud de la pasada, puesto que en rectificado cilíndrico se hace salir la muela de la pieza aproximadamente la mitad del espesor de la propia muela.

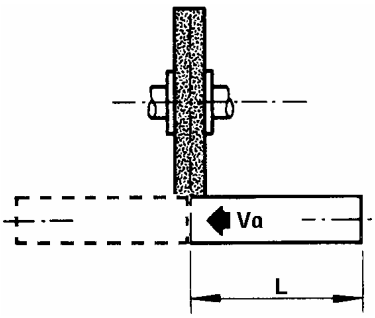


Fig.24.23

24.5.2. CONDICIONES DE TRABAJO EN LA RECTIFICADORA PLANA O TANGENCIAL

La velocidad longitudinal de la mesa porta piezas depende de factores como:

- El material a trabajar.
- Características de la muela abrasiva.
- Profundidad de pasada.

En la tabla # 24.2 aparecen valores orientativos en metros/minuto, para diferentes materiales de piezas a rectificar.

TABLA # 24.2 VALORES ORIENTATIVOS EN M/MIN

MATERIAL	VELOCIDAD LONGITUDINAL DE LA PIEZA, Vp, m/min.
Acero al carbono	6-15
Acero aleado	5-12
Fundición gris	8-15
Bronce, latón	10-16
Aleaciones ligeras	14-25
Metales duros	3-51

AVANCE EN EL RECTIFICADO TANGENCIAL O PLANO.

Avance en el rectificado tangencial es el desplazamiento transversal de la mesa o de la muela. Los avances por cada pasada de la mesa (ida y vuelta) oscilan entre estos valores aproximados:

De 8 a 30mm para el desbaste
De 3 a 8 mm para el semi acabado
De 0.5 a 3 mm para el acabado

Como regla general se dice, que el avance o desplazamiento transversal de la mesa o muela; será igual o menor al espesor de la muela.

NÚMERO DE PASADAS POR MINUTO DE LA MESA EN EL RECTIFICADO TANGENCIAL.

La velocidad de avance vendrá determinada, a su vez, por el número de pasadas que dé la mesa en su movimiento alternativo, y el número de pasadas lo determinaremos mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{1000 \cdot Vp}{2\,(L + 40)}\ (\text{pasadas / min.})$$

en la que:

n = Número de pasadas por minuto.
Vp = Velocidad de desplazamiento de la mesa, en m/min.
L + 40 = Longitud de la pieza + salida de la muela.

Entonces tenemos que la velocidad de avance en m/min será:

$$Va = \frac{n \cdot a}{1000}\ (m / min)\ \text{o bien} \qquad Va = \frac{a \cdot Vp}{2(L + 40)}\ (m / min)$$

Con lo que:

Va = Velocidad de avance en m/min.
n = Número de pasadas por minuto de la mesa.
a = Avances en mm/pasada

TABLA # 24.3[82]. Velocidad periférica, máxima admisible para los diferentes tipos de muelas, según su grado de dureza y su aglomerante.

TIPO DE MUELA	MUELAS VITRIFICADAS Y AL SILICATO			MUELAS ELÁSTICAS RESINOIDES		
	Blandas m/s	Medias m/s	Muy duras m/s	Blandas m/s	Medias m/s	Muy duras m/s
Muelas rectas y biseladas	25	30	35	32	40	48
Muelas de copa recta	22	25	27	30	38	46
Muelas de copa cónica y de plato	22	27	30	30	40	48

TABLA # 24.4. Velocidades periféricas, mínimas y máximas recomendadas para la abrasión de distintos materiales

Clase de abrasión	Material	Velocidades periféricas en m/s
Abrasión cilíndrica exterior	Acero sin tratar	29-33
	Acero templado	20-28
	Fundición, bronce, latón	20-30
	Metal duro	8
Abrasión cilíndrico interior	Acero sin tratar	10-29
	Acero templado	7-20
	Fundición, bronce, latón	8-20
	Metal duro	8
Abrasión plano	Acero sin tratar	28-33
	Acero templado	20-27
	Fundición, bronce, latón	20-30
	Metal duro	8
Abrasión de herramientas	Acero rápido	23-30
	Metal duro	12

[82] **Peláez Vara Jesús, Máquinas Herramientas, pp. 314-319**

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. ¿En qué cosiste el Rectificado?

2. ¿Qué es una muela abrasiva?

3. ¿Cuáles son los elementos constitutivos de una muela abrasiva?

4. Definir y representar esquemáticamente los movimientos de trabajo en la rectificadora tangencial.

5. Complete el siguiente cuadro, colocando el tipo de sujeción que corresponde a cada una de las figuras mostradas anteriormente

Figura A	
Figura B	
Figura C	
Figura D	
Figura E	

6. Calcular el número de pasadas por minuto para la pieza del ejercicio de la página anterior.

7. Se desea realizar un rectificado en desbaste en una pieza cilíndrica, de acero al carbono que tiene 40 mm. de diámetro por 200 mm. de longitud, con una muela plana de un espesor de 25 mm. Calcular:

- Velocidad de avance que necesita la operación.
- Profundidad de pasada.

25. RUEDAS DENTADAS

25.1. GENERALIDADES

DEFINICIÓN: Como las ruedas de fricción, también las ruedas dentadas son mecanismos que sirven para transformar y transmitir el movimiento de rotación continuo, entre dos ejes situados a una distancia limitada.

La característica principal de las ruedas dentadas, es la de poseer unos dientes, los mismos que impiden cualquier resbalamiento y permiten:

1. Realizar una transmisión con relación constante.

2. Transmitir esfuerzos periféricos de cualquier tipo, de acuerdo con la resistencia de los materiales empleados.

La transmisión, por medio de ruedas dentadas con respecto a la posición de los ejes puede ser entre:

- ejes paralelos;
- ejes concurrentes;
- ejes que se cortan;

TRANSMISIÓN ENTRE EJES PARALELOS[83]

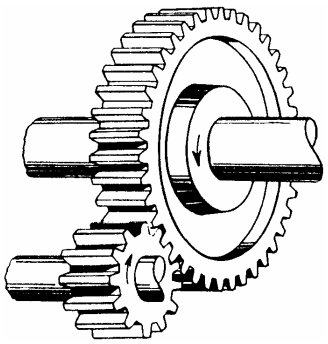
Estas transmisiones comprenden:

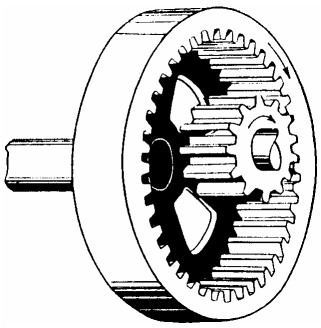
⇒ Las ruedas cilíndricas con dientes_rectos o simplemente ruedas cilíndricas rectas.
⇒ Las ruedas cilíndricas con dientes helicoidales simples.
⇒ Las ruedas cilíndricas con dientes de doble helicoidal.
⇒ Las ruedas cilíndricas con dientes cicloidales.

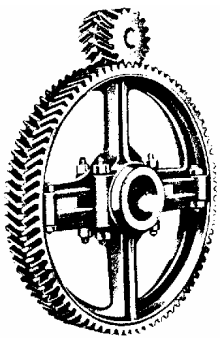
[83] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 190-197**

Ejemplos: En las figuras siguientes va a encontrar diferentes tipos de ruedas cilíndricas con dientes rectos, exterior, interior, helicoidales, doble helicoidal y un par ruedas cilíndricas cicloidales que es lo más reciente en transmisiones modernas.

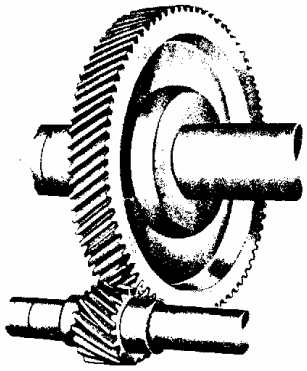
Exteriores *Interiores* *Bihelicoidal*







Helicoidal *Cicloidal*



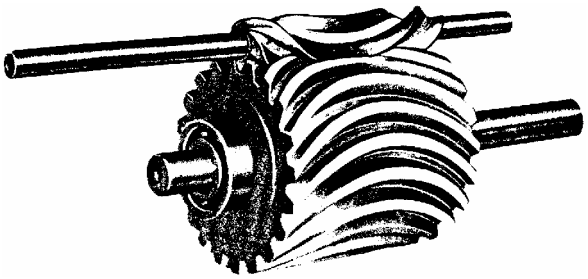


Fig. 25.1

En todos los pares de ruedas vistos, la relación de las velocidades angulares es siempre constante.

RUEDAS CILÍNDRICAS DE DIENTES RECTOS

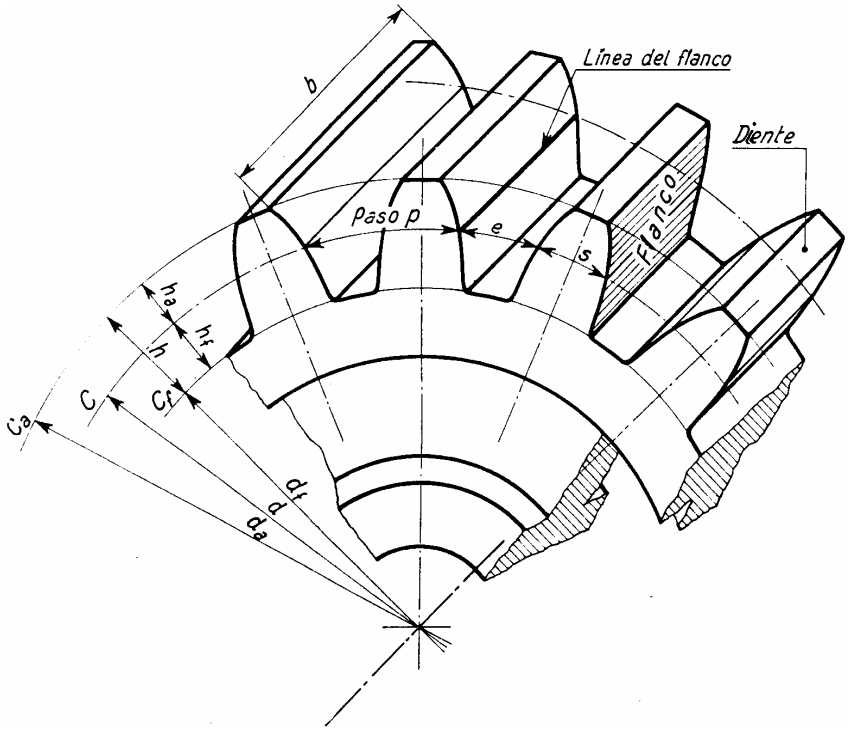


Fig. 25.2

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 192

25.2. ELEMENTOS DE UNA RUEDA DENTADA (figura 1):

Rueda dentada. Es el órgano dentado destinado a transmitir a otra, o a recibir de esta, por acción de los dientes sucesivos en contacto, el movimiento circular.

Dentadura. Es el conjunto de dientes de una rueda.

Circunferencia primitiva C. Es la intersección del cilindro primitivo con un plano perpendicular al eje de la rueda.

Diámetro primitivo d. Es el diámetro de la circunferencia primitiva.

Dedendum hf. Es la distancia radial entre la circunferencia interior y la primitiva.

Flanco o cara. Es la superficie lateral del diente.

Perfil del diente. En la rueda dentada cilíndrica, es la intersección del flanco izquierdo y derecho del diente con un plano perpendicular al eje de rotación de la rueda.

Cabeza o cresta. Es la superficie lateral del diente que está sobre la circunferencia primitiva.

Espesor transversal s. Es la longitud del arco de

Circunferencia exterior Ca. Es la intersección del cilindro exterior, con un plano perpendicular al eje de la rueda.

Diámetro exterior da. Es el diámetro de la circunferencia exterior.

Circunferencia inferior Cf. Es la intersección del cilindro interior con un plano perpendicular al eje de la rueda.

Diámetro interior df. Es el diámetro de la circunferencia interior de pié.

Altura del diente h. Es la distancia radial entre la circunferencia exterior y la interior.

Addendum ha. Es la distancia radial entre la circunferencia exterior y la primitiva.

la circunferencia primitiva, comprendido entre dos perfiles de un diente.

Vano transversal e. Es la longitud del arco de la circunferencia primitiva, comprendido entre dos vanos consecutivos.

Pié. Es la superficie lateral del diente que está debajo de la circunferencia primitiva.

Paso transversal p. Es la distancia medida sobre la circunferencia primitiva, comprendida entre dos ejes consecutivos.

Módulo transversal m. Es la relación entre el paso transversal p, expresado en mm., y el número π(pi); ó también puede ser la relación entre el diámetro primitivo d, en mm. y el número de dientes z; entonces:

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z}$$

25.3. VARIACIÓN DEL MÓDULO

Módulos a preferirse
0,5 1 1,25 1,5 2 2,5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 32 4 50
Módulos posibles
0,75 1,125 1,375 1,75 2,25 2,75 3,5 4,5 5,5 7 9 11 14 18 22 28 36 45
Módulos a evitarse
3,25 3,75 6,5

De la definición se resuelve qué $m = p/\pi = d/z$

$$d = m \times z \qquad \text{y} \qquad p = \pi \times m$$

donde;

p = paso;
z = número de dientes; y
$p\ z$ será la longitud de la circunferencia primitiva igual a $\pi\ d$; donde se obtiene:

$$p\ z = \pi\ d$$

TABLA 25.1 PROPORCIONAMIENTO DE LOS DIENTES[84]

Elementos de la rueda	En base al módulo m	En base al paso p
Addendum	ha = m	ha = 0,3 p
Dedendum	hf = 7/6 m	hf = 0,4 p
Altura del diente	h = ha + hf = 13/6 m	h = ha + hf = 0,7 p
Diámetro exterior	da = d + 2m	da = d + 2 x 0,3 p
Diámetro interior	df = d - 2 x 7/6 m	df = d - 2 x 0,4 p
Ancho del diente	b = (8 : 12) m	b = (2 : 4) p
Ancho medio	b = 10 m	b = 3,2 p
Espesor del diente	s = p/2	s = 48/100 p
Vano del diente	e = s = 0,5 p	e = 52/100 p

ENGRANAJES - TREN DE ENGRANAJES

Engranajes. Es aquel mecanismo elemental constituido por dos ruedas dentadas, una de la cuales da el movimiento a la otra por medio de los dientes sucesivamente en contacto.

Tren de engranajes. Es la combinación de engranajes que forman una cadena cinemática.

Intereje (a). Es la semisuma de los diámetros primitivos de las dos ruedas (Fig. 25.3).

[84] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 211-222**

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

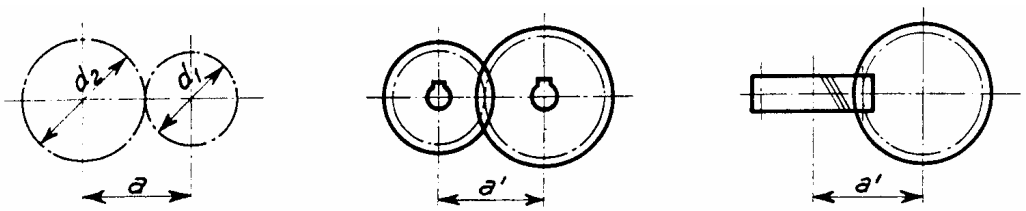


Fig. 25.3

Piñón. Es la rueda de un engranaje con número de dientes menor.

Rueda. Es la rueda de un engranaje con un número de dientes mayor.

Rueda motriz o conductora. Es aquella rueda que transmite el movimiento.

Rueda conducida.- Es aquella rueda que recibe el movimiento, de la motriz.

ELEMENTOS DE UN TREN DE ENGRANAJES[85]

Los elementos principales de un tren de engranaje son:

- Las velocidades angulares (ω)
- Los diámetros (d)
- El número de dientes (z)

Indicaremos con lo siguiente:

Con letras minúsculas	ω_1 - ω_2 - ω_3	las velocidades angulares;
Con letras minúsculas	d_1 - d_2 - d_3	los diámetros primitivos;
Con letra minúsculas	z_1 - z_2 - z_3	el número de dientes;

Asignaremos también con índices impares 1 - 3 - 5 a los elementos de las ruedas conductoras o motrices y con índices pares 2 - 4 - 6 a los elementos de las ruedas conducidas.

[85] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 199-207**

TREN DE ENGRANAJES REDUCTOR

"Es aquel tren de engranajes en el cuál la velocidad angular de la última rueda conducida es menor que la velocidad angular de la primera rueda conductora" (Fig. 25.4).

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_4}$$

$$i = \frac{z_2 \times z_4 \times z_6}{z_1 \times z_3 \times z_5} \quad ; \quad i \rangle 1$$

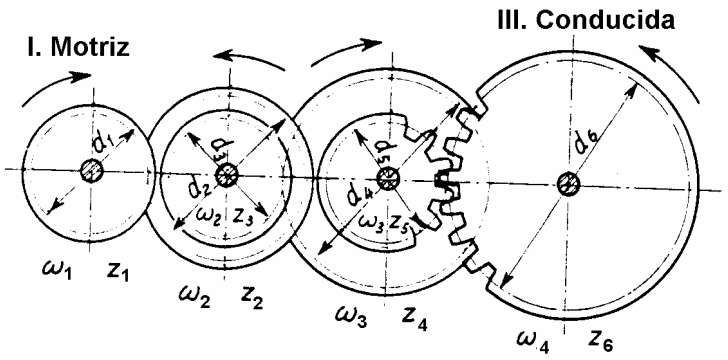


Fig. 25.4

TREN DE ENGRANAJES MULTIPLICADOR

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_4}$$

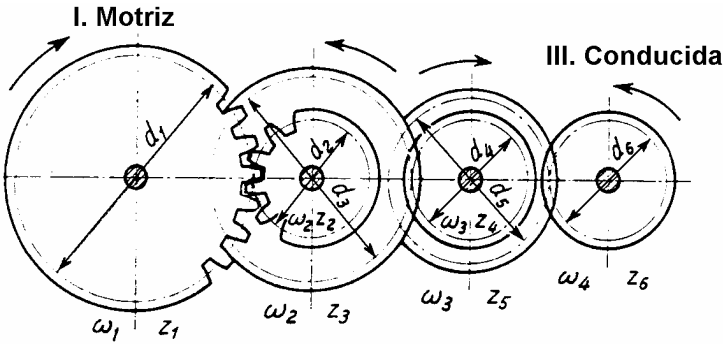


Fig. 25.5

"Es aquel tren de engranajes en el cuál la velocidad angular de la última rueda conducida es mayor que la velocidad angular de la primera rueda conductora" (Fig. 25.5).

$$i < 1$$

ENGRANAJES SIMPLES

Comprenden los engranajes reductores y los engranajes multiplicadores.

ENGRANAJES REDUCTORES.- Son aquellos engranajes en el cuál la velocidad angular de la rueda conducida es menor que la velocidad angular de la rueda conductora o rueda motriz (Fig. 25.6).

$$\omega 2 < \omega 1$$

ENGRANAJES MULTIPLICADOR. Es aquel engranaje en el cuál la velocidad angular de la rueda conducida es mayor que la velocidad angular de al rueda motriz (Fig. 25.7).

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

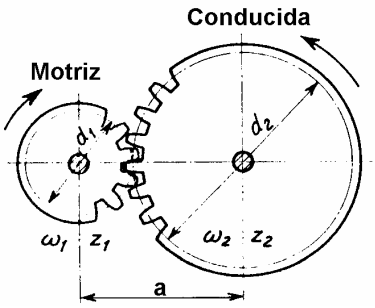


Fig. 25.6

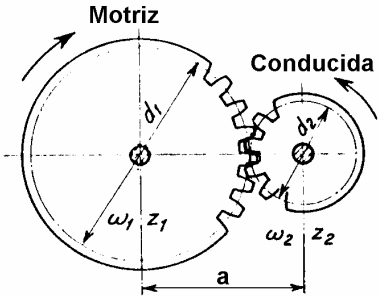


Fig. 25.7

25.4. RELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS DE UN ENGRANAJE

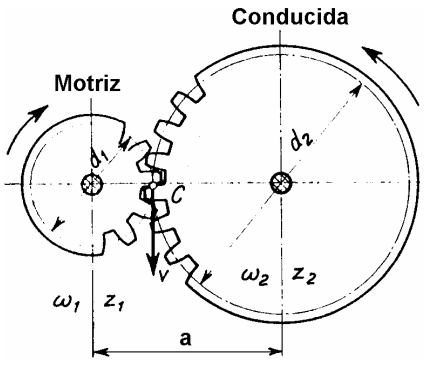


Fig. 25.8

Fuente: Tomás Vidondo, Tecnología Mecánica 2-1, pp 220

25.4.1. RELACIÓN ENTRE LOS DIÁMETROS Y LAS VELOCIDADES ANGULARES

La velocidad periférica del punto C de la rueda motriz es: $v=\omega_1\frac{d_1}{2}$

La velocidad periférica del punto C (Fig. 25.8) de la rueda conducida es: $v'=\omega_2\frac{d_2}{2}$

Como no hay resbalamiento será:

$v = v'$ por lo tanto: $\omega_1 \times \frac{d_1}{2} = \omega_2 \times \frac{d_2}{2}$ ***simplificando***

$$\omega_1 \times d_1 = \omega_2 \times d_2$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

$$d_1 : d_2 = \omega_2 : \omega_1$$

En un engranaje cilíndrico los diámetros de las dos ruedas son inversamente proporcionales a las respectivas velocidades angulares.

25.4.2. RELACIÓN ENTRE LOS DIÁMETROS Y EL NÚMERO DE DIENTES

Observamos que las dos ruedas dentadas pueden engranar entre sí, solo si tiene el mismo paso, luego podemos decir:

Para la rueda conductora.... $\pi \cdot d_1 = p \cdot z_1$

Para la rueda conducida..... $\pi \cdot d_2 = p \cdot z_2$

Dividiendo miembro a miembro se obtiene:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2}$$

$$d_1 : d_2 = z_1 : z_2$$

En un engranaje cilíndrico, los diámetros son directamente proporcionales a los respectivos números de dientes.

25.4.3. RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE DIENTES Y LA VELOCIDAD ANGULAR

La primera relación nos da: $d_1 : d_2 = \omega_1 : \omega_2$

La segunda relación tenemos: $d_1 : d_2 = z_2 : z_1$ decimos qué;

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_1}{z_2}$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

En un engranaje cilíndrico, los números de dientes son inversamente proporcionales a las respectivas velocidades angulares.

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

La relación de transmisión de un engranaje es igual a la relación entre la velocidad angular de la rueda motriz o conductora y de la rueda conducida.

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

a. Relación de transmisión de un engranaje reductor. ω_1 mayor que ω_2

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad ; \quad i \rangle 1$$

b. Relación de transmisión de un engranaje multiplicador. ω_1 menor que ω_2

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad ; \quad i \langle 1$$

Ejemplo: El intereje del engranaje cilíndrico reductor directo, indicado en la figura es de 750 mm.; y la relación de transmisión de engranaje es 2. Determinar los elementos del engranaje y las dimensiones del dentado, sabiendo que la rueda se va a construir con una fresa de módulo 10 y que la velocidad periférica debe ser de 8 m/s.

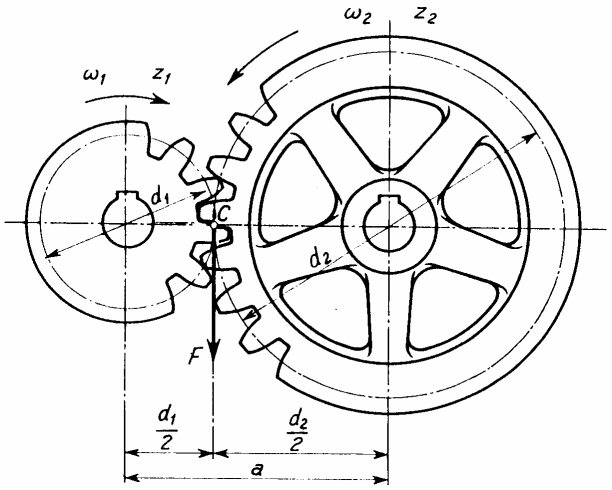
Datos:

a = 750 mm.

i = 2

m = 10

v = 8 m/s



1. Determinación del diámetro primitivo:

$$\begin{cases} \dfrac{d_1}{2}+\dfrac{d_2}{2}=a \\ \dfrac{d_2}{d_1}=i \end{cases} \qquad \begin{cases} \dfrac{d_1}{2}+\dfrac{d_2}{2}=750 \\ \dfrac{d_2}{d_1}=2 \end{cases} \qquad \begin{cases} d_1+d_2=1500 \\ d_2=2d_1 \end{cases}$$

$$\boldsymbol{d}_1 + \boldsymbol{d}_2 = 1500$$

$$\boldsymbol{d}_1 + 2\boldsymbol{d}_1 = 1500$$

$$3\boldsymbol{d}_1 = 1500$$

$$\boldsymbol{d}_1 = 500 \text{ mm.}$$

$$\boldsymbol{d}_2 = 2\boldsymbol{d}_1$$

$$\boldsymbol{d}_2 = 2 \text{ x } 500 = 1000m$$

2. Determinación del número de dientes:

Para la motriz

$$m = \frac{d_1}{z_1}$$

$$z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{500}{10}$$

$$z_1 = 50$$

Para la conducida

$$m = \frac{d_2}{z_2}$$

$$z_2 = \frac{d_2}{m} = \frac{1000}{10}$$

$$z_2 = 100$$

Control: $$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{100}{50} = 2$$

3. Determinación de la velocidad angular:

Para la motriz

$$v = \omega_1 \frac{d_1}{2}$$

$$\omega_1 = \frac{2v}{d_1} = \frac{2 \times 8}{0{,}5}$$

$$\omega_1 = 32 \ rad/s$$

Para la conducida

$$v = \omega_2 \frac{d_2}{2}$$

$$\omega_2 = \frac{2v}{d_1} = \frac{2 \times 8}{1}$$

$$\omega_2 = 16 \ rad/s$$

Para la motriz

Paso: $p = \pi \cdot m$

$p = 3{,}14 \times 10$

$p = 31{,}4$ mm.

Diámetro exterior

$da_1 = d_1 + 2m$

$da_1 = 500 + 2 \times 10$

$da_1 = 520$ m

Diámetro interior

$df_1 = d_1 - 2 \times \frac{7}{6} m$

$df_1 = 500 - 2 \times \frac{7}{6} \times 10$

$df_1 = 476{,}7$ mm.

Altura del diente

$h = ha + hF$

$h = m + \frac{7}{6} m$

$h = 10 + \frac{7}{6} \times 10$

$h = 21{,}6$ mm.

Longitud media del diente

$b = 10$ m

$b = 10 \times 10$

$b = 100$ mm.

Espesor del diente

$s = \frac{48}{100} p$

$s = \frac{48}{100} \times 31{,}4$

$s = 15{,}07$ mm.

Vano del diente

$e = p - s$

$e = 31{,}4 - 15{,}07$

$e = 16{,}33$ mm.

Para la conducida

Paso: $p = \pi \cdot m$

$p = 3{,}14 \times 10$

$p = 31{,}4$ mm.

Diámetro exterior

$da_2 = d_2 + 2m$

$da_2 = 1000 + 2 \times 10$

$da_2 = 1020$ m

Diámetro interior

$df_2 = d_2 - 2 \times \frac{7}{6} m$

$df_2 = 1000 - 2 \times \frac{7}{6} \times 10$

$df_2 = 976{,}7$ mm.

Altura del diente

$h = ha + hF$

$h = m + \frac{7}{6} m$

$h = 10 + \frac{7}{6} \times 10$

$h = 21{,}6$ mm.

Longitud media del diente

$b = 10$ m

$b = 10 \times 10$

$b = 100$ mm.

Espesor del diente

$s = \frac{48}{100} p$

$s = \frac{48}{100} \times 31{,}4$

$s = 15{,}07$ mm.

Vano del diente

$e = p - s$

$e = 31{,}4 - 15{,}07$

$e = 16{,}33$ mm.

UNIFORMIDAD Y CONTINUIDAD DEL MOVIMIENTO

Una buena transmisión mediante ruedas cilíndricas de ejes paralelos se debe a dos propiedades fundamentales:

La uniformidad y la continuidad del movimiento

La uniformidad del movimiento

Se dice que una transmisión entre ruedas cilíndricas de ejes paralelos se efectúa con uniformidad, cuando el movimiento circular uniforme de la motriz se transforma y se transmite a la conducida con movimiento circular uniforme.

La uniformidad del movimiento es posible si las velocidades periféricas v_1 y v_2 de las dos ruedas en el punto de contacto C con iguales.

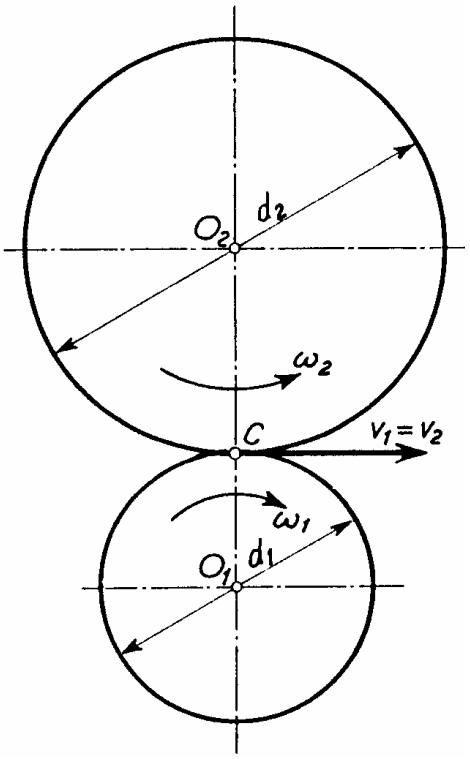


Fig. 25.9

Conducida

Motriz

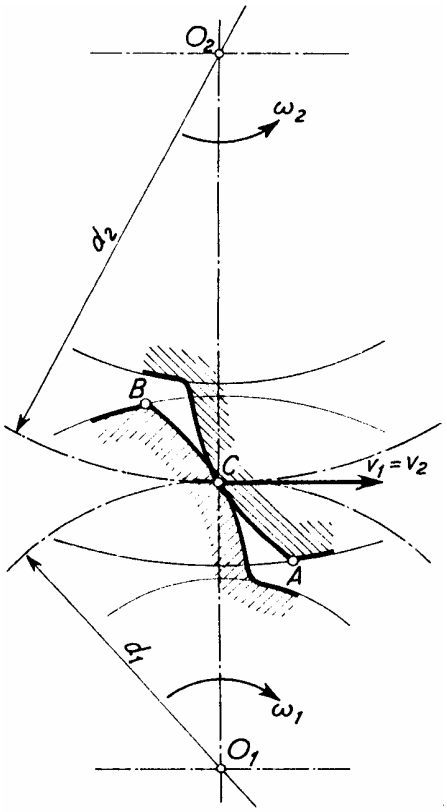


Fig. 25.10

25.5. CONSTANTE DE LA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN[86]

En las ruedas de fricción la constante de la relación de transmisión, está asegurada (Fig. 8).

El punto de contacto *C* se encuentra siempre sobre la recta de los centros O_1 - O_2 y las distancias $d_1/2$ y $d_2/2$ no varían.

En los engranajes cilíndricos (fig. 25.9) el punto de contacto *C* se desplaza continuamente y periódicamente al pasar de los diferentes dientes y puede tomar todas las posiciones entre A y B.

También las distancias C-O_1 y C-O_2 varían periódicamente, así como la relación de transmisión sigue la misma variación periódica. Pero para la uniformidad del movimiento sobemos que la relación de transmisión no puede variar.
Para asegurar la constancia de la relación de transmisión también en las ruedas dentadas, es necesario que el perfil de los dientes sea construido de manera que la perpendicular común a las dos superficies de contacto pasa siempre por el punto primitivo *C* (fig. 25.11)

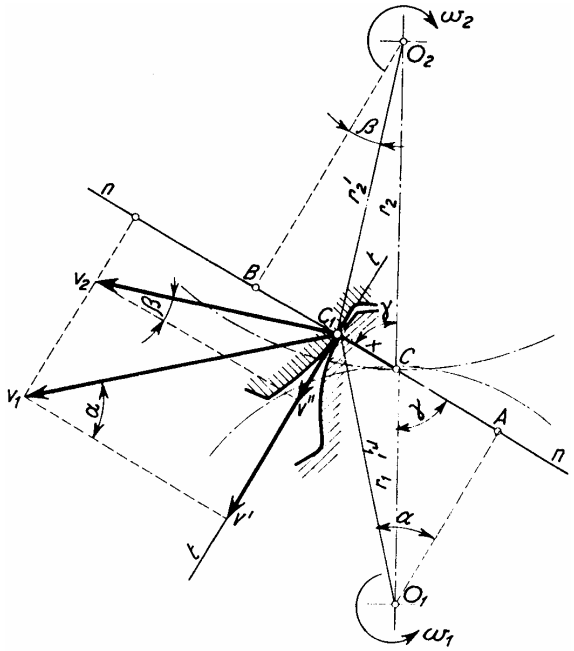


Fig. 25.11

[86] **Vidondo Tomás, Tecnología Mecánica 2-1, pp. 226-232**

25.6. VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO:

El punto de contacto C_1, varía continuamente, la velocidad de deslizamiento será "*vt*" y "*x*" será la distancia variable entre *C* y C_1 (fig. 25.10).

$$vt = (\omega 1 + \omega 2)\, x$$

$$vt = (\omega 1 - \omega 2)\, x \text{ ; para ruedas interiores}$$

La velocidad de deslizamiento a lo largo del perfil de los dos dientes en contacto es proporcional a la distancia x del punto C_1, al punto primitivo *C* y es nula solo cuando $x = 0$, cuando C_1 coincida con *C*.

Los espacios recorridos son proporcionales a las respectivas velocidades, este deslizamiento es dañino, será necesario estudiar a manera de disminuir la longitud del diente sin perjudicar la continuidad del movimiento.

25.7. LA CONTINUIDAD DEL MOVIMIENTO:

Se dice que la transmisión de ruedas cilíndricas entre ejes paralelos se efectúa de manera continua cuando el movimiento circular uniforme de la rueda motriz, se transforma o se transmite a la rueda conducida siempre en el mismo sentido y sin variaciones bruscas de las velocidades periféricas.

Ruedas de fricción.- La única condición necesaria para asegurar la continuidad del movimiento entre las dos ruedas de fricción es que las dos superficies cilíndricas primitivas sean presionadas entre sí con una presión suficiente para transmitir y mantener el movimiento circular.

Ruedas dentadas.- Para asegurar la continuidad del movimiento entre dos ruedas dentadas es necesario que los dientes en contacto no se dejen antes que los dientes sucesivos entren en contacto. La longitud del contacto debe ser mayor que el paso. La longitud de contacto depende de los radios primitivos del Addendum del diente y la forma de los dientes.

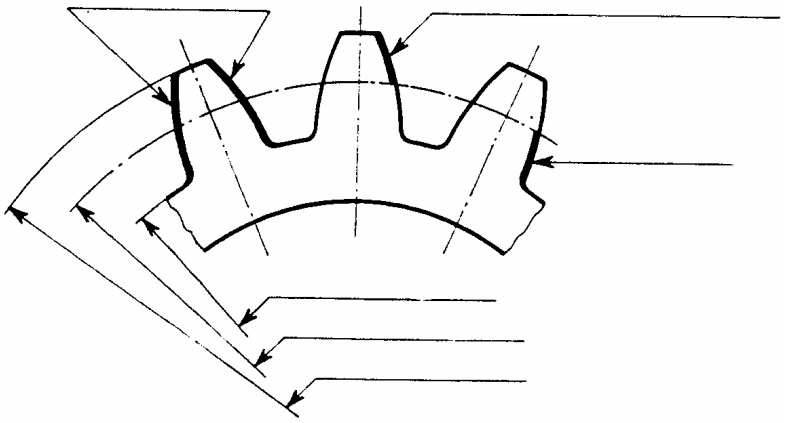
Forma de los dientes.- Los dientes deben tener un perfil tal que permita garantizar la uniformidad y continuidad del movimiento.

Se pueden construir una variedad infinita de perfiles útiles. Es suficiente fijar el perfil de una de las dos ruedas y construir el de la otra como desarrollo generado por el perfil de la primera en su movimiento relativo alrededor de la segunda rueda.

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Visite el taller de Mecánica Industrial y revise en las diferentes máquinas que allí existen, los mecanismos que tengan ruedas dentadas, anote en le cuaderno la función que desempeñan y su aplicación.

2. En el gráfico situado a continuación, indique en los espacios correspondientes los elementos de la rueda dentada.



3. Complete la siguiente frase:

En todos los pares de ruedas dentadas, la relación de las velocidades angulares es siempre

4. Dada una rueda dentada de dientes rectos, mida con el calibrador los elementos principales de la rueda.

5. En un engranaje de tornillo con una entrada, la velocidad del tornillo es de 150 rad/s. Determinar la velocidad angular de la rueda helicoidal de 50 dientes. Considerar el caso de dos entradas.

6. Calcular la velocidad de avance de un carro portaherramientas de un torno movido por un tornillo con paso de 10 mm. Y velocidad angular de 2 rad/s

7. Un ciclista corre sobre una bicicleta. La rueda montada sobre eje de los pedales tiene 35 dientes, el piñón solidario con la rueda motriz tiene 10 dientes y el diámetro de la rueda motriz es de 70 cm. Calcular la velocidad del ciclista, conociendo que da 90 pedaladas al minuto.

8. Formando grupos de tres estudiantes realice los siguientes ejercicios:

- Determinar el número de dientes de una rueda con diámetro de 240 mm y módulo 6.

- Determinar todos los elementos de una rueda dentada de 55 dientes con módulo 8.

- La distancia entre los ejes de transmisión es 300 mm. Determinar los diámetros de las ruedas dentadas cilíndricas con relación de transmisión 1:2.

- La distancia entre los ejes de dos ruedas dentadas es 400 mm y la relación de transmisión 1:3. Determinar todos los elementos del engranaje y de los dientes conociendo que la velocidad periférica es 12 m/s y el módulo es 6.

- La distancia entre los ejes de dos ruedas dentadas interiores es de 150 mm y la relación de transmisión es de 5:2. Determinar todos los elementos del engranaje y de los dientes conociendo que la velocidad periférica es de 8 m/s y que el módulo es 4.

- Un piñón de 18 dientes engrana con una cremallera. determinar el avance de la cremallera después de una vuelta de piñón, el módulo es 5.

EVALUACIÓN

- Escriba en el espacio indicado los tipos de transmisión que se dan para las ruedas dentadas entre ejes paralelos.

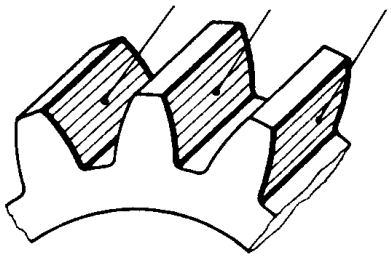
  .....

  .....

  .....

  .....

- El dibujo abajo indicado representa parte de una rueda dentada, escriba los nombres en dicho dibujo.



- ¿Qué es una rueda dentada?

  Una rueda dentada es un órgano dentado destinado a transmitir a otra o a recibir de éste por acción de ..... sucesivos en contacto.

- Una dentadura es un conjunto de dientes de una rueda ..... F V

- ¿El Addendum es igual al módulo? ..... Si .....No

- ¿La suma del Addendum más el Dedendum es igual a la altura del diente?

  ..... SI ..... NO

- Los Países que siguen el sistema inglés, en vez de usar el sistema métrico decimal usan el:

  ..... como módulo, y
  ..... como el paso

- ¿Cómo quedarán las fórmulas definitivas para el módulo y el paso?, complete las fórmulas correspondientes.

- Un tren de engranajes es un conjunto de ..... que forma una .....

- Escriba los elementos de un tren de engranajes

  ..... ; ..... ;
  .....

- El tren de engranajes reductor es aquel en que la velocidad angular de la última rueda conducida es ..... que la velocidad angular de la primera rueda conductora.

- En un tren multiplicador el número del revoluciones de la última rueda es ..... que la primera rueda conductora.

- ¿Las velocidades periféricas en las transmisiones de ruedas dentadas son iguales?

  ..... F V

- ¿Las velocidades angulares en las transmisiones de ruedas dentadas son diferentes?

  ..... SI ..... NO

- En la relación de transmisión de un engranaje. ¿Cómo están relacionados los diámetros con el número de dientes?.

$$i = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

- Para que exista la uniformidad es necesario que la relación de transmisión sea:

variable ..... constante .....

- En las ruedas de fricción la constancia de la relación de transmisión está asegurada, porque el punto de contacto *C* se encuentra siempre sobre la recta de los centros O_1 - O_2 y las ..... no varían.

- La única condición necesaria para asegurar la continuidad del movimiento entre las dos ruedas de fricción es que las dos superficies cilíndricas primitivas sean .....
  .....
  .....

- ¿En las ruedas dentadas, para asegurar la continuidad del movimiento es necesario que la longitud de contacto de los dientes sea mayor que el paso?.

V ..... F .....

26. PERFIL A EVOLVENTE

El perfil de evolvente fue propuesto por Euler y es el perfil más usado, debido a las ventajas que presenta con respecto al perfil cicloide.

Definición. La evolvente es aquella curva descrita por un punto M de una recta r, que se desliza sin resbalar sobre una circunferencia fija, llamada base de la evolvente o circunferencia evoluta.

26.1. TRAZADO [87]

Se divide la circunferencia base en un cierto número de partes iguales, teniendo presente que la precisión es tanto mayor, cuando en más partes se divide la circunferencia.

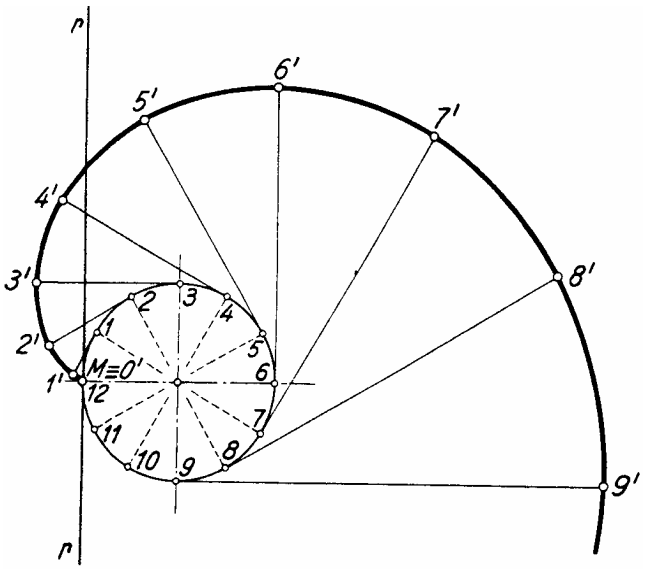


Fig. 26.1

Fuente: Tomás Vidondo, Tecnología Mecánica 1-2, pp 201

Se trazan las tangentes pasantes por los puntos de división 1-2-3, etc.

Se trazan sobre estas tangentes los correspondientes arcos de manera que:

[87] **Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica 1-2, pp. 201-206**

$\overline{1\text{-}1'} = \overset{\frown}{1\text{-}M}$ $\overline{2\text{-}2'} = \overset{\frown}{2\text{-}M}$ $\overline{3\text{-}3'} = \overset{\frown}{3\text{-}M}$, etc.

Para construir la evolvente se procede de la siguiente forma:

Se centra en 1 y se traza el arco 0'-1'
Se centra en 2 y se traza el arco 1'-2'
Se centra en 3 y se traza el arco 2'-3' ..... y así sucesivamente.

Conclusión.- En las ruedas dentadas con perfil a evolvente, todos los puntos de contacto, se desplazan sobre la recta que pasa por el punto primitivo C, y es tangente a las circunferencias evolutas de las dos ruedas.

Línea de acción.- Es la línea formada por los sucesivos puntos de contacto de los dos perfiles, en el caso nuestro es una línea recta, lo llamaremos:
Recta de acción o Recta de presión

El empuje de un diente sobre el otro se ejerce según la perpendicular común a las superficies en contacto. Dicha perpendicular corresponde con la línea de acción que es rectilínea y entonces se podrá decir:

En las ruedas dentadas con perfil a evolvente, el empuje que el diente de la motriz ejerce sobre el diente de la conducida, tiene dirección constante.

26.2. ÁNGULO DE PRESIÓN

Se llama ángulo de presión, al ángulo que forma la tangente común a los dos perfiles de los dientes con la recta que une los centros de los engranajes, o bien, el ángulo que forma la dirección de la fuerza que en un diente ejerce sobre otro con la tangente común a las dos circunferencias primitivas (Fig. 26.2).

Para que el movimiento se transmita regularmente es necesario que la dirección de dicha fuerza pase por el punto común de las dos circunferencias primitivas, que es común también a la recta que une los centros de los engranajes.

En el dentado de evolvente, dicho ángulo es el mismo en las distintas posiciones que va tomando el diente al engranar.

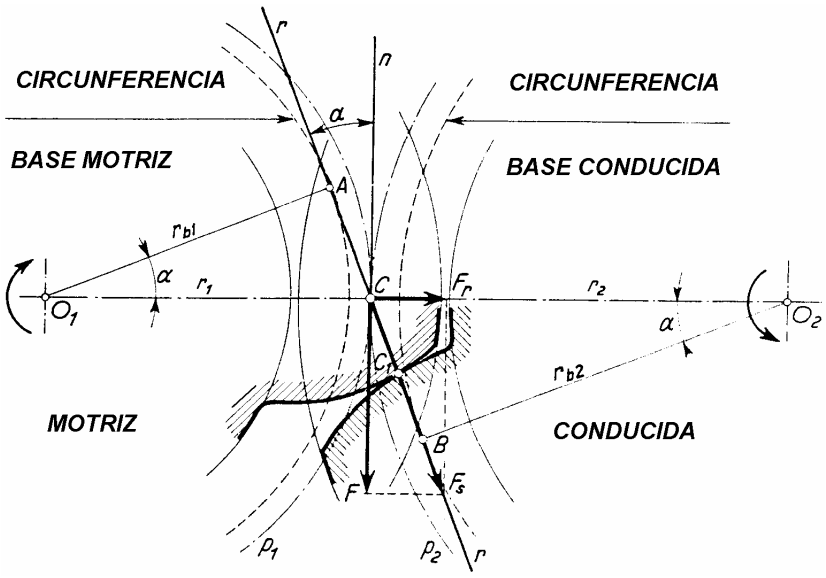


Fig. 26.2

TRAZADO DEL PERFIL DE EVOLVENTE

Trazado teórico.- En vista de que los trazados de las ruedas conductoras y conducidas son independientes, nos referiremos al trazado del diente de la rueda motriz.

r_1 = radio de la circunferencia,

m = módulo,

α = ángulo de presión,

$rb_1 = r_1 \cos\alpha$ el radio de la circunferencia evoluta,

$r_1 + m$ = el radio exterior del diente,

$r - 7/6\ m$ = radio interior del diente.

Fijemos el valor de r_1 y m y hacemos variar α para poder estudiar su influjo.

Según la amplitud del ángulo se nos pueden presentar tres casos:

$$rb_1 < r_1 - \frac{7}{6} m \qquad rb_1 = r_1 - \frac{7}{6} m \qquad rb_1 > r_1 - \frac{7}{6} m$$

***Primer caso**:* El radio de la circunferencia base es menor que el radio de la circunferencia del pie del diente.

$rb_1 < r_1 - 7/6\ m$

Para trazar el perfil del diente se procede así:

- Se traza la circunferencia primitiva con radio r_1
- Se traza la circunferencia exterior con radio $r_1 + m$
- Se traza la circunferencia interior con radio $r_1 - \frac{7}{6} m$
- Se traza el radio base $rb_1 < r_1 - \frac{7}{6} m$

Desde el punto C se traza la recta generadora t-t tangente a la circunferencia base. Se traza la evolvente por medio de arcos de circunferencia; así:

El arco C-1 con centro en 1’	El arco C-5 con centro en 5’
El arco 1-2 con centro en 2’	El arco 5-6 con centro en 6’
El arco 2-3 con centro en 3’	El arco 6-7 con centro en 7’
El arco 3-4 con centro en 4’	El arco 7-8 con centro en 8’
hacia la izquierda	hacia la derecha

Observando la fig. 26.3 vemos que el arco de evolvente pasa por la circunferencia del pie del diente, por lo tanto:

Todo el perfil del diente está constituido por un arco de evolvente

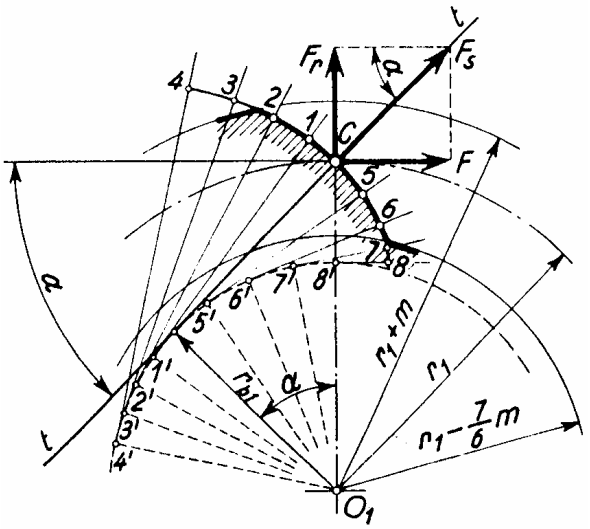


Fig. 26.3

***Segundo caso**:* El radio de la circunferencia base es igual al radio de la circunferencia del pie del diente.

$$rb_1 = r_1 - \frac{7}{6} m$$

Se repite el mismo procedimiento que del caso anterior, el arco de evolvente se queda en la circunferencia de base*; todo el perfil del diente está constituido por un arco de evolvente* (Fig. 26.4).

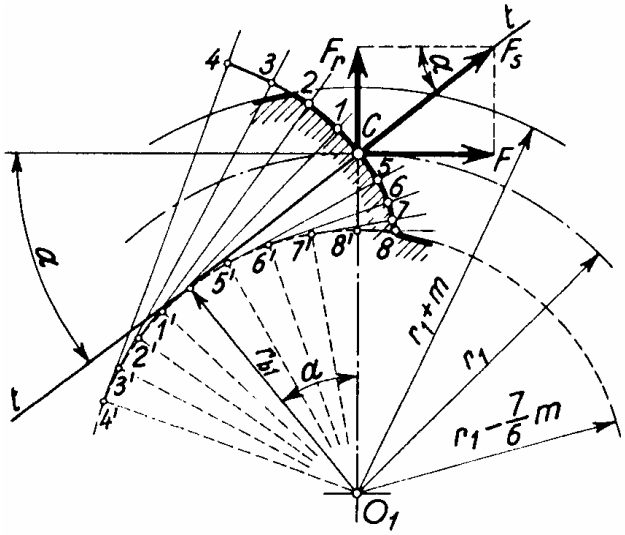


Fig. 26.4

Fuente: Tomas Vidondo, Tecnología Mecánica 1-2, pp 204

Tercer caso: El radio de la circunferencia base es mayor que el radio de la circunferencia del pie del diente.

$$rb_1 > r_1 - \frac{7}{6} m$$

Se repite el mismo procedimiento del primer caso hasta la circunferencia de base en este caso :

El perfil del diente está constituido por un arco de evolvente hasta la circunferencia de base y por un trazo radial rectilíneo en el intervalo comprendido entre la circunferencia de base y la circunferencia del pie del diente (fig. 26.5).

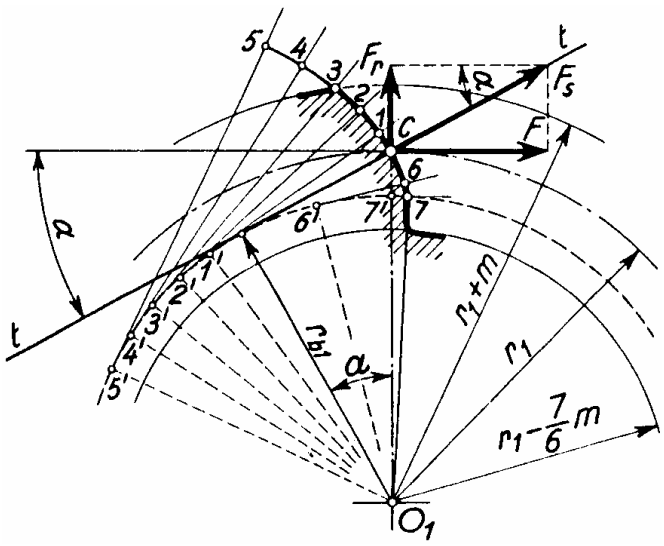


Fig.26.5

Fuente: Tomas Vidondo, Tecnología Mecánica 1-2, pp 209

26.3. **TRAZADO PRÁCTICO.-** Como para las ruedas cicloidales, también para las ruedas dentadas con perfil a evolvente es posible trazar con mucha aproximación el perfil del diente mediante arcos de circunferencia, sin

perjudicar el principio teórico del perfil conjugado. Hay varios métodos existentes, entre ellos están :

- El método de un solo arco de circunferencia.
- El método Grant.

26.3.1. EL MÉTODO DE UN SOLO ARCO DE CIRCUNFERENCIA

Es conveniente solamente cuando

$$rb_1 < r_1 - \frac{7}{6} m$$

En la figura 6 está indicado el trazado del perfil con un solo arco con ángulo $\alpha = 15°$ Ahora se prefiere un ángulo de presión de 20° porque confiere un diente de mayor resistencia y favorece la eliminación de la interferencia.

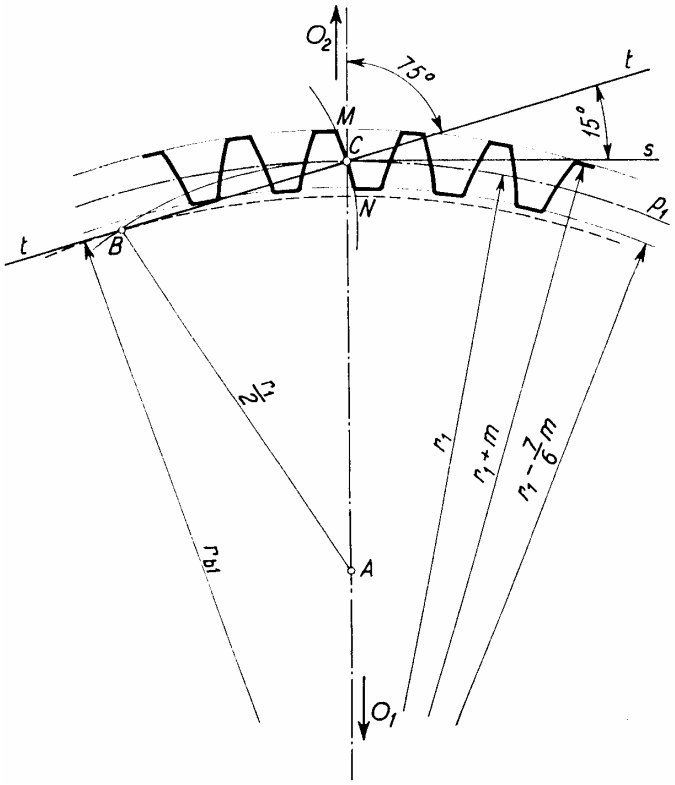


Fig. 26.6

26.3.2. PROCEDIMIENTO:

Se trazan

La circunferencia primitiva con centro en O1 de radio r_1

La circunferencia exterior con centro en O1 de radio $r_1 + m$

La circunferencia de pie con centro en O1 de radio $r_1 - \frac{7}{6} m$

Desde el punto primitivo C de dos circunferencias primitivas se traza la recta de acción t-t según el ángulo de presión de 15° respecto a la recta s perpendicular a la recta O1 - O2.

Desde el centro O1 se traza la perpendicular a la recta t-t y se describe la circunferencia base de radio rb_1.

Esta circunferencia base indicada en trazos, representa la longitud del centro de los arcos relativos al perfil del diente.

Para saber el radio constante necesario para trazar todos los perfiles, se centra en el punto medio A, del radio r_1 en la recta O1- O2 y con radio $r_{1/2}$, se describe el arco que partiendo de C, encuentra la circunferencia base en el punto B.

El segmento de recta B-C es el radio constante requerido y el arco MCN representa el perfil del diente pasante por C.
Se debe dividir la circunferencia primitiva en relación al paso y al espesor del diente con radio constante BC es fácil determinar los demás trazos de los restantes perfiles.

Observamos que en una rueda con radio primitivo r_1 y un ángulo de presión dado, el radio $rb_1 = r_1 \cos \alpha$ de la circunferencia base es constante, porque son constantes r_1 y el ángulo de presión; mientras que el radio r1 - 7/6 m de la circunferencia del pie del diente, disminuye al crecer el módulo m;

$$m = \frac{d_1}{z} = \frac{2r_1}{z}$$

El módulo m aumenta al disminuir el número de dientes z; se puede concluir que:

Disminuyendo el número de dientes más allá de un determinado límite el radio de base será:

$$rb_1 > r_1 - 7/6\ m$$

En este caso el perfil estará formado por dos arcos de circunferencia uno para el flanco en addendum y el otro por el flanco en dedendum hasta la circunferencia base, mas un trazo radial rectilíneo hasta la circunferencia del pie del diente. La construcción gráfica es más complicada, es mejor usar el método Grant.

26.3.3. MÍNIMO NÚMERO DE DIENTES[88]

Sí en la a = m x ponemos x = 1 tenemos que a = m, el proporcionamiento del diente resulta normal por lo tanto no tenemos corrección .

Pero si en la fórmula general ponemos x = 1, obtenemos:

$$\frac{2\rho}{Z_1} = -1 + \sqrt{1 + (\rho^2 + 2\rho)\,\mathrm{sen}^2\,\alpha} \qquad \textit{despejando } Z_1$$

$$Z_1 = \frac{2\rho}{-1 + \sqrt{1 + (\rho^2 + 2\rho)\,\mathrm{sen}^2\,\alpha}}$$

Que representa la fórmula del mínimo número de dientes de una dentadura normal y sin interferencia.

Ejemplo: Calcular el mínimo número de dientes de un engranaje que tiene una relación de transmisión de 1 y un ángulo de presión de 20°.

Datos:

---

[88] **Vidondo Tomas, Tecnología Mecánica 1-2, pp. 190-195**.

$$\alpha = 20°$$

$$i = 1$$

$$z_1 = \frac{2\rho}{-1+\sqrt{1+(\rho^2+2\rho)\,sen^2\,\alpha}} \qquad ; \qquad \rho = \frac{1}{i} = 1$$

$$Z_1 = \frac{2 \times 1}{-1+\sqrt{1+(1^2+2\times 1)\,sen^2\,20^o}}$$

$$Z_1 = \frac{2}{0{,}16229}$$

por lo tanto el mínimo número de es 12.

Como se ve, el mínimo número de dientes del piñón depende de la relación de transmisión *i* y del ángulo de presión α.

Con la fórmula arriba indicada para el mínimo número de dientes, se ha construido una tabla que nos da el valor del menor número de dientes en relación a la variación de la relación de transmisión y del ángulo de presión.

$i=\frac{z2}{z1}=\frac{1}{p}$	mínimo número de dientes z1		
	α = 14º 30´	α = 15º	α = 20º
1:1	22	21	12
2:1	27	25	14
4:1	29	27	15
6:1	30	28	16
8:1	31	29	17

26.3.4. VALOR DE LA CORRECCIÓN

Habíamos dicho que para evitar la interferencia en un engranaje, se aumenta de una cantidad "c" el addendum del piñón y se disminuye la misma cantidad el addendum de la rueda, manteniendo invariable la altura total del diente.

Se trata de estabilizar esta cantidad "c" o sea se trata de determinar el valor de corrección.

Porque en la rueda que genera interferencia se dirá:
Para evitar que el addendum de la rueda tienda a penetrar en el dedendum del piñón, se debe disminuir su altura de una cantidad "c".

Se debe establecer:

Sí $a = m$ el addendum normal de la rueda

y $a = m\,x$ el addendum variable; el valor de la corrección será:

$c = m - m\,x$ o sea $c = m\,(1 - x)$

Donde para obtener el valor de x se calcula de la fórmula :

$$\frac{2\rho x}{Z_1} = -1 + \sqrt{1 + (\rho^2 + 2\rho)\,sen^2\,\alpha} \qquad en\ la\ que \rho = \frac{1}{i}$$

$$x = z_1 \frac{-1 + \sqrt{1 + (\rho^2 + 2\rho)\,sen^2\,\alpha}}{2\rho}$$

Conociendo la relación de transmisión, el número de dientes del piñón y el ángulo de presión , podemos calcular el valor x con esta fórmula, lo que nos permite calcular :

$c = m\,(1 - x)$

Que se debe aplicar para evitar la interferencia.

26.4. ENGRANAJES CON DIENTES REBAJADOS

En la práctica se presenta la necesidad y la conveniencia de reducir al mínimo número de dientes. Para conseguir esto se modifica el proporcionamiento de las dimensiones normales del diente, poniendo :

ha = 0,9 m y h = 1,95 m cuando hf = 1,05 m

también ha = 0,8 m y h = 1,74 m cuando hf = 0,94 m

En las figuras 7a y 7b encontramos el perfil normal y perfil corregido.

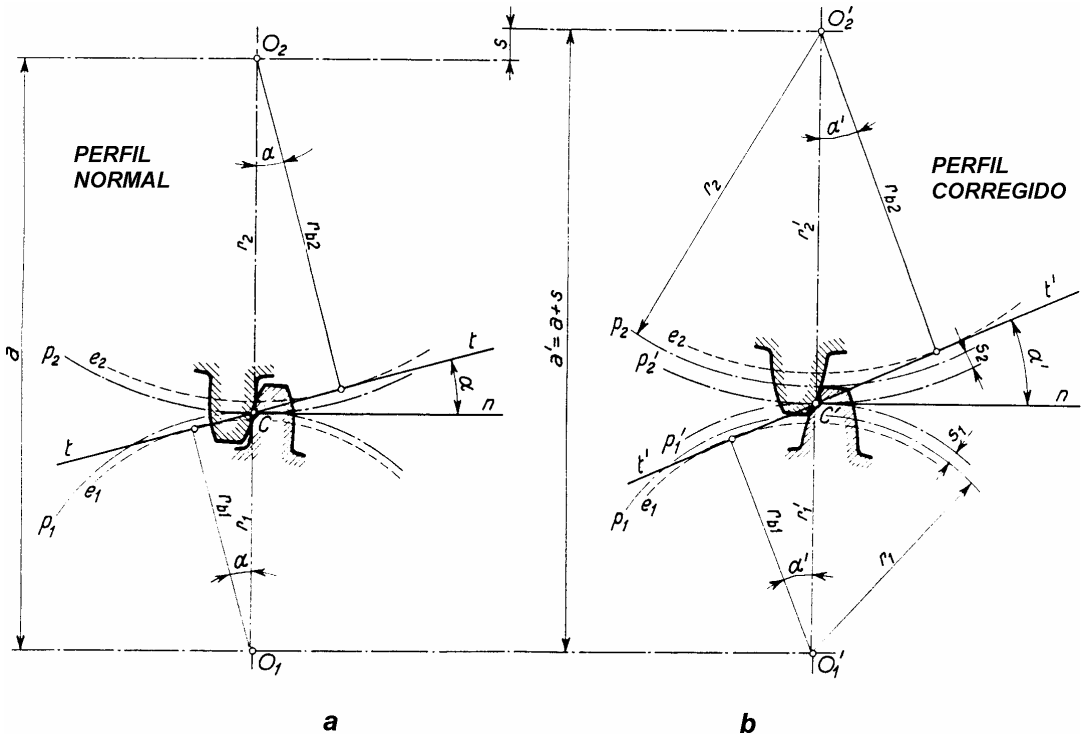


Fig. 26.7

Fuente: Tecnología Mecánica

Ejemplo: Determinar los elementos de un engranaje cilíndrico reductor, en base a los siguientes datos:

m = 10 i = 5 : 1 = 5 z_1 = 8 dientes $\alpha = 20°$

Considerar las dos hipótesis de: dentadura normal ha = m y,

dentadura rebajada ha = 0,8 m

Solución:

En la tabla de la página 10 se obtiene 16 como mínimo número de dientes. Para realizar el engranaje con 8 dientes, se debe calcular el valor de la corrección (continúa en la siguiente página).

26.5. DENTADO NORMAL

El valor de la corrección será:

$$c = m\,(1 - x) \qquad \text{teniendo presente que} \quad \rho = \frac{1}{i} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$x = z_1 \frac{-1 + \sqrt{1 + (\rho^2 + 2\rho)\,sen^2\,\alpha}}{2\rho}$$

$$x = 8 \frac{-1 + \sqrt{1 + (0{,}2^2 + 2 \times 0{,}2)\,sen^2\,20^o}}{2 \times 0{,}2} = 0{,}5$$

$$c = 10 \times (1 - 0{,}5)$$

$$c = 5\ mm$$

Con este valor los elementos del engranaje resultan:

	Para el piñón	Para la rueda
	$m = 10$ $z_1 = 8$	$m = 10$ $z_2 = iz_1$ $z_2 = 5 \times 8 = 40$
addendum	$ha_1 = m + c = 10 + 5 = 15$ mm	$ha_2 = m - c = 10 - 5 = 5$ mm
altura	$h = \frac{13}{6} m = \frac{13}{6} 10 = 21{,}66$ mm	$h = \frac{13}{6} m = \frac{13}{6} 10 = 21{,}66$ mm
dedendum	$hf_1 = h - ha_1 = 6{,}66$ mm	$hf_2 = h - ha_2 = 21{,}66 - 5 = 16{,}66$ mm
diámetro primitivo	$d_1 = mz_1 = 10 \times 8 = 80$ mm	$d_2 = m - z_2 = 10 \times 40 = 400$ mm

diámetro exterior para el piñón $da_1 = d_1 + 2ah_1 = 80 + 2 \times 15 = 110$ mm

diámetro exterior para la rueda $da_2 = d_2 + 2ah_2 = 400 + 2 \times 5 = 410$ mm

diámetro interior para el piñón $df_1 = d_1 - 2hf_1 = 80 - 2 \times 6{,}66 = 66{,}68$ mm

diámetro interior para la rueda $df_2 = d_2 - 2hf_2 = 400 - 2 \times 16{,}66 = 366{,}68$ mm

26.6. DENTADURA REBAJADA

El valor de la corrección resulta:

$$c = 0{,}8\ m\ (1 - x)$$
$$c = 0{,}8 \times 10\ (1 - 0{,}5)$$
$$c = 4 \text{ mm}$$

los valores para los elementos resultan:

Para el piñón Para la rueda

$m = 10$ $z_1 = 8$ $m = 10$ $z_2 = i\, z_1 = 5 \times 8 = 40$

addendum para el piñón $ha_1 = 0{,}8\ m + c = 0{,}8 \times 10 + 4 = 12$ mm.

addendum para la rueda $ha_2 = 0{,}8\ m - c = 0{,}8 \times 10 - 4 = 4$ mm altura para el piñón $h = \frac{13}{6}\ 0{,}8\ m = \frac{13}{6}\ 0{,}8 \times 10 = 17{,}33$ mm.

altura para la rueda $h = \frac{13}{6}\ 0{,}8\ m = \frac{13}{6}\ 0{,}8 \times 10 = 17{,}33$ mm.

dedendum para el piñón $hf_1 = h - ha_1 = 17{,}33 - 12 = 5{,}33$ mm.

dedendum para la rueda $hf_2 = h - ha_2 = 17{,}33 - 4 = 13{,}33$ mm.

diámetro primitivo para el piñón $d_1 = m\, z_1 = 10 \times 8 = 80$ mm.

diámetro primitivo para la rueda $d_2 = m\, z_2 = 10 \times 40 = 400$ mm.

diámetro exterior para el piñón $da_1 = d_1 + 2ha_1 = 10 + 2 \times 12 = 104$ mm.

diámetro exterior para la rueda $da_2 = d_2 + 2ha_2 = 400 + 2 \times 4 = 408$ mm.

diámetro interior para el piñón $df_1 = d_1 - 2hf_1 = 80 - 2 \times 5{,}33 = 69{,}34$ mm.

diámetro interior para la rueda $df_2 = d_2 - 2hf_2 = 400 - 2 \times 13{,}33 = 373{,}34$ mm.

26.7. ENGRANAJES CILÍNDRICOS INTERIORES[89]

Así se llaman los engranajes cuyas circunferencias primitivas son tangentes interiormente. La construcción del perfil es igual a los que hemos visto.

Conviene qué : La relación de transmisión no supere el valor de $i = 2$;

La diferencia entre los números de dientes de las dos ruedas debe ser superior a 12 con un valor de $\alpha = 15^o$ dentado normal y superior a 6 en los dientes rebajados de $\alpha = 20^o$

La figura 8 nos muestra un esquema de un engranaje cilíndrico interno con todos los elementos característicos, en donde :

K_2 - K_1 es la línea de contacto

N_2 y N_1 son los dos puntos de tangencia de las dos circunferencias bases

N_2 es siempre exterior a la línea K_2 - K_1

N_1 puede caer a la izquierda o a la derecha o, corresponde con K_2

Si corresponde o cae a la derecha de K_2 no hay interferencia

Si cae a la izquierda de K_2 hay interferencia

Con estos antecedentes llegamos a la conclusión de la misma fórmula general ya vista anteriormente que es:

Rueda externa

$$z_1 = \frac{2\rho}{-1+\sqrt{1+(\rho^2+2\rho)\,sin^2\alpha}}$$

$$sin\,\alpha = \frac{2}{z_1}\sqrt{\frac{\rho+z_1}{\rho+2}}$$

$$x = z_1\,\frac{-1+\sqrt{1+(\rho^2+2\rho)\,sin^2\alpha}}{2\rho}$$

[89] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 184-187**

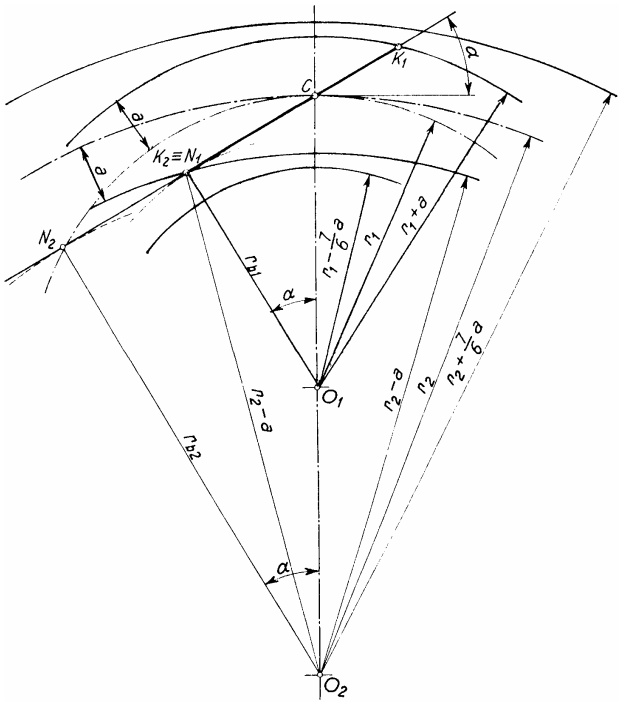


Fig. 26.8

Fuente: Tecnología Mecánica

$$\rho = \frac{1}{i}$$

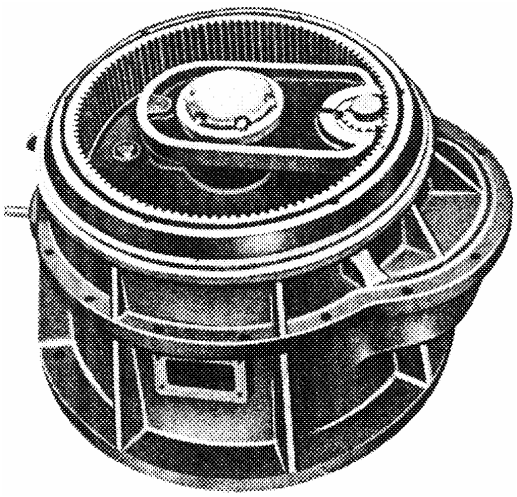


Fig. 26.9.

En la fig. 26.9 se observa una aplicación de engranajes interiores en un reductor de velocidades.

26.8. ENGRANAJE PIÑON-CREMALLERA

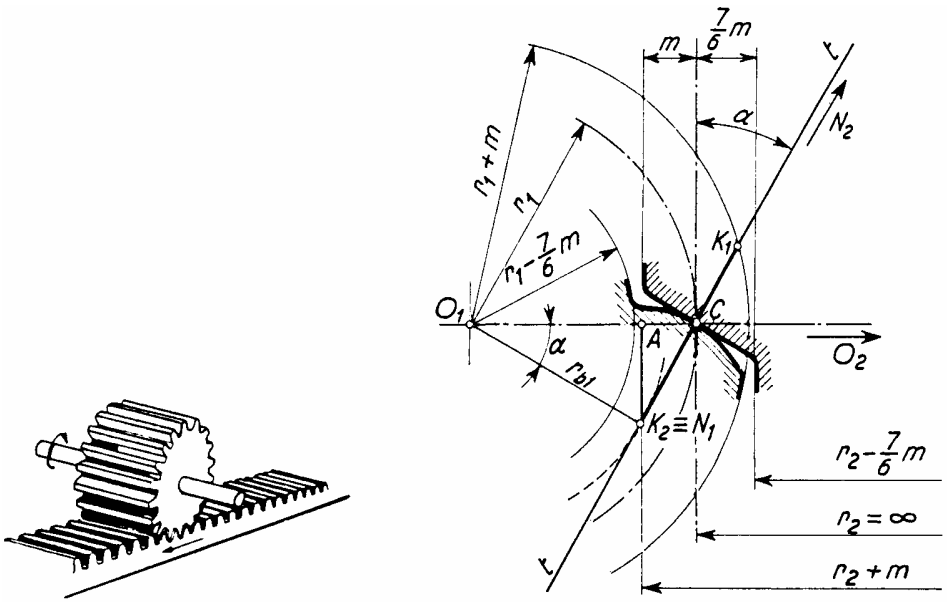


Fig. 26.10

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 187

El engranaje piñón-cremallera es un caso particular de engranaje con dientes rectos, sirve para transformar el movimiento rotatorio en movimiento rectilíneo.

El piñón es una rueda con radio pequeño r_1

La cremallera es un trozo de rueda con radio infinito $r_2 = \infty$

La relación de transmisión resulta entonces:

$$i = \frac{r_2}{r_1} = \frac{\infty}{r_1} = \infty$$

Los elementos característicos están indicados en la fig. 26.10 siendo estos:

El diámetro primitivo, el diámetro exterior y el diámetro interior del piñón;

La recta primitiva, la recta exterior del piñón es la recta interior de la cremallera;

La recta de acción t-t es el ángulo de presión; α

N_1 - N_2 es una semirrecta porque N_2 tiende al infinito ;

La recta base de la cremallera no está indicada, debe tocar la recta t-t en el punto N_2 en el infinito .

26.9. MÍNIMO NUMERO DE DIENTES

Para evitar la interferencia es necesario que la línea de contacto K_2 - K_1 sea interior al segmento N_1 - N_2 (semirrecta en este caso), como condición límite que K_2 coincida con N_1.

En base a esta condición límite, siguiendo la fig. 26.10 se obtiene la siguiente fórmula:

$$z_1 = \frac{2}{\text{sen}^2 \alpha}$$

Al aplicar esta fórmula se obtiene :

para $\alpha = 20^o$ para $\alpha = 15^o$ para $\alpha = 14^o\ 30'$

$z_1 = 18$ dientes $z_1 = 30$ dientes $z_1 = 32$ dientes

26.10. REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE DIENTES

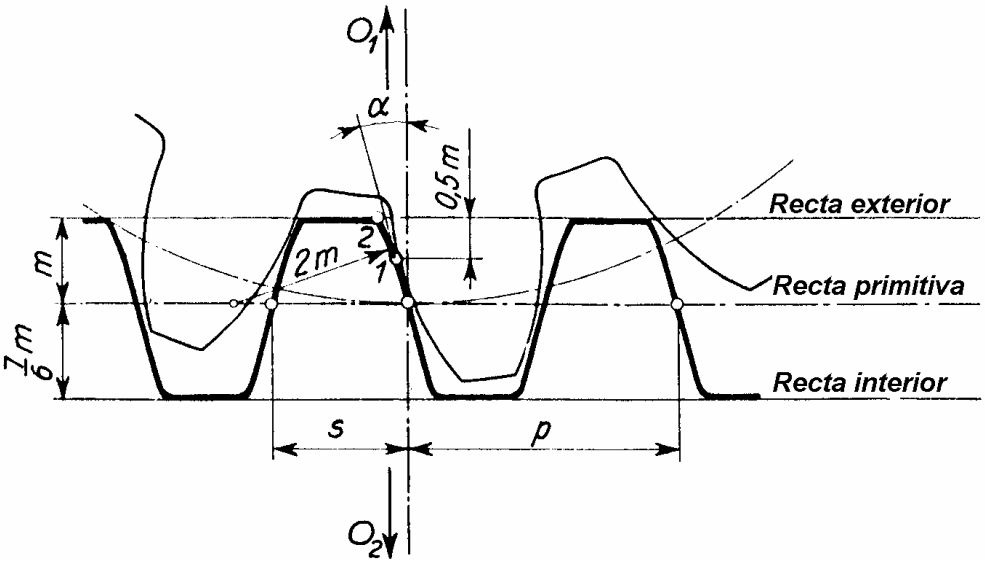


Fig. 26.11

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 190

$$p = \pi m \qquad\qquad s = \frac{p}{2} = \frac{\pi \times m}{2}$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Siguiendo el proceso anterior, dibuje en una hoja de papel milimetrado la evolvente diámetro de la circunferencia base X.

2. Trazar el perfil de los dientes, en los tres casos cuyos datos son m = 8, z = 40, ángulo de presión de 20°.

3. Dibujar por el método de un solo arco de circunferencia el perfil de los dientes z =

α =

4. Una rueda dentada cilíndrica de módulo 10 tiene 50 dientes. Calcular todos los elementos de la rueda en los tres casos: dentado normal; dentado rebajado 0,9 y dentado rebajado 0,8.

5. Aplicando la primera fórmula de las ruedas interiores, realice una tabla del mínimo número de dientes para engranajes interiores

6. Formando grupos de tres personas, realice los siguientes ejercicios:

En un torno simple la manivela tiene una velocidad de 6 rad/s. Determinar el número de dientes de la rueda montada sobre el eje del tambor. El piñón tiene 12 dientes y el tambor una velocidad de 1,5 rad/s. Calcular todos los elementos del dentado, conociendo que los dientes tienen un módulo de 4.

En un engranaje cilíndrico el piñón tiene 12 dientes, la rueda 120 dientes, el módulo es igual a 9. Calcular todos los elementos de las ruedas en el caso de dentado normal con ángulo de presión de 15º y de 20º.

Determinar los elementos y el rendimiento de un engranaje cilíndrico con dientes rectos. Datos: m = 10; i = 5 : 1; z = 8; α = 20 º

EVALUACIÓN

- Utilizando una hoja de papel milimetrado realizar el trazado de un perfil a evolvente teórico, para una rueda de módulo 6 y 38 dientes. Realizar los tres casos.

- Realizar el dibujo de los perfiles a evolvente de los dientes en contacto de dos ruedas, la motriz y la conducida e indicar las fuerzas que resultan en el punto de contacto C, analizar además como resulta el ángulo de presión.

- ¿Cuánto es el mínimo número de dientes para los siguientes ángulos, sin tomar en cuenta la relación de transmisión?

ángulo de presión	14º 30’	15º	20º
mínimo número de dientes z	.....	.....	.....

- Escriba la fórmula que nos da el mínimo número de dientes del piñón en base al ángulo de presión.

$$z = \frac{\quad}{\quad}$$

- Calcular el rendimiento de un engranaje que tiene 27 dientes el piñón y la relación de transmisión es de 1: 5.

- ¿Cuánto es el rendimiento de un engranaje que tiene el piñón 40 dientes y la rueda conducida es de 120 dientes ?

- Una rueda dentada cilíndrica de módulo 10 tiene 50 dientes. Calcular todos los elementos de la rueda en los tres casos: dentado normal; dentado rebajado 0,9 y 0,8.

- Calcular los elementos del dentado de una rueda que tiene módulo 6, pero 13 dientes, con un ángulo de presión de 20 grados.

27. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO

Hace tiempos los elementos se proporcionaban sobre la base del paso, es decir:

$$P = \pi \times m$$

Luego para evitar la presencia del número irracional π = 3,14159..... , se pensó estudiar un procedimiento más exacto, tomando en cuenta el módulo. No hay propiamente un cálculo exacto, sino formas abreviadas basadas sobre hipótesis.

Existen dos procedimientos para poder determinar el módulo sobre la base de la potencia, el procedimiento según Reuleaux y el procedimiento de Fachini.

27.1.1. PROCEDIMIENTO DE REULEAUX[90]

Está basado en estas dos hipótesis:

a) Un solo par de dientes que está engranando.
b) El esfuerzo periférico F está concentrado en la extremidad del diente.

Con estas dos hipótesis Reuleaux se pone en una condición desfavorable y que es ventajosa para la estabilidad, y el diente se presenta como está indicado en la fig. 27.1, es decir como una viga empotrada en un extremo y sometida por el otro a una carga F.

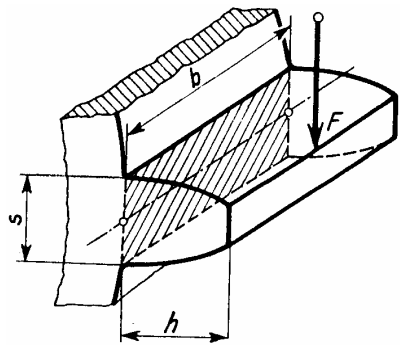


Fig. 27.1

Aplicando la ecuación de estabilidad a la flexión tenemos:

$K = \frac{Mf}{Wf}$ pero $Mf = F \times h$ y $Wf = \frac{1}{6} \times b \times s^2$ remplazando

[90] **Vidondo Tomas, Tecnología del Metal 1-2, pp. 98-103**

$$K=\frac{F\times h}{\frac{1}{6}\times b\times s^2} \quad \text{poniendo} \quad h=\frac{13}{6}\times m \quad \text{y} \quad s=\frac{p}{2}=\frac{\pi\times m}{2}$$

y tomando como ancho medio $b = 10 \times m$

$$K=\frac{F\times\frac{13}{6}\times m}{\frac{1}{6}\times 10m\times\frac{\pi^2\times m^2}{6}}$$ que simplificando nos da;

$$K=\frac{26}{5\times\pi^2}\times\frac{F}{m^2}$$ del cual despejamos;

$$m^2=\frac{26}{5\times\pi^2}\times\frac{F}{K} \quad \text{se observa que} \quad \frac{26}{5\times\pi}\approx\frac{1}{2}$$

el módulo será: $$m=\sqrt{\frac{F}{2K}}$$

Esta es una de las fórmulas más sencillas, que conviene usar cuando se conoce el esfuerzo periférico F, o también el Momento Torsor o el Radio de una de las dos ruedas.

En el proyecto de un par de ruedas cilíndricas generalmente vienen dadas la Potencia de Transmitir en kw, la velocidad angular ω y la relación de transmisión i.

En este caso conviene hallar otra fórmula, la misma que se deduce de la primera, de la siguiente manera:
Indicamos con:

Mt	el momento torsor a transmitir;
r_1	el radio de la circunferencia primitiva del piñón;
z_1	el número de dientes del piñón.

El Momento Torsor es igual a:

$$Mt=F\times r_1 \quad \text{pero} \quad r_1=\frac{d_1}{2}=\frac{m\times z_1}{2}$$

remplazando tenemos $Mt=F\times\frac{m\times z_1}{2}$ despejando F tenemos

$$F=\frac{2\times Mt}{m\times z_1}$$

Sustituyendo esta expresión de F en la primera fórmula del módulo

$$m=\sqrt{\frac{F}{2K}}$$ se obtiene

$$m=\sqrt{\frac{\frac{2\times Mt}{m\times z_1}}{2K}}=\sqrt{\frac{Mt}{K\times m\times z_1}}$$ despejando m se da;

$$m=\sqrt[3]{\frac{Mt}{K\times z_1}}$$

Como se observa en esta fórmula, no hace falta conocer el esfuerzo periférico F, ni el radio primitivo r_1 ; es necesario solamente establecer z_1 que corresponde al número de dientes de la rueda más pequeña.

La búsqueda de z_1, constituye el punto débil de esta segunda fórmula, porque rinde el problema indeterminado y da lugar , por consiguiente , a diversas soluciones posibles .

Las dos fórmulas $m=\sqrt{\frac{F}{2K}}$ y $m=\sqrt[3]{\frac{Mt}{K\times z_1}}$

Han sido determinadas, considerando al diente como un sólido sometido a una sola acción estática de flexión.

En realidad el módulo m depende también de la velocidad periférica v. Para tomar en cuenta esta velocidad se dividen las ruedas dentadas en:

- Ruedas de fuerza, y
- Ruedas de transmisión o de trabajo

27.1.2. RUEDAS DE FUERZA.- Son aquellas que sirven para transmitir esfuerzos a una velocidad periférica menor a 0,50 m/s.

Ejemplos.- Trapiches, grúas, es decir máquinas que no tenga acoplado un motor.

27.1.3. RUEDAS DE TRANSMISIÓN O DE TRABAJO.- Son aquellas ruedas que sirven para transmitir cualquier esfuerzo a una velocidad periférica mayor a 0,50 m/s.

Ejemplos.- Casi todas las ruedas que estén movidas por motor.

27.1.4. CARGA DE SEGURIDAD

En las ruedas de fuerza, el efecto de la velocidad periférica es despreciable y por consiguiente se pueden usar las mismas fórmulas obtenidas anteriormente.
Asignando a la carga de seguridad K los siguientes valores en daN/mm^2;

K = 4 para la fundición
K = 6 para el bronce fosfórico
K = 9 para el acero al carbono
K = 24 para el acero al cromo
K = 30 para el acero al vanadio
K = 50 para el acero al níquel-cromo
K = 18 para el acero al níquel

En las ruedas de transmisión o de trabajo, a veces es necesario tomar en cuenta la velocidad periférica v. Indicando con Kv la carga de seguridad variable de acuerdo a la variación de la velocidad periférica ; entonces las fórmulas del módulo se transforman en:

$$m = \sqrt{\frac{F}{2Kv}} \quad y \quad m = \sqrt[3]{\frac{Mt}{Kv \times z_1}}$$

La variación de Kv se representa por fórmulas empíricas, deducidas de la experiencia. La más sencilla es la siguiente :

$$Kv = K \times \frac{3}{3+v}$$

27.2. EJERCICIOS DE APLICACIÓN

- Calcular un engranaje cilíndrico multiplicador, construido en fundición de acero, conociendo que el intereje es de 750 mm, y que la relación de transmisión es 1/2 ; la rueda motriz debe transmitir una potencia de 10 kW con una velocidad de 25 rad/s (fig. 27.2) (n ≈ 250 rpm).

Gráfico:

Datos:

a = 750 mm

i = 1/2

P = 10 kW

ω_1 = 25 rad/s

K = para la fundición 4 daN/mm²

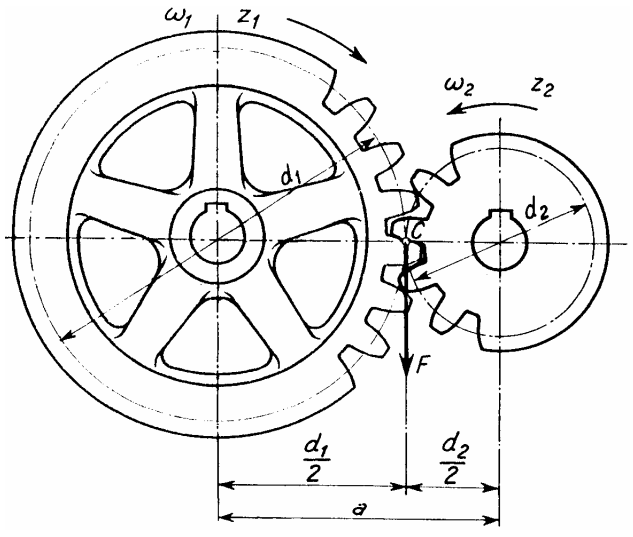


Fig. 27.2

Solución:

1. Determinación de los diámetros primitivos:

$$\frac{d_1}{2}+\frac{d_2}{2}=a;\frac{d_1+d_2}{2}=750;d_1+d_2=1500$$

$$\frac{d_2}{d_1}=i;\frac{d_2}{d_1}=\frac{1}{2};d_1=2\times d_2$$

$d_1+d_2=1500$ sustituyendo d_1 tenemos

$$2 \times d_2 + d_2 = 1500$$

$$3 \times d_2 = 1500$$

$$d_2 = 500 \text{ mm}$$

$$d_1 = 2 \times d_2$$

$$d_1 = 2 \times 500 = 1000 \text{ mm}$$

2. Determinación de la velocidad angular de la conducida:

$$i=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{1}{2};\omega_2=2\omega_1=2\times 25=50 rad/s$$

3. Determinación de la velocidad periférica.

$$v=\omega_1\times r_1=\omega_2\times r_2=25\times 0,5=50\times 0,25=12,5 m/s$$

4. Determinación del esfuerzo periférico F.

$$Mt=1000\frac{P}{\omega} \quad \text{teniendo presente que} \quad Mt = F \times r_1$$

$$F\times r_1=1000\frac{P}{\omega_1} \quad \text{de la cual se resuelve}$$

$$F=1000\frac{P}{\omega_1\times r_1}=1000\frac{10}{12,5}=800N=80daN$$

5. Cálculo del módulo

Ya que la velocidad periférica es > 0,5 m/s, se trata entonces de ruedas de transmisión o de trabajo, por consecuencia se deberá asumir la carga de seguridad en función de la velocidad periférica.

$$m=\sqrt{\frac{F}{2\times Kv}};Kv=\frac{3}{3+v}\times K=\frac{3}{3+12,5}\times 4=0,8daN/mm^2$$

$$m=\sqrt{\frac{80}{2\times 0,8}}=7,0711$$

en la tabla del módulo 2 se lee que entre los módulos posibles se puede asumir m = 8 (se lee simplemente módulo 8) se debe entender que es en milímetros.

27.2.1. CONTROL DE LA INTERFERENCIA

Calculamos el número de dientes del piñón:

$$m=\frac{d_2}{z_2} \quad \text{de la cual se obtiene} \quad z_2=\frac{d_2}{m}=\frac{500}{8}=62,5\approx 63 dientes$$

En la tabla del Módulo 3 que corresponde al mínimo número de dientes, vemos que:

$$\alpha = 20° \quad y \quad i = 2 : 1 \quad \text{que vale} \quad 1 : 2$$

El menor número de dientes para evitar la interferencia es 14.

Nosotros tenemos z = 63 dientes , por lo tanto no hay interferencia.

Tomando $z_{min} = 63$, el diámetro primitivo valdrá más de 500 mm; será:

$$d_2 = m \times z_2 = 8 \times 63 = 504 mm$$

Esto significa que la distancia entre los ejes deberá ser ligeramente modificada.

27.3. PROCEDIMIENTO SEGÚN V. FACHINI[91]

Es un procedimiento que se aproxima más a las condiciones reales del funcionamiento de los engranajes, porque toma en cuenta:

- Sea el número de dientes z_i que transmiten simultáneamente el esfuerzo periférico F
- Sea la variación de la longitud del diente b con la variación de la velocidad periférica v

El diente se considera todavía como una viga empotrada a un extremo y sometida por el otro libre por una carga concentrada, que no es más que todo el esfuerzo periférico F.

Como z_i es el número de dientes que está simultáneamente engranando, tal esfuerzo se distribuye sobre z_i dientes y como resultado la carga concentrada en cada diente que está engranando, resulta:

$$\frac{F}{z_i}$$

Para determinar la fórmula del módulo m nos referimos a la misma figura que analizamos el método anterior, poniendo solamente F/z_i en lugar de F.

Aplicando la ecuación de estabilidad a la flexión simple tenemos:

---

[91] Vidondo Tomás, Tecnología del Metal 1-2, pp. 114-120

$$K=\frac{Mf}{Wf} \quad \text{pero} \quad Mf=\frac{F}{z_1}\times h; Wf=\frac{1}{6}\times b\times s^2$$

$$K=\frac{\frac{F}{z_i}\times h}{\frac{1}{6}\times b\times s^2}=\frac{6\times F\times h}{z_i\times b\times s^2} \quad \text{poniendo} \quad h=\frac{13}{6}\times m \qquad s=\frac{\pi\times m}{2}$$

$$\text{se obtiene} \quad K=\frac{6\times F\times\frac{13}{6}\times m}{z_i\times b\times\frac{\pi^2\times m^2}{4}}=\frac{52}{\pi^2}\times\frac{F}{z_i\times b\times m} \quad \text{de la cual se resuelve}$$

$$F=\frac{\pi^2}{52}\times z_i\times b\times m\times K$$

Esta expresión de F ha sido determinada, considerando el diente como una viga sometida a la sola acción estática de simple flexión.

En realidad F disminuye con el aumentar de la velocidad periférica v, según un coeficiente variable, que sobre la base de resultados experimentales se ha fijado empíricamente con:

$$\frac{5}{\sqrt{v^2+25}}$$

Introduciendo este coeficiente variable tenemos:

$$F=\frac{\pi^2}{52}\times\frac{5}{\sqrt{v^2+25}}\times z_i\times b\times m\times K \quad \text{pero} \quad \frac{\pi^2}{52}\times 5\approx 1$$

$$\text{Entonces} \quad F=\frac{z_i}{\sqrt{v^2+25}}\times b\times m\times K$$

En todos los casos de engranajes prácticos z_i varía dentro de los límites:

$$1 < z_i \leq 2{,}3$$

Asumiendo como valor medio, que vale para la mayor parte de los casos:

$$z_i = 1{,}5$$

tenemos $F=\frac{1{,}5}{\sqrt{v^2+25}}\times b\times m\times K$ asumiendo $\frac{1{,}5}{\sqrt{v^2+25}}=A$

se obtiene:

$$\boldsymbol{F = A \times b \times m \times K}$$

Para mejorar las condiciones de trabajo, variamos la longitud b del diente en función de la velocidad periférica, para ello tenemos una fórmula empírica:

$$b= m(7+2\sqrt{v+1})$$

Sustituyendo esta relación de b en la fórmula obtenida anteriormente; tenemos:

$F=\frac{1{,}5}{\sqrt{v^2+25}}\times m(7+2\sqrt{v+1})\times m\times K$ despejando m

$m^2=\frac{\sqrt{v^2+25}}{1{,}5(7+2\sqrt{v+1})}\times\frac{F}{K}$ sustituyendo $F=100\frac{P}{v}$

obtenemos:

$$m^2=\frac{\sqrt{v^2+25}}{1{,}5(7+2\sqrt{v+1})}\times 100\frac{P}{v\times K}$$

$$m^2=\frac{100\sqrt{v^2+25}}{(10{,}5+3\sqrt{v+1})v}\times\frac{P}{K}$$

Indicando con Cv (Coeficiente variable) en función de la velocidad periférica v, pondremos:

$Cv=\frac{100\sqrt{v^2+25}}{(10{,}5+3\sqrt{v+1})v}$ tendremos

$$m^2=Cv\frac{P}{K}$$

Para la aplicación de esta fórmula es necesario conocer la potencia en kW, la velocidad periférica v en m/s, así como también los valores de K en daN/mm².

A continuación damos los valores de K para la aplicación según el método Fachini.

Acero al níquel	K = 8 : 15	Acero común	K = 5 : 10
Acero forjado	K = 6 : 12	Bronce fosfórico	K = 3 : 5
Acero fundido	K = 5 : 10	Fundición - bronce	K = 2 : 3

Como se nota, estos valores de K no varían en función de la velocidad periférica v y no son iguales con aquellos adoptados en las dos fórmulas de Reuleaux.

Esto depende de las distintas consideraciones hechas para llegar a la determinación de estas fórmulas.

Cualquiera que sea la fórmula que se desea aplicar, la búsqueda de la carga de seguridad K es siempre un problema difícil a causa de los numerosos factores que entran en juego.

Dependen principalmente de las condiciones de seguridad en la instalación, tales como; transporte de personas, teleféricos, transportes marítimos, etc., se necesita absoluta garantía de funcionamiento; también depende de las condiciones de trabajo, es decir si es carga variable o carga continuada.

Solamente una larga experiencia nos permitirá escoger para cada uno de los casos el valor más apto de K.

27.4. EJERCICIOS DE APLICACIÓN

- Calcular un engranaje reductor construido en acero al níquel para el piñón y en acero fundido para la rueda, conociendo la potencia a transmitir P = 40 kW, la velocidad angular del árbol motor ω_1 = 100 rad/s y la relación de transmisión es i = 4 : 1.

Datos:

P = 40 kW

ω1 = 100 rad/s

Solución:

debemos aplicar la fórmula

$$m^2 = Cv\frac{P}{K}$$

i = 4:1

Para lo cuál es necesario calcular Cv, por lo tanto la velocidad periférica v. Para calcular esta velocidad periférica v se calcula el diámetro del árbol motor, el cuál viene acoplado a la rueda motriz y se asume como diámetro primitivo de la motriz con la siguiente relación:

$$d_1 > 2{,}5 \times d$$

1. Cálculo del diámetro del árbol motor

Para calcular el diámetro del árbol motor se aplica como norma la fórmula práctica:

$$d' = 52\sqrt[3]{\frac{p}{\omega_1}}$$

Aplicando esta fórmula a nuestro ejemplo, tenemos:

$$d' = 52\sqrt[3]{\frac{P}{\omega_1}} = 52\sqrt[3]{\frac{40}{100}} = 38{,}3\text{mm se redondea a } d' = 40\text{mm}$$

2. Cálculo del diámetro primitivo de la rueda motriz:

Poniendo $d_1 = 2{,}5 \times d = 2{,}5 \times 40 = 100$ mm

3. Cálculo de la velocidad periférica

$v = \omega_1 \times r_1 = 100 \times 0{,}050 = 5$ m/s

4. Cálculo del módulo

$$Cv=\frac{100\sqrt{v^2+25}}{(10{,}5+3\sqrt{v+1})v}=\frac{100\sqrt{25+25}}{(10{,}5+3\sqrt{5+1})5}=7{,}93$$

Asumimos por prudencia la mínima carga de seguridad, en la tabla según Fachini vemos que K = 5 daN/mm²

$$m^2=Cv\frac{P}{K}=7{,}93\frac{40}{5}=7{,}96 \quad \text{redondeando,} \quad \text{módulo} = 8$$

En base a este módulo, el número de dientes de la motriz resulta;

$$z_1=\frac{d_1}{m}=\frac{100}{8}=12{,}5 \text{ redondeando a 13 dientes}$$

Observando en la tabla del módulo 3 para i = 4:1 y para $\alpha = 20°$, el mínimo número de dientes necesario para evitar la interferencia es 15, podemos entonces fijar $z_1 = 15$ dientes, por lo tanto el diámetro primitivo tendría el siguiente valor:

$$d_1 = m \times z_1 = 8 \times 15 = 120 \text{ m/s}$$

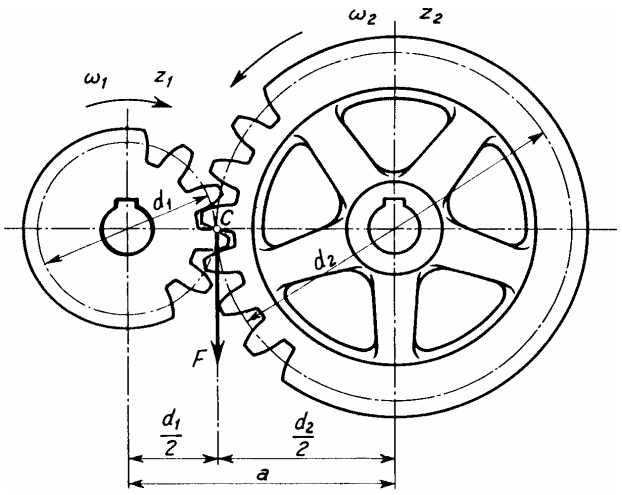
y la velocidad periférica será

$$v = \omega_1 \times r_1 = 100 \times 0{,}060 = 6 \text{ m/s}$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO

Realizar entre de 2 estudiantes.

1. Calcular un engranaje cilíndrico recto a envolvente, reductor, el piñón esta construido en acero al níquel, la rueda de acero fundido, conociendo la potencia a transmitir P = 40 kW, la velocidad angular del árbol motor es de ω_1 = 100 rad/s y la relación de transmisión es de 4 : 1. La distancia entre los ejes es de 380 mm.



2. Calcular una rueda cilíndrica de fundición, capaz de transmitir la potencia de 8 kW a la velocidad angular de 30 rad/s. El diámetro primitivo de la rueda es de 400 mm.

   Proyectar un engranaje cilíndrico multiplicador de acero, capaz de transmitir una potencia de 50 kW a la velocidad de 35 rad/s con relación de transmisión i = 1 : 1

3. Calcular el módulo de una rueda dentada cilíndrica de fundición, capaz de transmitir la potencia de 8 HP, a la velocidad angular de 30 rad/s. El diámetro primitivo de la rueda es de 400 mm.

4. Calcular un engranaje cilíndrico multiplicador, construido en acero al níquel, capaz de transmitir una potencia de 35 kW a la velocidad de 35 rad/s con una relación de transmisión de i = 1 : 2.

5. Determinar los elementos de un engranaje cilíndrico con los datos siguientes.

   P = 25 HP ; ω_1 = 12 rad/s ; ω_2 = 24 rad/s

   en los dos casos de $\alpha = 15°$ y $\alpha = 20°$ (escoger el material adecuado)

6. Siguiendo el procedimiento de Fachini, calcular los elementos del engranaje con dentado rebajado 0,9 m y 0,8 m con los siguientes datos:

P = 40 Kw; ω_1 = 65 rad/s; i = 4 : 1

7. El piñón debe ser en acero al níquel y la rueda en acero fundido.

EVALUACIÓN

1. ¿En cuál de las fórmulas para la obtención del módulo según Reuleaux y según Fachini, interviene la velocidad periférica?

Fachini según Reuleaux según

2. En las dos fórmulas que sirven para obtener el módulo, según el procedimiento de Reuleaux, hay una diferencia fundamental, la misma que determina la interferencia o no de la transmisión. ¿ Cuál es ?

.....
.....

3. Escriba las fórmulas que sirven para calcular el módulo, según el procedimiento de Reuleaux.

4. Escriba, cuáles son las dos hipótesis en las que se basa Reuleaux para obtener las fórmulas del módulo.

1.....
.....
2.....
.....

5. Realice un gráfico de un solo diente, el mismo que utilizó Reuleaux, basándose en una condición desfavorable y que es ventajosa para la estabilidad, indicando sus partes principales.

6. Escriba tres ejemplos de ruedas de Fuerza y tres ejemplos de ruedas de Transmisión.

Ruedas de Fuerza	Ruedas de Transmisión
.....	.....
.....	.....
.....	.....

7. En las ruedas de Fuerza, el influjo de la velocidad periférica es despreciable y por consiguiente se pueden utilizar las fórmulas para calcular el módulo, sin variar la carga de seguridad.

Verdadero ( ) Falso ( )

8. Como varía la carga de seguridad en las ruedas de transmisión con la influencia de la velocidad periférica; escriba la fórmula empírica.

Kv =

9. Cuáles son los elementos que toma en cuenta Fachini, para que las condiciones de funcionamiento sean más reales.

.....

.....

28.RUEDAS CILÍNDRICAS CON DIENTES HELICOIDALES

Comprenden { Engranajes helicoidales simples / Engranajes bihelicoidales

28.1.ENGRANAJES HELICOIDALES SIMPLES[92]

Hemos visto en los engranajes rectos que la velocidad de deslizamiento es proporcional a la distancia entre C y C1 . Este deslizamiento sabemos que es dañino.

Para reducir el efecto dañino se usan dientes rebajados . Reduciendo el Adendum obtenemos la altura total del diente en la siguiente proporción :

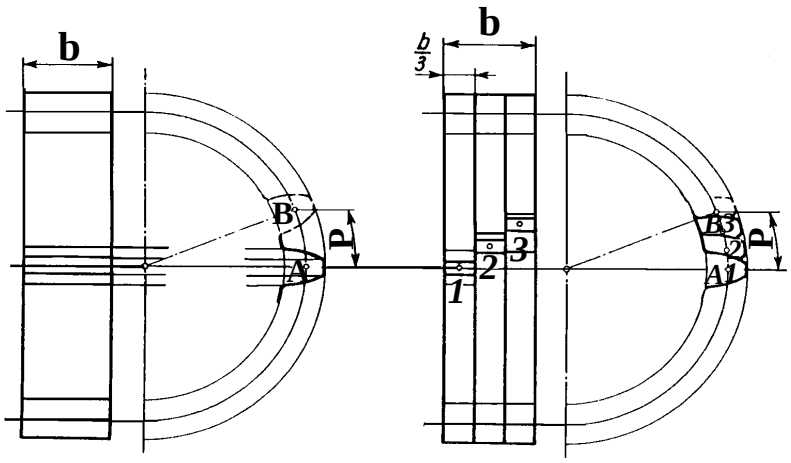
$$h = 1{,}95 \cdot m \qquad y \qquad h = 1{,}74 \cdot m$$

Pero reduciendo la altura del diente se reduce el ancho de la línea de contacto, y el paso es menor por lo tanto no está asegurada la continuidad de movimiento.

Vamos a suponer que queremos asegurar la continuidad del movimiento, el engranaje será siempre ruidoso, porque existirá siempre el deslizamiento. Para obtener una transmisión dulce y sin ruido, se deben construir engranajes helicoidales entre ejes paralelos.

La idea de construir ruedas cilíndricas helicoidales surgió de la invención de las ruedas dentadas en gradas, y se debe a ROBERTO HOOKE.
En la (fig. 28.1) representamos un esquema de una rueda cilíndrica recta y una desplazada

[92] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 68-74**



A y B dos dientes sucesivos; p el paso b el ancho del diente.

Fig. 28.1

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 68

Si el paso p es mayor del ancho de la rueda , el diente A cesa en la conducción y , pasa la conducción al diente sucesivo B que ha sido atrapado por la rotación, con lo que se asegura la continuidad del movimiento .

Imaginemos ahora el corte de la rueda mediante tres planos paralelos y perpendiculares al eje de rotación, de modo que se obtengan tres ruedas idénticas 1 - 2 - 3 , pero desplazadas la distancia igual al paso.

Teniendo fija la rueda 1 y rotando de un tercio del paso la rueda 2 y de dos tercios la rueda 3 , obtenemos una rueda en gradas como está en la figura anterior.

- Cuando el diente 1 cesa de conducir, el diente 2 entra en contacto ;
- Cuando el diente 2 cesa de conducir, el diente 3 entra en contacto ;
- Cuando el diente 3 cesa de conducir , el diente B entra en contacto ..... y así sucesivamente.

DEFINICIONES IMPORTANTES[93] :

- Hélice cilíndrica : Son aquellas curvas tangentes a la hélice que forman un ángulo constante con el eje del cilindro.

- Ángulo de la hélice β .- Es el ángulo agudo que la tangente de la hélice forma con el eje del cilindro.

- Inclinación de la hélice γ .- Es el ángulo agudo que la tangente de la hélice forma con un plano perpendicular al eje del cilindro .

$$\beta + \gamma = 90$$

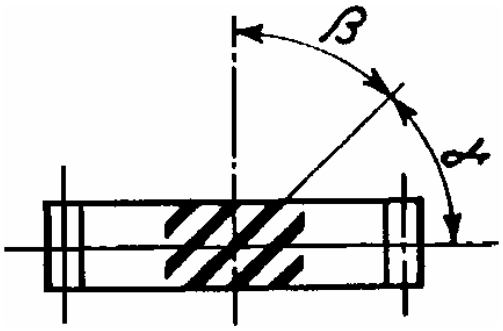


Fig. 28.2

- Paso de la hélice Pz . Es la distancia entre dos puntos de intersección consecutivos de una hélice, con la generatriz del cilindro.

La rueda helicoidal se extiende a una longitud muy pequeña de la hélice ; los dientes se pueden considerar rectos .

28.5. ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS

Son aquellos elementos que diferencian las ruedas cilíndricas helicoidales de aquellas rectas.

En el siguiente gráfico esquemático podemos ver el dentado helicoidal, relativo a una zona limitada de la rueda. En tal figura anotamos los siguientes tres perfiles de los dientes :

---

[93] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica, pp. 84-88**

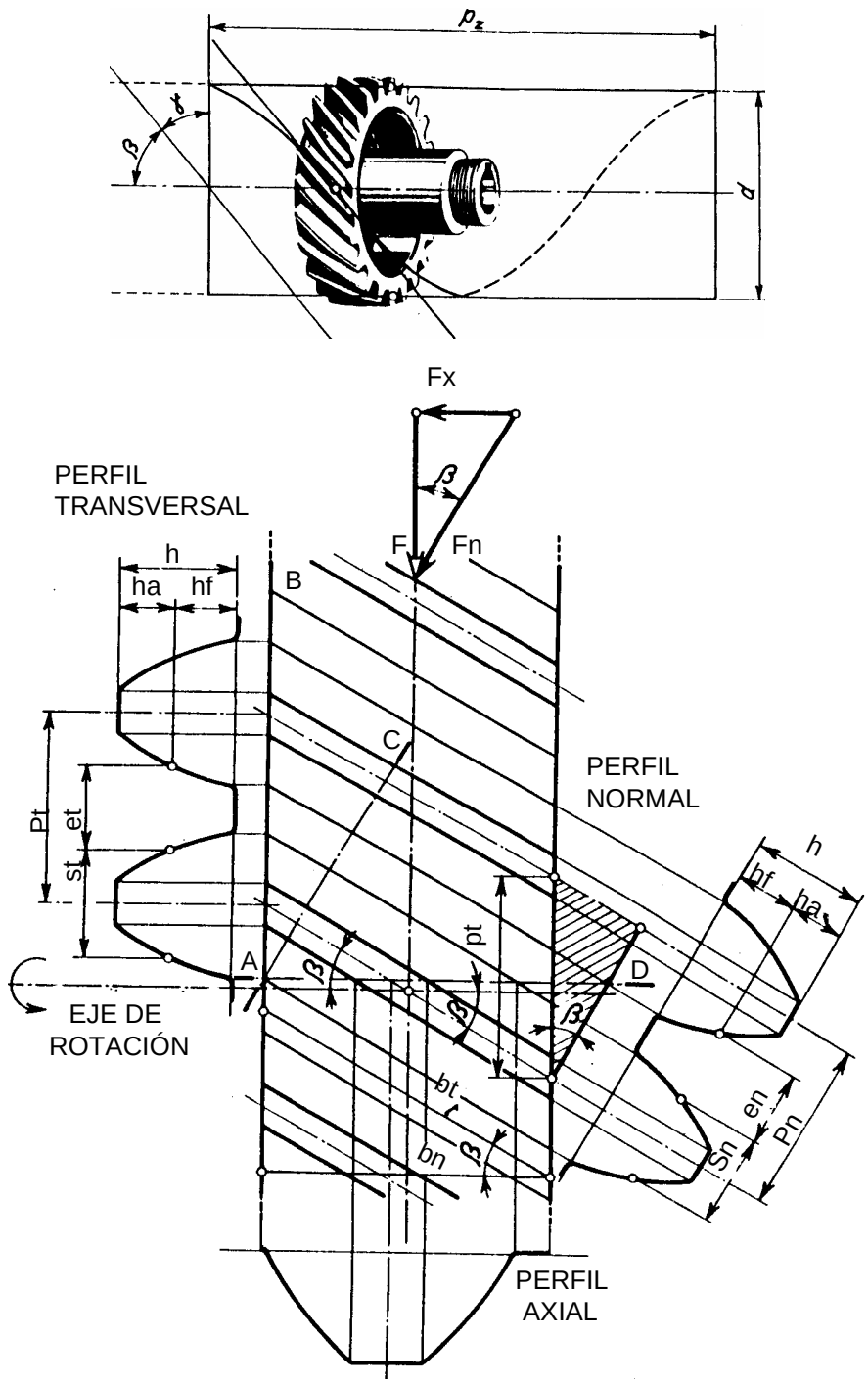


Fig. 28.3

Fuente: Bruño Edebe,Tecnología Mecánica 2-2, pp 70

- El perfil transversal . Que se obtiene , imaginando de seccionar la rueda con un plano AB perpendicular al eje de la rueda .

- El perfil normal. Que se obtiene, imaginando de seccionar la rueda con un plano AC perpendicular a la línea de los flancos .

- El perfil axial. Que se obtiene, imaginando de seccionar la rueda con un plano AD que pasa por el eje de la rueda .A estos tres perfiles corresponden :

El paso transversal ..... p_t
El paso normal ..... p_n
El paso axial ..... p_x

A esto tres pasos le corresponden :

El módulo transversal ..... m_t
El módulo normal ..... m_n
El módulo axial ..... m_x

Además en la figura anterior podemos notar :

El ángulo β y el triángulo de las fuerzas Fn - F - Fx
En donde :

Fn . Es la fuerza que actúa perpendicularmente a la longitud del diente.

F . Es la componente perpendicular a la generatriz del cilindro primitivo y representa el esfuerzo útil necesario para asegurar la rotación.

Fx . Es la componente paralela a esta generatriz y representa la fuerza que tiende a ajustar con la rueda segunda al eje de rotación.

Los otros elementos son idénticos a las ruedas cilíndricas de dientes rectos.

28.6. RELACIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS

Del triángulo de fuerzas seccionado en la figura anterior obtenemos :

$pn = pt \times \cos\beta$ O $pt = \frac{pn}{\cos\beta}$ pero $pn = \pi.m_n$

$\pi \times m_n = \pi \times m_t \times \cos\beta$ $pt = \pi.m_t$

ó sea $m_n = m_t \times \cos\beta$ o $m_t = \dfrac{m_n}{Cos\beta}$

Indicando con d al diámetro primitivo de la rueda y con z al número de dientes, siguiendo la figura que está en la parte superior resulta :

$$tg\beta = \frac{\pi.d}{Pz} \qquad \text{de la cuál se resuelve}$$

$$pz = \frac{\pi \times d}{tg\beta} = \frac{pt \times z}{tg\beta} = \frac{\pi \times m_t \times z}{tg\beta}$$

Dividiendo para el número de dientes se obtiene el paso axial :

$$px = \frac{\pi \times d}{z \times tg\beta} = \frac{pt}{tg\beta} = \frac{\pi \times mt}{tg\beta}$$

Del triángulo de fuerzas de la figura resulta :

$Fn = \dfrac{F}{\cos\beta}$ en la que $F = 1000\dfrac{P}{v}$ P = potencia en KW

v = veloc.perif.en m/s

$Fx = Fn \times sen\beta = \dfrac{F}{\cos\beta} sen\beta = F \times tg\beta$ en newton N

28.7. ESFUERZOS EN LAS RUEDAS DENTADAS DE DIENTES HELICOIDALES

DISTINCIÓN ENTRE EMPUJE AXIAL Y RADIAL

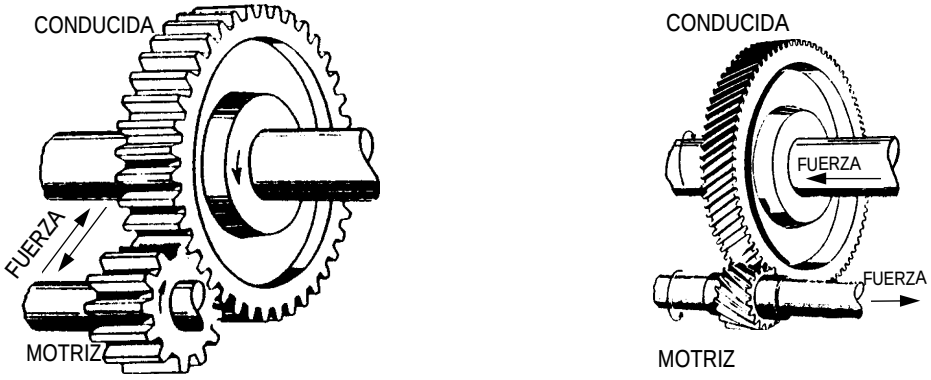


Fig. 28.4

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 76

Para no caer en errores indicamos en las dos figuras anteriores, la dirección de la Fuerza en los engranajes cilíndricos de diente recto y de diente helicoidal.

En la (fig. 28.4) de la izquierda hay un engranaje de dientes rectos y podemos notar que hay un esfuerzo radial, como ya se analizó anteriormente y cuyo valor es :

$$Fr = F \times tg\alpha$$

que depende del ángulo de presión α y del esfuerzo radial Fr; que es perpendicular al eje de rotación.

En la figura de la derecha en cambio, hay un engranaje de dientes helicoidales, por lo tanto el esfuerzo es axial, y su valor está expresado con :

$$Fx = F \times tg\beta$$

que depende del ángulo de la hélice β del diente y el esfuerzo axial Fx es paralelo al eje de rotación .

Además en el engranaje cilíndrico helicoidal notamos que :

1. El ángulo de inclinación del diente es igual para las dos ruedas, pero varía el sentido, así ; la rueda conductora o motriz tiene un corte de dentado derecho, mientras que la conducida, tiene un corte de dentado en sentido izquierdo.

2. La forma helicoidal da una superficie de contacto mas larga.

3. Dentro del paso hay algunos dientes engranando, por consiguiente podemos reducir la altura del diente sin perjudicar la continuidad del movimiento.

Además reduciendo la altura del diente es posible disminuir el número de dientes del piñón y realizar relaciones de transmisión de hasta 30 : 1 , para un solo engranaje.

La presencia de la Fuerza axial,

$$Fx = F \times tg\beta$$

que aumenta con el aumento de β , es el único inconveniente. Para esto se tiene que el ángulo β estará comprendido en el rango de 10° a 20°.

Casos especiales

ENGRANAJES BIHELICOIDALES

Para obviar el grave inconveniente del esfuerzo axial, se ha pensado en la construcción de los engranajes con dentadura bihelicoidal.

Una rueda Bihelicoidal se puede obtener de dos formas :

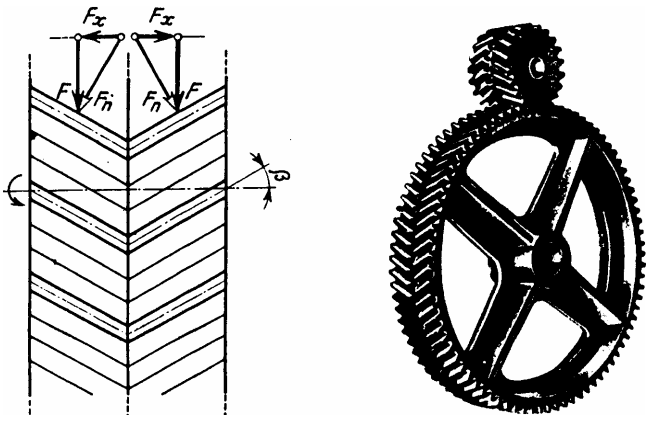


Fig. 28.5

- En una sola pieza ;
- Acoplando dos ruedas helicoidales

Eliminando el empuje axial podemos variar el ángulo β de 10° a 45° para ruedas veloces, esto permite reducir más la altura del diente sin perjudicar la continuidad del movimiento.

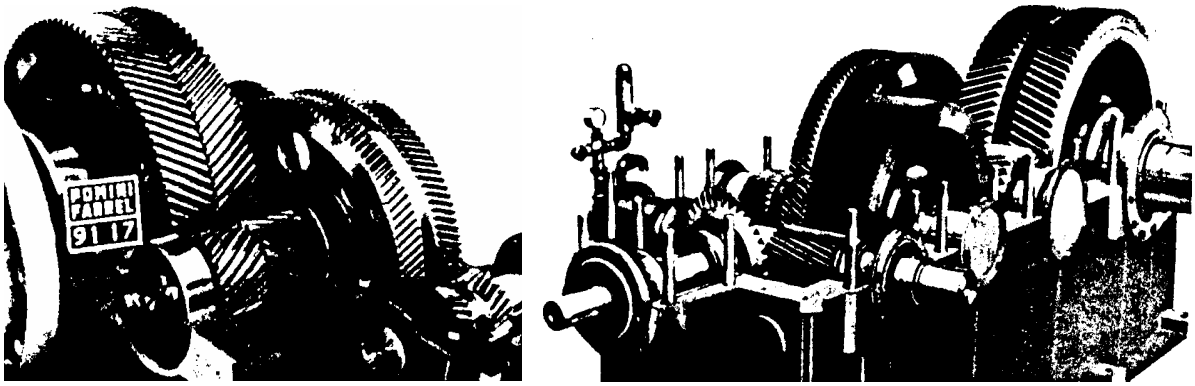


Fig. 28.6

Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica 2-2, pp 76

En la fig. 28.6 se presentan aplicaciones de engranajes con dientes bihelicoidales de gran potencia. Se puede notar la diferencia entre el ángulo β del primer engranaje y el de los otros . En el primer engranaje no podemos eliminar el empuje axial Fx.

28.8. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO[94]

Para el cálculo de la ruedas cilíndricas helicoidales, se determinan las fórmulas para el módulo transversal mt .

Pero, para tallar los dientes, usando las mismas fresas que para los dientes rectos, todos los elementos deben estar proporcionados en base al módulo normal .

$$m_n = m_t \times \text{Cos}\beta$$

Para determinar las fórmulas del módulo transversal se sigue el mismo procedimiento visto en las ruedas rectas, teniendo en cuenta los elementos de la figura.

[94] Vidondo Tomás, Tecnología del Metal 1-2, pp. 112-117

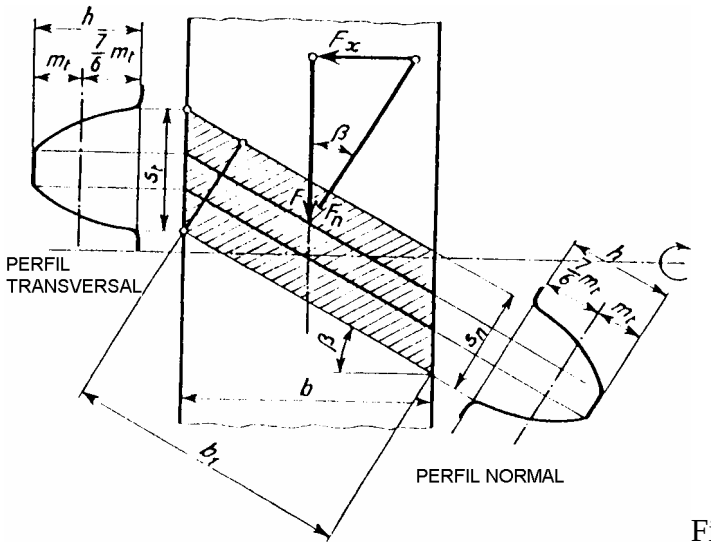


Fig. 28.7

$F = 1000\frac{P}{w \times r}$ el esfuerzo periférico en N

- Fn Empuje perpendicular que el diente de la motriz ejerce en el diente de la conducida ;
- b Es el ancho de la rueda;
- b1 Es el ancho del diente helicoidal;
- s_t Es el espesor transversal en la base del diente;
- s_n Es el espesor normal en la base del diente;
- $h = \frac{13}{6}m_t$, es la altura total del diente, teniendo presente que en la construcción será

$h = \frac{13}{6}m_n$

La parte seccionada de la figura 7 es la sección peligrosa, por lo tanto nos ponemos en la condición más desfavorable o sea :

$$s_t = \frac{p_t}{2} = \frac{\pi \times m_t}{2}$$

MÉTODO REULEAUX Como para las ruedas cilíndricas rectas, igual para las ruedas cilíndricas helicoidales, se considera al diente como una viga empotrada en un extremo y libre en el otro con una carga aplicada.

$$K = \frac{Mf}{Wf} \text{en la que } Mf = Fn \times h \quad \text{pero} \quad Fn = \frac{F}{\cos\beta} \text{ y } h = \frac{13}{6} m_t$$

sustituyendo $Mf = \frac{F}{\cos\beta} \times \frac{13}{6} m_t$

$$Wf = \frac{1}{6} b_1 \times s_1^2 \text{ pero } b_1 = \frac{b}{\cos\beta}; S_n = \frac{\pi \times m_n}{2} = \frac{\pi \times m_t \times \cos\beta}{2}$$

remplazando: $Wf \frac{1}{6} \times \frac{b}{\cos\beta} \times \frac{\pi^2 m_{1t}^2 \cos^2\beta}{4}$ simplificando

$$Wf = \frac{\pi^2}{24} b \times m_t^2 \times \cos\beta$$

remplazando en la fórmula general queda :

$$K = \frac{\frac{F}{\cos\beta} \times \frac{13}{6} m_t}{\frac{\pi^2}{24} b \ m_t \ \cos^2\beta}$$ que simplificando da;

$$K = \frac{52}{\pi^2} \times \frac{F}{b \times m_t \times \cos^2\beta}$$ poniendo como valor medio b = 10 m_t

$$K = \frac{52}{\pi^2} \times \frac{F}{10 m_t^2 \cos^2\beta} \qquad \text{pero} \quad \frac{52}{10\pi^2} \approx \frac{1}{2}$$

$$K = \frac{1}{2} \times \frac{F}{m_t^2 \cos^2\beta}$$ despejando el módulo transversal resulta

$$m_t = \sqrt{\frac{F}{2K \cos^2\beta}} \text{ también } m_t = \frac{1}{\cos\beta} \sqrt{\frac{F}{2K}}$$

Queriendo la fórmula del módulo transversal en función del Momento Torsor y del mínimo número de dientes tenemos :

$$F = \frac{Mt}{r_1} \text{ pero } r_1 = \frac{m_t \times z_1}{2} \text{ entoncesnosda } F = \frac{2Mt}{m_t \times z_1}$$

remplazando en la fórmula

$$m_t^2 = \frac{2Mt}{2 \times K \times \cos^2 \beta \times m_t \times z_1}$$ simplificando obtenemos;

$$m_t = \sqrt[3]{\frac{Mt}{K \times z_1 \times \cos^2 \beta}}$$

Para velocidades periféricas menores a 0,5 m/s, la carga de seguridad K tendrá los mismos valores que para las ruedas cilíndricas de dientes rectos.

En cambio para velocidades periféricas superiores a 0,5 m/s se recurre a la fórmula práctica;

$$Kv = K \frac{3}{3 + v}$$

Entonces las dos fórmulas quedan :

$$m_t = \frac{1}{\cos \beta} \sqrt{\frac{F}{2Kv}} \quad y \quad m_t = \sqrt[3]{\frac{Mt}{Kv \times z_1 \times \cos^2 \beta}}.$$

28.9. MÉTODO SEGÚN EL ING. V. FACHINI

Se sigue el mismo procedimiento que para las ruedas cilíndricas de dientes rectos, la fórmula que se obtiene después de realizar su procedimiento es :

$$m_t = \sqrt{Cv \times \frac{P}{K \times \cos^2 \beta}}$$ también $$m_t = \frac{1}{\cos \beta} \sqrt{\frac{P}{K} \times Cv}$$

Calculado el módulo transversal con estas fórmulas o con las dos fórmulas de REULEAUX, se determina el módulo normal con :

$$m_n = m_t \times \cos \beta$$

Modificando oportunamente el resultado en base a la serie de módulos establecidos para las ruedas cilíndricas con dientes rectos. Así :

En los engranajes con dientes rectos encontramos; F = A x b x m x K en donde

F es el esfuerzo periférico a transmitir;

$A = \frac{1,5}{\sqrt{v^2 + 25}}$ coeficiente de reducción, fijado empíricamente en función de la velocidad periférica;

$b = m(7 + 2\sqrt{v + 1})$ es el ancho de la rueda dentada, en este caso es igual al ancho

m módulo;

K la carga de seguridad.

También para las ruedas cilíndricas helicoidales, partiendo de la ecuación es estabilidad a la Flexión

$k = \frac{Mf}{Wf}$

Y teniendo en cuenta de la características del diente helicoidal, se realiza el mismo procedimiento con la fórmula:

Fn = A b k mn

$F_n \frac{F}{Cos\ \beta}$ Es el esfuerzo perpendicular del ancho del diente

$F_n \frac{F}{Cos\ \beta}$ El coeficiente de reducción, fijado experimentalmente

$b=m_t\ (7+2\sqrt{v+1})$ El ancho de la rueda dentada también puede ser $b = b_1 \cos \beta$

k Es la carga de seguridad

m_n y m_t Son respectivamente módulo Normal y módulo transversal

28.10. ELECCIÓN DE LA FRESA PARA TALLAR DENTADOS HELICOIDALES

Todos los elementos del dentado están fijados en base del módulo normal.

Para ver los criterios de elección de la fresa, analizamos la siguiente figura:

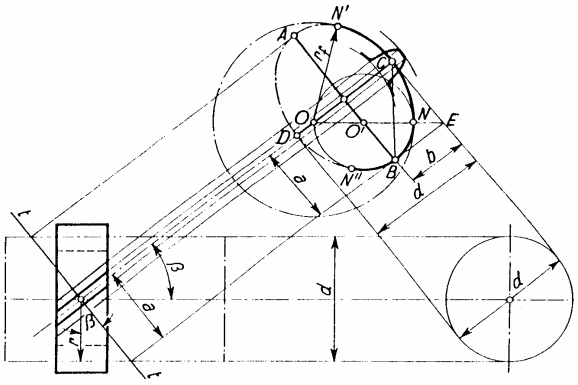


Fig. 28.8

d diámetro primitivo

β el ángulo de la hélice del diente en el eje de la rueda.

Seccionamos la rueda según el plano t-t perpendicular al ancho del diente, las líneas de intersección de este plano con las líneas del cilindro primitivo d indefinido (no determinado) con el que construimos la rueda, nos da como resultado una elipse , que se ve en la parte superior de la figura; cuyos ejes son:

$$\overline{AB} = 2a \quad ; \quad \overline{CD} = 2b$$

de la figura resulta

$$a = \frac{r}{\cos\beta} = \frac{d}{2\cos\beta} \qquad y \qquad b = r = \frac{d}{2}$$

La construcción geométrica de la elipse puede ser obtenida mediante cuatro arcos de circunferencia recordando que:

- Se trazan los ejes rectangulares, siendo de base el eje mayor a y la altura el eje menor b ;
- Se traza la diagonal C B ;
- Se traza la línea vertical E ,que resulta de la perpendicular a C B ; esta perpendicular determina

  * en el eje menor, el centro O del arco de circunferencia que pasa por C ;
  * en el eje mayor , el centro O' del arco de circunferencia que pasa por B ; y
  * el punto N que es el punto de unión para los dos arcos.

- El arco N' C N B N'' , así obtenido representa parte de la elipse ;
- La otra parte se obtiene realizando un trazo igual que el realizado y obtendremos una figura simétrica.

De esta construcción resulta evidente que ;

El arco N C N' de la elipse coincide con el arco de la circunferencia de centro O y radio rf

y por consecuencia

El radio de curvatura de la elipse primitiva de la rueda helicoidal es igual al radio rf de la circunferencia primitiva de la rueda cilíndrica ficticia recta.

Todos los elementos del dentado helicoidal, deberán ser iguales a los correspondientes elementos del dentado ideal.

La fresa necesaria para tallar z dientes en la rueda helicoidal que tiene por primitivo la elipse con semiejes 2a y 2b es la misma fresa capaz de tallar los zf

dientes de una rueda cilíndrica ideal con zf dientes rectos que tiene la circunferencia primitiva imaginaria de radio rf .

De la geometría sabemos que :

$$rf = \frac{a^2}{b} \text{ pero } rf = \frac{m_n \times zf}{2}$$

$$a = \frac{r}{\cos\beta} = \frac{d}{2\cos\beta} = \frac{m_t \times z}{2\cos\beta} = \frac{m_n \times z}{2\cos^2\beta}$$

$$b = r = \frac{d}{2} = \frac{m_t \times z}{2} = \frac{m_n \times z}{2\cos\beta}$$

remplazando $\frac{m_n \times z_f}{2} = \frac{m_n{}^2 \times z^2}{4\cos^4\beta} \times \frac{2\cos\beta}{m_n \times z}$ que simplificando da;

$$\boxed{zf = \frac{z}{\cos^3\beta}}$$

Entonces :

La fresa necesaria para tallar z dientes en una rueda helicoidal es la misma fresa que se utiliza en las ruedas rectas de igual módulo normal y con número de dientes z : $\cos^3 b$.

CORRECCIÓN DE LOS DIENTES HELICOIDALES

Como para el cálculo de la corrección de las ruedas dentadas de dientes rectos , las fórmulas son las mismas, únicamente con la advertencia de cambiar el módulo normal mn en lugar de módulo m y zf en lugar del número de dientes z .

En base a estas consideraciones , el valor de la corrección para las ruedas cilíndricas helicoidales se obtendrá, aplicando la fórmula :

$c = m_n(1-x)$ en donde el valor de x se obtiene

$$x = \frac{-1+\sqrt{1+(\rho^2+2\rho)\,sen^2\,\alpha}}{2\rho} z_f \quad \text{en la que} \quad \rho = \frac{1}{i}$$

MÍNIMO NÚMERO DE DIENTES z_1

Teniendo presente que la relación de transmisión entre el número de dientes es constante, el mínimo número de dientes va calculado con la misma fórmula que sirve para calcular los engranajes rectos. O sea,

$$z_f = \frac{2\rho}{-1+\sqrt{1+(\rho^2+2\rho)\,sen^2\,\alpha}}$$

El mínimo número de dientes del piñón helicoidal necesario para evitar la interferencia será :

$$z_1 = zf \times \cos^3 \beta$$

Ejemplo de Cálculo del módulo normal de una rueda cilíndrica helicoidal .
Proyectar un engranaje cilíndrico helicoidal reductor, constituido por un piñón en acero al carbono, fijado sobre un árbol motor del mismo material y por una rueda de fundición .
Los datos son :

Potencia a transmitir	P = 6 kW
velocidad angular	$\omega 1$ = 100 rad/s
relación de transmisión	i = 10 : 1
ángulo de la hélice	β = 10°
ángulo de presión	α = 20°

Solución

La solución de un engranaje cilíndrico helicoidal comprende :

El cálculo preliminar El cálculo definitivo

El primero sirve para estabilizar los elementos base ; y la segunda parte de estos elementos base, sirve para determinar los otros elementos definitivos del engranaje.

- Cálculo preliminar

Calculamos el módulo transversal :

Aplicamos la primera fórmula $d' = 52\sqrt[3]{\frac{P}{\omega_1}}$

$$d' = 52\sqrt[3]{\frac{6}{100}} = 20{,}3mm \text{ por seguridad asumimos } d' = 30mm$$

Aplicando la segunda fórmula, nos da ;

d1 = 2,5 x d´ = 2,5 x 30 = 75 mm
Con este valor del diámetro primitivo , el esfuerzo F periférico a transmitir es :

$$F = 100\frac{P}{\omega_1 \times r_1} = 100\frac{6}{100 \times 0{,}0375} = 160daN$$

Y la velocidad periférica resulta ;

$$v = w_1 \text{ x } r_1 = 100 \text{ x } 0{,}0375 = 3{,}75 \text{ m/s}$$

Cálculo de la carga de seguridad , poniendo K = 9 daN / mm^2 para el acero al carbono

K = 4 daN / mm^2 para la fundición

Porque el esfuerzo periférico a transmitir es pequeño y porque los dos dientes están en contacto, asumimos el valor más bajo de K o sea 4 daN / mm^2.
Pero la velocidad periférica es mayor a 0,5 m/s, debemos por lo tanto calcular Kv .

$$Kv = \frac{3}{3+v} \times K = \frac{3}{3+3{,}75} \times 4 = 1{,}8daN/mm^2$$

Cálculo del módulo Transversal

$$m_t = \frac{1}{\cos\beta}\sqrt{\frac{F}{2\times Kv}} = \frac{1}{\cos 10^o}\sqrt{\frac{F}{2\times 1{,}8}} = 6{,}77$$

El módulo normal , en base al cuál se deberá calcular todos los elementos de la dentadura helicoidal.

$m_n = m_t \text{ x } \cos\beta = 6{,}77 \text{ x } \cos 10° = 6{,}667 = 7$

Cálculo del número de dientes del piñón :

de la relación $d1 = mt \text{ x } z1$ obtenemos $z_1 = \frac{d_1}{m_t}$

poniendo $m_t = \frac{m_n}{\cos\beta} = \frac{7}{\cos 10^o} = 7{,}108$

se obtiene $z_1 = \frac{75}{7{,}108} = 10{,}55$ o sea 11 dientes

Control de la interferencia

Para evitar el fenómeno de interferencia , el mínimo número de dientes del piñón helicoidal deberá ser :

$z_1 = zf \text{ x } \cos^3\beta = 17 \text{ x } \cos^3 10° = 16{,}273$ redondeando nos da = 17 dientes

Al tener, en nuestro cálculo 11 dientes y siendo necesario 17 dientes como mínimo para evitar la interferencia, tenemos en nuestro problema la interferencia.

Para completar nuestro proyecto, tenemos dos soluciones :

- La primera mantener invariable z= 11 dientes y proceder a la corrección del diente;
- Y la segunda , fijar z = 17 dientes y modificar todos los elementos.

Primera Solución .- Diente corregido

Datos : $z_1 = 11$ $mn = 7$ $i = 10 : 1$ $\rho = 0,1$ $\beta = 10°$ $\alpha = 20°$

Diámetro primitivo del piñón .-

$d_1 = mt \,.z_1$ pero $mt = \frac{mn}{\cos\beta} = \frac{7}{\cos 10^o} = 7,108$

$d_1 = 7,108 \,.\, 11 = 78$ mm

Diámetro primitivo de la rueda .-

de la $i = \frac{d_2}{d_1}$ se obtiene $d_2 = i \text{ x } d1 = 10 \text{ x } 78 = 780$ mm

Número de dientes de la rueda .-

de la $i = \frac{z_2}{z_1}$ se obtiene $z_2 = i \text{ x } z_1 = 10 \text{ x } 11 = 110$ dientes

Valor de la corrección .-

$$c = m_n(1-x) \text{ pero } z_f = \frac{z_1}{\cos^3\beta} = \frac{11}{\cos 10^o} = 11,52$$

$$x = z_f \times \frac{-1+\sqrt{1+(\rho^2+2\rho)\,\text{sen}^2\,\alpha}}{2\rho}$$

$$x = 11,52 \times \frac{-1+\sqrt{1+(0,1^2+2\times 0,1)\,\text{sen}^2\,20^o}}{2\times 0,1}$$

$$x = 0,6912$$

$$c = 7\times(1-0,6912)$$

$$c = 2,16\text{mm}$$

En base a este valor de corrección , los elementos del dentado resultan :

Valores comunes a las dos ruedas

Paso normal .-

$$p_n = \pi \times m_n = 3{,}14 \times 7 = 21{,}98 mm$$

Paso transversal .-

$$p_t = \frac{p_n}{\cos\beta} = \frac{21{,}98}{\cos 10^o} = 22{,}32 mm$$

Espesor normal del diente .

$$s_n = \frac{\pi \times m_n}{2} - 0{,}025 \times m_n = \frac{3{,}14 \times 7}{2} - 0{,}025 \times 7 = 10{,}815 mm$$

Vano normal del diente .

$$e_n = p_n - s_n = 21{,}98 - 10815 = 11{,}165 mm$$

Altura total del diente .

$$h = \frac{13}{6} \times m_n = \frac{13}{6} \times 7 = 15{,}17 mm$$

Ancho de la rueda .

Aplicando la fórmula práctica

$$b = m_t(7 + 2\sqrt{v+1}) = 7{,}108(7 + 2\sqrt{3{,}75+1}) = 80{,}74 = 85 mm$$

Ancho del diente .

$$b_1 = \frac{b}{Cos\beta} = \frac{85}{Cos 10^o} = 86{,}3 mm$$

Elementos del piñón

Diámetro exterior .

$da_1 = d_1 + 2 (m_n + c) = 78 + 2 (7 + 2{,}16) = 96{,}32$ mm

Diámetro interior .

$df_1 = d_1 - 2 \text{ x } h = 96{,}32 - 2 \text{ x } 15{,}17 = 65{,}98$ mm

Addendum .

$ha_1 = m_n + c = 7 + 2{,}16 = 9{,}16$ mm

Paso de la hélice .

$$pz_1 = \frac{\pi \times d_1}{tg\beta} = \frac{3{,}14 \times 78}{tg10^o} = 1389mm$$

Elementos de la rueda

Diámetro exterior .

$$da_2 = d_2 + 2\,(\,m_n - c\,) = 780 + 2\,(\,7 - 2{,}16\,) = 789{,}68 \text{ mm}$$

Diámetro interior .

$$df_2 = da_2 - 2 \text{ x } h = 789{,}68 - 2 \text{ x } 15{,}17 = 759{,}34 \text{ mm}$$

Addendum .

$$ha_2 = m_n - c = 7 - 2{,}16 = 4{,}84 \text{ mm}$$

Paso de la hélice .

$$pz_2 = \frac{\pi \times d2}{tg\beta} = \frac{3{,}14 \times 780}{tg10^o} = 13890mm$$

Verificación de estabilidad del diente

En el cálculo definitivo, algunos elementos del dentado han variado, aunque en esta variación se han modificado solo los elementos constructivos, es siempre prudente verificar la estabilidad del diente .

En nuestro caso se da :

$$\sigma = \frac{Mf}{Wf} \text{ pero } Mf = Fn \times h = \frac{F}{\cos\beta} \times h = \frac{160}{\cos 10^o} \times 15{,}17 = 2465daN$$

$$Wf = \frac{1}{6} b_1 \, S_n{}^2 = \frac{1}{6} \times 86{,}3 \times 10{,}815^2 = 1682mm^3$$

$$\sigma = \frac{2465}{1682} = 1{,}47daN/mm^2$$

La carga de seguridad admisible es .-

$$Kv = \frac{3}{3+v} \times K \quad \text{pero } v = \omega_1 \times r_1 = 100 \times 0{,}039 = 3{,}9 m/s$$

$$Kv = \frac{3}{3+3{,}9} \times 4 = 1{,}74 daN/mm^2$$

La solicitación unitaria resulta σ = 1,47 daN / mm^2 menor que Kv = 1,74 daN / mm^2 ; se puede entonces concluir que el diente tiene buenas condiciones de estabilidad a la flexión.

Segunda solución : Diente normal

Datos : d_1 = 75 mm i = 10 : 1 ρ = 0,1 β = 20° α = 20°

Para evitar la interferencia z_1 debe ser mayor o igual a 17 para las ruedas cilíndricas helicoidales, nosotros fijamos 18 para estar seguros de evitar la interferencia.

En base a esto el módulo transversal resulta :

$$m_t = \frac{d_1}{z_1} = \frac{75}{18} = 4{,}17$$

Entonces el módulo normal será :

$m_n = m_t$ x cos β = 4,17 cos 10° = 4,11 redondeamos mn = 4,5

Cálculo del diámetro primitivo .

$$d_1 = m_t \times z_1 \quad \text{pero } m_t = \frac{m_n}{\cos\beta} = \frac{4{,}5}{\cos 10^o} = 4{,}56$$

$$d_1 = 4{,}56 \times 18$$

d_1 = 82 mm

Cálculo del esfuerzo periférico F .

$$F = 100 \frac{P}{\omega_1 \times r_1} = 100 \frac{6}{100 \times 0{,}041} = 146 daN$$

La velocidad periférica .

$v = \omega_1 \text{ x } r_1 = 100 \text{ x } 0{,}041 = 4{,}1 \text{ m/s}$

El ancho de la rueda

$$b = m_t(7 + 2\sqrt{v+1}) = 4{,}56(7 + 2\sqrt{4{,}1+1}) = 52{,}44 \text{ redondeando } b = 60\text{mm}$$

El ancho del diente .-

$$b_1 = \frac{b}{\cos\beta} = \frac{60}{\cos 10^o} = 60{,}92\text{mm}$$

Espesor normal del diente .-

$$s_n = \frac{\pi \times mn}{2} = \frac{3{,}14 \times 4{,}5}{2} = 7{,}065\text{mm}$$

Altura total del diente .-

$$h = \frac{13}{6} \times m_n = \frac{13}{6} \times 4{,}5 = 9{,}75\text{mm}$$

Carga de seguridad.-

$$Kv = \frac{3}{3+v} \times K = \frac{3}{3+4{,}1} \times 4 = 1{,}7\text{daNmm}$$

Verificación de la estabilidad del diente

$$\sigma = \frac{Mf}{Wf} \text{ pero } Mf = Fn \times h = \frac{F}{\cos\beta} \times h = \frac{146}{\cos 10^o} \times 9{,}75 = 1445\text{daN} \times \text{mm}^2$$

$$Wf = \frac{1}{6} b_1 s_n{}^2 = \frac{1}{6} \times 60{,}92 \times 7{,}065^2 = 507\text{mm}^3$$

$$\sigma = \frac{1445}{507} = 2{,}85\text{daN/mm}^2 \Rightarrow Kv = 1{,}7\text{daN/mm}^2$$

Como se ve el diente no ofrece ninguna garantía de estabilidad a la flexión .

Debemos variar algunos elementos calculados, conviene aumentar el ancho el ancho de la rueda , dado que es una solución práctica. Asumiendo b = 90 mm tenemos :

ACTIVIDADES DE REFUERZO

Realizar este trabajo entre dos compañeros

1. Realizar un dibujo a escala de una rueda dentada cilíndrica helicoidal, que usted consiga , de un diámetro exterior aproximadamente entre 60 y 120 mm, e indique lo siguiente :

   El paso hélice, el ángulo de la hélice y el sentido
   El paso axial, el paso transversal y el paso normal.

Indicar además el sentido del esfuerzo axial.

2. Realizar en un papel el gráfico del ángulo de la hélice y razonar el porqué no se confunde con el paso hélice de las roscas, demostrar además como se obtiene el paso de la hélice y el desarrollo del diámetro primitivo . Además indicar en el desarrollo la ubicación de la inclinación de la hélice.

3. Siguiendo el procedimiento de FACHINI, indicado para las ruedas con dientes rectos , obtener la fórmula final que corresponde al módulo.

4. Se desea conocer el tipo de fresa a utilizar para construir una rueda dentada cilíndrica con b = 18° , tiene 42 dientes y un módulo normal de 8.

5. En el ejercicio que acabamos de realizar, calcular la verificación de estabilidad del diente, con un ancho del diente igual a 100 mm y luego realice el cálculo de todos los elementos del engranaje.

6. Calcular los elementos característicos de un engranaje helicoidal con los siguientes datos:

$z_1 = 12$ $z_2 = 24$ $m = 10$ $\alpha = 15°$ $\beta = 20$

EVALUACIÓN

1. Una rueda dentada cilíndrica de dientes rectos será ruidosa porque existirá siempre el deslizamiento, suponiendo de asegurar la continuidad del movimiento. Se construyen ruedas dentadas cilíndricas helicoidales para obtener una transmisión

2. Realice un dibujo de una rueda dentada cilíndrica helicoidal en el que se indique, la inclinación de la hélice el ángulo de la hélice y el paso de la hélice.

3. En el dibujo abajo indicado, complete los elementos característicos que falten.

4. En el gráfico de la pregunta anterior está indicado el sentido de rotación. ¿ En que sentido estará orientado el empuje radial ?

------ Hacia la derecha o ------ Hacia la izquierda

5. En las ruedas dentadas cilíndricas helicoidales existen, el módulo normal y el módulo transversal ¿ porqué no existe el módulo axial ?

.....

.....

6. En el cálculo del módulo para las ruedas dentadas cilíndricas helicoidales se calcula el módulo transversal , ¿ por qué el módulo normal resulta menor en el cálculo ?

.....

.....

7. Calcular un engranaje con los datos siguientes :

P = 5 kW w1 = 80 rad/s w2 = 8 rad/s $\beta = 6°$ $\alpha = 20°$

Rueda en fundición y piñón en acero forjado

29. CÁLCULO DE RUEDAS DENTADAS

Para el cálculo de ruedas que sirven para realizar el montaje de la lira en la mesa de la fresadora con la finalidad de tallar ruedas dentadas cilíndricas helicoidales, existen juegos de ruedas y así mismo gama de agujeros en los divisores universales los mismos que

transcribimos a continuación:

29.1. JUEGOS DE RUEDAS DENTADAS DISPONIBLES

24-24-28-32-40-44-46-48--52-56-58-64-68-70-72-76-80-84-100

29.2. GAMA DE AGUJEROS DEL PLATO DIVISOR

Cara A 17-19-21-23-25-27-30-34-38-42-46-49-53-58
Cara B 28-35-37-39-41-43-47-51-54-57-59-62-66

Problema de cálculo de ruedas para tallar ruedas cilíndricas helicoidales.

Disponemos de una fresadora cuya mesa tiene un husillo de paso 5 mm, se va a utilizar un divisor con constante de 40. Debemos tallar una rueda dentada helicoidal de 26 dientes con módulo normal de 2,5 y un ángulo de inclinación de la hélice de $\beta = 30°$. Buscar los demás elementos y las ruedas a utilizar.

Solución

Calculamos primero los diámetros

$$d = mt.z \text{ y } mt = \frac{mn}{\cos\beta}; d = \frac{z.mn}{\cos\beta} = \frac{26.2{,}5}{\cos 30^{o}} = \frac{65}{0{,}866} = 75{,}05mm$$

$$da = d + 2.m = 75{,}05 + 2.2{,}5 = 80{,}05mm$$

$$df = d - 2\frac{7}{6}m = 75{,}05 - 2\frac{7}{62{,}5} = 69{,}25mm$$

Cálculo del paso hélice pz

$$pz = \frac{\pi.d}{tg\beta} = \frac{3{,}14.75{,}05}{tg\,30^{o}} = \frac{235{,}657}{0{,}577} = 408{,}41mm$$

Cálculo de la relación (razón) para obtener las ruedas

$$R = \frac{pz}{K.pm} = \frac{408{,}41}{40.5} = \frac{408{,}41}{200} = 2{,}042$$

Puede ser:

$$R = \frac{408{,}41}{200} o \frac{4084}{2000} o \frac{1021}{500} = 2{,}042$$

Estamos frente a un número primo, puede haber dos soluciones para encontrar las ruedas.

La primera, redondear el número primo en un número divisible, es decir por aproximación.

La segunda, la más exacta, por medio de las fracciones continuas o divisiones sucesivas, que veremos a continuación:

29.3. MÉTODO DE LAS FRACCIONES CONTÍNUAS[95].

Se hace el cálculo con este método, tomando en cuenta los cocientes y los residuos, dividiendo el divisor para el residuo y así sucesivamente.

[95] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 132-137**

Estableciéndose como sigue:

Cociente		2	23	1	4	4
Dividendo	1021	500	21	17	4	1
Producto	1000	483	17	16	4	
Divisor	21	17	4	1	0	

Se divide 1021 para 500, a 2, ahora 2 por 500 nos da 1000, 1000 menos 1021 nos da como resultado 21, ahora repetimos, 500 para 21 a 23, 23 por 21 nos da como resultado 483, 483 menos 500, da como resultado 17,... y así sucesivamente.

Para obtener todas las fracciones, se consideran dos fracciones $\frac{0}{1} y \frac{1}{0}$ como artificio de cálculo y se colocan al principio del cálculo.

Para la primera reducida se multiplica el valor de $\frac{1}{0}$ por el primer cociente, que en este caso es 2 y se añade $\frac{0}{1}$, considerada como reducida anterior a $\frac{1}{0}$, entonces se procede de la misma manera para los demás.

- sea multiplicando cada reducida por el cociente correspondiente y añadiendo los términos de la reducida anterior, se tendrá así la nueva reducida. De esta manera tendremos:

Primera reducida $$\frac{1\times 2+0}{0\times 2+1}=\frac{2}{1}=2{,}000$$

Segunda reducida $$\frac{2\times 23+1}{1\times 23+0}=\frac{47}{23}=2{,}0434$$

Tercera reducida $$\frac{47\times 1+2}{23\times 1+1}=\frac{49}{24}=2{,}0416$$

Cuarta reducida $$\frac{49\times 4+47}{29\times 4+23}=\frac{243}{119}=2{,}04201$$

Quinta reducida $\frac{243 \times 4 + 49}{119 \times 4 + 119} = \frac{1021}{500} = 2{,}042$

Todas las reducciones tienen aproximadamente el mismo valor que la real, por lo tanto nosotros debemos tomar una reducida que se pueda descomponer, en nuestro caso : $\frac{49}{24}$

Entonces :

$$\frac{49}{24} = \frac{7 \times 7}{8 \times 3} = \frac{56 \times 28}{24 \times 32}; \frac{7 \times 8}{3 \times 8} = \frac{56}{24}; \frac{7 \times 4}{8 \times 4} = \frac{.28}{.32}; \frac{56 \times 28}{24 \times 32}$$

Revisando con la tabla de ruedas disponibles se encuentran que si existen dichas ruedas, por lo tanto el cálculo está correcto.

ACTIVIDADES DE REFUERZO

Resolver los problemas entre dos compañeros:

1. Se desea construir una rueda dentada cilíndrica helicoidal, con 35 dientes un módulo normal de 3,5 y un ángulo de inclinación de la hélice de 20°. En una fresadora cuyo paso máquina es de 6 mm y se va a utilizar un divisor universal con una constante de 40. Calcular sus elementos y sus ruedas para la construcción.

2. Conociendo el intereje que es de 140 mm, los números de dientes $z1 = 15$ y $z2 = 25$, el paso normal 18,84 mm. Se desea construir el engranaje cilíndrico helicoidal en una máquina que tiene el tornillo de 6 mm de paso y en un divisor de constante 40 . Calcular todos los elementos y las ruedas necesarias para su tallado.

EVALUACIÓN

1. Cuantos métodos existen para obtener las ruedas de recambio, y cuales son:

Primer método .....

Segundo método .....

2. Explique brevemente el método de las divisiones sucesivas.

.....

.....

.....

3. Cuales son las fracciones que se utilizan, en el método de las fracciones continúas como artificio de cálculo para obtener todas las fracciones. Señale en orden de aplicación, indicando cuál se multiplica en la primera reducida .

$$\frac{1}{0} \qquad \frac{1}{1} \qquad \frac{0}{0} \qquad \frac{0}{1}$$

30. TRANSMISIÓN ENTRE EJES QUE SE CRUZAN

Las transmisiones entre ejes que se cruzan comprenden:

- Engranajes helicoidales con ejes que no son concurrentes ni paralelos, en proyección los ejes forman un ángulo menor de 90°.

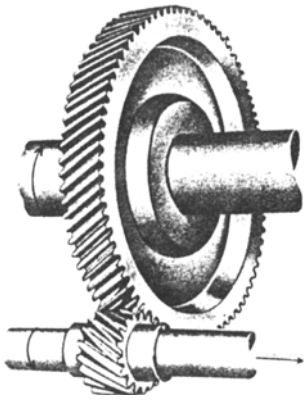
- Con más frecuencia este ángulo es de 90°; engranajes con ejes que se cruzan ortogonales.

- Cuando el piñón del engranaje con ejes ortogonales tiene un número de dientes comprendido entre uno y cinco se transforma en tornillo, el engranaje toma el nombre de engranaje de tornillo.

30.1. ENGRANAJES CON EJES QUE SE CRUZAN CON UN ÁNGULO CUALQUIERA[96]

Para comprender estos engranajes hacemos una comparación con los engranajes paralelos.

Analizando las figuras podemos indicar lo siguiente:



1.- En el engranaje helicoidal paralelo de la figura, una rueda tiene hélice derecha y la otra hélice izquierda, mientras que en los segundos las dos inclinaciones tienen el mismo sentido.

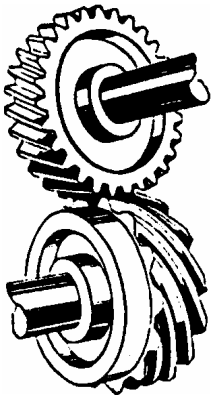


Fig. 30.1 Fuente: Bruño Edebe, Tecnología Mecánica, pp 142

2.- En el primer engranaje el contacto se extiende en todo el ancho del diente mientras que en los segundos el contacto está localizado en el punto medio de tal longitud (teóricamente). El esfuerzo periférico está concentrado en una zona muy pequeña, causando fuertes pérdidas por rozamiento.

[96] Edebe Bruño, Tecnología Mecánica, pp. 142-146

3.- Por consiguiente para asegurar el funcionamiento, es necesario que las dos ruedas ocupen una posición bien determinada sobre los ejes.

***Conclusión**:*

- Estos engranajes sirven para transmitir pequeñas fuerzas.
- Se emplean poco (en mandos reguladores, bombas, mecanismo de distribución)

RUEDA Y TORNILLO SIN FIN

Definición:

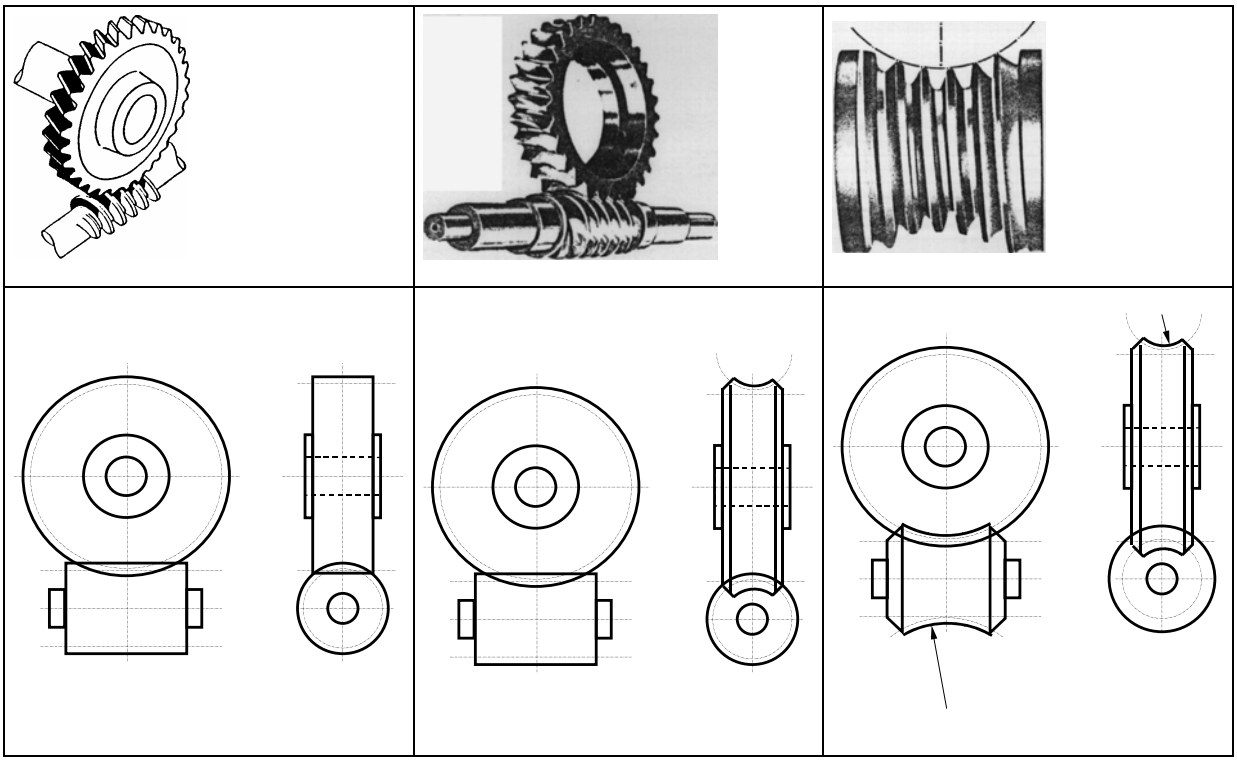
> "Un vi sinfín o tornillo sinfín, es un tornillo de una o varias entradas, dispuesto de tal modo que pueda engranar con una rueda dentada o engranaje de vi sinfín."

Tipos:

Los ejes de la rueda y el vi sinfín generalmente se cruzan en ángulo recto.

Puede considerarse el sistema vi sinfín - rueda como un caso particular de engranaje entre dos ruedas helicoidales, una de las cuales tiene uno o muy pocos dientes. Sin embargo para el mejor funcionamiento se puede modificar algo la forma del vi sinfín o de la rueda y de este modo se da lugar a una de estas tres combinaciones:

1.- Engranaje de vi sinfín cilíndrico con rueda cilíndrica helicoidal.
2.- Engranaje de vi sinfín cilíndrico con rueda de diente cóncavo.
3.- Engranaje de vi sinfín globoidal (hiperbólico)



El primer caso es un caso particular de los engranajes helicoidales. Sin embargo el vi sinfín y la rueda presentan poca superficie de contacto y por ello solo valen para pequeñas Potencias.

Para facilidad de construcción, sí el ángulo del engranaje helicoidal es muy pequeño (menos de 15°), se puede sustituir el engranaje helicoidal por otro de dientes rectos pero inclinados.

En el segundo caso, los dientes de la rueda se hacen curvos, con centro en el eje del vi sinfín. Esta forma consigue que el contacto entre la rueda y el vi sinfín sea mucho mayor y, por tanto, se puedan transmitir Potencias muchos mayores. La limitación de los dientes se hace como en la figura. Es el engranaje más usado.

En el tercer caso, la forma que se modifica es la del vi sinfín haciendo que se adapte a la rueda. Da mucho contacto entre los dientes, pero se utiliza poco, salvo en la dirección de los automóviles, por ser su construcción sumamente costosa, y no trataremos nosotros sobre ellos.

Para proceder con orden en el estudio se deberá:

1.- Establecer las características principales;

2.- Fijar los elementos del engranaje;

3.- Determinar las relaciones que unen los elementos;

4.- Examinar las fuerzas que actúan;

5.- Calcular los elementos del dentado.

1º. Características principales

Las características principales de un engranaje de rueda y tornillo sin fin son:

- Mínimo número de dientes
- Rendimiento
- Relación de transmisión
- La construcción de los dientes.

30.2. MÍNIMO NUMERO DE DIENTES

Confrontamos el engranaje de tornillo vi sinfín con el de la cremallera. (Fig. 30.2)

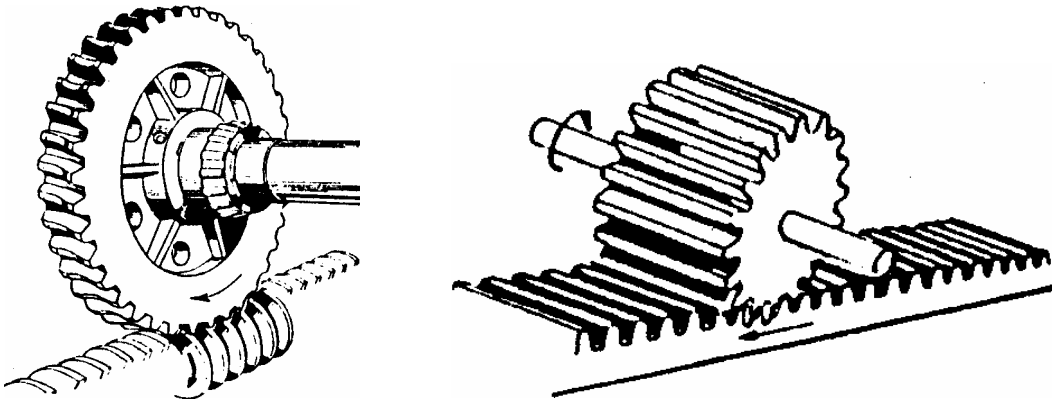


Fig. 30.2

En el caso del tornillo vi sinfín la rotación del tornillo provoca la rotación de la rueda.

En el caso de la cremallera el desplazamiento de esta provoca la rotación del piñón.

Si imaginamos hacer una sección pasante por el eje de rotación del piñón, nos daremos cuenta que la sección es la misma que la de una cremallera.

De esta forma obtenemos la siguiente conclusión:

El efecto producido por el tornillo sobre la rueda, es el mismo producido por el piñón sobre la cremallera.

Y por consecuencia:

El fenómeno de la interferencia es idéntico, así como idéntico también es el problema del mínimo número de dientes.

Es decir:

$\alpha = 20°$	$\alpha = 15°$	$\alpha = 14° 30'$
z = 18 dientes	z = 30 dientes	z = 32 dientes

Donde "z" es el mínimo número de dientes de la rueda, necesarios para evitar la interferencia visto anteriormente en el módulos 3.

30.3. RENDIMIENTO[97]

En el par piñón - cremallera el rozamiento entre las superficies en contacto, se manifiesta según la dirección de la recta de las presiones, o sea en el sentido de la altura del diente, es nula cuando los puntos de contacto se encuentran sobre los cilindros primitivos y aumenta al variar la distancia a los cilindros primitivos. El rozamiento es pequeño.

En el engranaje de tornillo el rozamiento se manifiesta en el sentido de la longitud del diente y se desarrolla a lo largo de toda la superficie de contacto, la pérdida debido al rozamiento es grande y el rendimiento es muy bajo. Además la rueda abraza al tornillo.

$$\eta = \frac{tg\beta}{tg(\beta+\rho)}$$

[97] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica, pp. 155-157**

En donde

β = ángulo de inclinación de la hélice

ρ = ángulo de rozamiento

μ = coeficiente de rozamiento $\leftrightarrow$ μ = tg ρ

Podemos tener las siguientes condiciones de rendimiento:

1.- Si $\beta = \rho$ tg β = tg ρ $\eta = 0,5$

Se verifica una condición límite de bloqueo espontáneo, al dejar de actuar la fuerza motriz el par mismo se mantiene en rotación y, el bloqueo espontáneo no es asegurado.

2.- Si $\beta < \rho$ tg β < tg ρ $\eta < 0,5$

Es la condición de bloqueo espontáneo. Al dejar de actuar la fuerza motriz el par se para instantáneamente, el bloqueo espontáneo es asegurado.

3.- Si $\beta > \rho$ tg β > tg ρ $\eta > 0,5$

El movimiento del par es más rápido, el tornillo sinfín tiene un paso largo (dos o más entradas) el rendimiento es elevado. Naturalmente:

Se gana en velocidad, pero se pierde en fuerza transmitida

En los engranajes de tornillo la condición de bloqueo espontáneo $\eta < 0,5$ es llamada condición de irreversibilidad y significa que el tornillo hace girar la rueda, pero no viceversa, la rueda no alcanza hacer girar el tornillo.

En la mayor parte de casos prácticos, la condición de irreversibilidad se verifica cuando $\beta \leq 6°$

En los engranajes de tornillo, el coeficiente de rozamiento μ = tg ρ disminuye con el aumento de la velocidad periférica, siguiendo la fórmula práctica.

$$\mu = 0{,}12 \cdot \frac{1+0{,}2v}{1+v}$$

Por consiguiente el rendimiento

$$\eta = \frac{tg\beta}{tg\beta + tg\rho}$$

Depende no solo del ángulo de inclinación de la hélice β sino también de la velocidad periférica v.

Para dar una idea de como mejorar el rendimiento, vemos la siguiente tabla sacadas de las fórmulas anteriormente vistas.

TABLA 30.1 EN FUNCIÓN DE v Y β[98]

(del libro del ing. V. Fachini)

v = m/s		0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
β	5°	0,489	0,534	0,591	0,623	0,643	0,656	0,669	0,676	0,684	0,689	0,694
	6°	0,530	0,575	0,629	0,659	0,679	0,691	0,704	0,710	0,717	0,722	0,726
	7°	0,571	0,615	0,667	0,697	0,715	0,726	0,738	0,744	0,750	0,754	0,758
	10°	0,651	0,692	0,740	0,765	0,780	0,790	0,800	0,805	0,810	0,814	0,817
	15°	0,730	0,765	0,802	0,825	0,837	0,845	0,853	0,857	0,861	0,865	0,869
	20°	0,775	0,806	0,840	0,858	0,868	0,875	0,881	0,885	0,888	0,891	0,893

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

Como en todos los engranajes, la relación de transmisión es igual a la relación entre la velocidad angular $\omega 1$ de la rueda motriz (Tornillo) y la velocidad angular $\omega 2$ de la rueda conducida.

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Más por la ley de la proporcionalidad inversa entre la velocidad angular y el número de dientes, tal relación resulta entre el número de dientes z2 de la conducida y el número de dientes z1 de la motriz.

[98] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica, pp. 159-163**

$$i=\frac{z_2}{z_1}$$

En nuestro caso, el número de dientes de la rueda motriz está representado por el número de filetes existentes en el paso de la hélice del tornillo, que indicaremos con "k", entonces queda; ´

$$i=\frac{z_2}{k}$$

Concluyendo resulta:

La relación de transmisión de un engranaje de tornillo, es igual a la relación entre el número de dientes z de la rueda y el número de dientes k del paso de la hélice del tornillo.

En base a esta relación tenemos:

Si el tornillo tiene una entrada de paso $i=\frac{z}{1}$

Si el tornillo tiene dos entradas de paso $i=\frac{z}{2}$

Si el tornillo tiene tres entradas de paso $i=\frac{z}{3}$

..... y así sucesivamente.

Por ejemplo:

k = 1 y z = 50 dientes será i = 50

"Como se puede ver con un engranaje de tornillo es posible obtener una relación de transmisión muy alto y por consecuencia, el movimiento rápido del tornillo se puede transformar en un movimiento lento de la rueda".

Más por el principio:

" Lo que se pierde en velocidad se gana en fuerza"

Podemos afirmar qué:

"El reductor formado por un engranaje tornillo - rueda es una máquina capaz de vencer una gran resistencia o fuerza con una pequeña potencia"

La siguiente (fig. 30.3) nos muestra un esquema de un engranaje tornillo - rueda de tres filetes, con la indicación del paso hélice, paso axial y la inclinación β de la hélice.

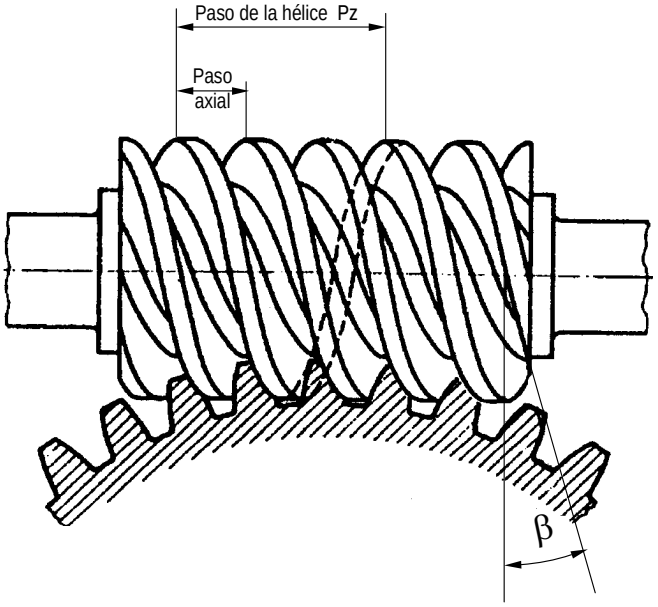


Fig. 30.3

Fuente: Bruño Edebe,Tecnología del Mecánica 2-2, pp 166

30.4. CONSTRUCCIÓN DE LOS DIENTES DE LA RUEDA[99]

Habíamos visto en el estudio de la sección del engranaje a tornillo - rueda que el tornillo se presenta como una cremallera.

Para que la transmisión sea dulce y silenciosa es necesario que durante el movimiento, la superficie de contacto de los dientes de la rueda corresponda perfectamente con la superficie del tornillo.

[99] **Edebe Bruño, Tecnología Mecánica 2-2, pp. 165- 169**

Por esto los dientes se construyen con cuchillas especiales con la forma del tornillo, que debe tener el mismo paso axial, el mismo diámetro primitivo y un diámetro exterior un poco mayor al del tornillo que engrana, para tener un poco de juego.

Los materiales que normalmente son utilizados en la construcción del tornillo o de la rueda son:

Ruedas en fundición gris y los tornillos en acero forjado;
Ruedas en bronce fosfórico y los tornillos en acero cementado o templado;
Ruedas en bronce especial y los tornillos en acero al níquel - cromo.

En las modernas construcciones se abandona el uso de la fundición, por otros materiales más resistentes y de menor coeficiente de rozamiento, tales como el Grillón, el Durallón, etc., en definitiva materiales sintéticos.

Debido al fuerte rozamiento y calentamiento se debe prever de lubricar y refrigerar el engranaje.

1º. Elementos del engranaje de tornillo

Elementos del tornillo	Elementos de la rueda
mx = módulo axial	mt = módulo transversal
mn = módulo normal	mn = módulo normal
px = paso axial	pt = paso transversal
pn = paso normal	pn = paso normal
sn = espesor normal	sn = espesor normal
en = vano normal	en = vano normal
ha = addendum de la rosca	ha = addendum del diente
hf = dedendum del filete	hf = dedendum del diente
h = altura de la rosca	h = altura del diente
k = número de entradas	z = número de dientes
d1 = diámetro primitivo	d2 = diámetro primitivo

da_1= diámetro de cabeza o exterior

da_2=diámetro de cabeza o exterior

df_1= diámetro del pié o interior

df_2= diámetro del pié o interior

β = inclinación de la hélice

dmáx= diámetro máximo

pz = paso de la hélice

r' = radio de la garganta

lv = longitud del tornillo

b = Ancho de la rueda

α = ángulo de presión

β = ángulo de la hélice

a = intereje

2º. Relación entre los elementos

El paso axial del tornillo es igual al paso transversal de la rueda y por consecuencia el módulo axial del tornillo es igual al módulo transversal de la rueda.

px = pt	mx = mt
Módulo normal	mn = mt · cos b
Paso axial	px = π · mx
Paso transversal	pt = π · mt
Paso normal	pn = px · cos β = pt · cos β
Espesor normal	sn = $\frac{Pn}{2}$ - 0,025 · mn
Vano normal	en = pn - sn
Addendum de la rosca	ha = mn
Dedendum del filete	hf = 7/6 mn
Altura total del diente	h = ha + hf = 13/6 · mn
Diámetro primitivo del tornillo	d1
Diámetro exterior del tornillo	da_1 = d1 + 2mn
Diámetro interior del tornillo	df_1 = d1 - 2 · 7/6 · mn
Diámetro primitivo de la rueda	d2
Diámetro exterior de la rueda	da_2 = d2 + 2mn
Diámetro interior de la rueda	df_2 = d2 - 2 · 7/6 o mn
Radio de la garganta	r' = r1 - ha = d1/2 - mn

Diámetro máximo $dmáx = da_2 + 2r'(1 - \cos\delta)$

El ángulo δ vale normalmente 45°

Paso de la hélice para una entrada $pz = px = \pi \cdot d1 \operatorname{tg} \beta$

Paso de la hélice para varias entradas $pz = k\ px$

Diámetro primitivo del tornillo $d1 = 10\ mn$ o $d1 = 3px$

Ancho del diente $b = (0,6 : 0,9)d1$

normalmente $b = 0,7d1$

en la mayoría de veces $b = 2,038\ px + 6$

Longitud del tornillo $lv = (4:5)px$

también $lv = 2mx(v´\ z + 1)$

Relación de transmisión

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z}{k} = \frac{d_2}{d_1} \cdot ctg\ \beta$$

3º. Estudio de las fuerzas que actúan

Las fuerzas que se manifiesten entre tornillo y rueda helicoidal :

1.- Las acciones del tornillo sobre la rueda

2.- Las reacciones iguales y contrarias de la rueda sobre el tornillo

ACCIÓN DEL TORNILLO SOBRE LA RUEDA

Durante el movimiento, el tornillo ejerce un empuje S, perpendicular a la longitud del diente helicoidal de la rueda y concentrado en el punto medio de contacto C. El esfuerzo S se puede descomponer en dos componentes que son :

- La fuerza F tangente a la circunferencia primitiva de la rueda y;

- La T paralela al eje de rotación de la rueda.

REACCIÓN DE LA RUEDA SOBRE EL TORNILLO

Las reacciones son iguales y contrarias y las indicamos con S, F y T.
Analizando la figura siguiente podemos concluir lo siguiente :

- La componente tangencial F sobre la rueda es igual y contraria a la componente axial F sobre el tornillo.

- La componente axial T sobre la rueda es igual y contraria a la componente tangencial T sobre el tornillo.

Analizando la figura .... Como en todos los engranajes la presión efectiva F, que la rosca del tornillo ejerce sobre el diente de la rueda , en el caso del perfil a envolvente, reacciona a lo largo de la recta de acción que tiene una inclinación a del ángulo de presión .

La presión efectiva F1 admite dos componentes :

- La presión F sobre la rueda; y,

- La presión radial Fr que tiende a separar la rueda del tornillo

A estas tres acciones del tornillo sobre la rueda F1 , F , Fr ubicadas con flechas blancas, corresponden las reacciones F1 , F , Fr iguales y contrarias de la rueda sobre el tornillo, indicadas con flechas negras.

Revisando las figuras ..... y ..... podemos indicar qué

F es la fuerza tangencial que determina la rotación de la rueda y es igual al empuje axial F sobre el tornillo;

T es la fuerza tangencial que determina la rotación del tornillo y es igual al empuje axial T sobre la rueda;

Fr es el empuje radial sobre la rueda y tornillo.

RELACIONES ENTRE F , T y Fr

Las figuras ..... nos dan la vista del tornillo de manera que se puedan ver claramente las fuerzas S, F y T y el ángulo de inclinación b .
Las tres fuerzas están aplicadas en el punto de contacto C.

S perpendicular a la rosca;
F es paralelo al eje de rotación del tornillo;
T es tangente a la circunferencia primitiva del tornillo.

Por lo tanto

$$T = F \cdot tg\ \beta$$

El esfuerzo tangencial se saca de la misma fórmula del Momento Torsor

$$T = 1000 \frac{P}{\omega_1 \cdot r_1} \qquad \text{en Newton}$$

$$Fr = F \cdot tg\ \alpha$$

Podemos examinar ahora los esfuerzos generados por el Tornillo, tenemos :

$$Mf = \sqrt{(M1 + M2)^2 + M3^2}$$

Concluyendo, el tornillo está sometido a flexión y torsión .

Para verificar el diámetro interior del tornillo es suficiente aplicar la fórmula de verificación .

$$\sigma = \frac{Mfi}{Wf} \langle k$$

El momento flector ideal puede ser calculado con la fórmula de Poncelet

$$Mfi = \frac{3}{8} Mf + \frac{5}{8} \sqrt{Mf^2 + Mt^2}$$

Comúnmente el momento Torsor es mucho más pequeño a causa del elevado número de revoluciones del tornillo; por esta razón conviene aplicar la fórmula aproximada de Pomini.

$$Mfi = Mf + 0{,}2\ Mt$$

O también prescindir del momento Torsor y verificar el tornillo a la simple flexión.

4º. Cálculo de los elementos del dentado

Es basado sobre la determinación del módulo, como en todos los engranajes. Se puede utilizar la segunda fórmula de Reuleaux.

$$mt = \sqrt[3]{\frac{Mt}{Kv \cdot z \cdot \cos^2 \beta}}$$

Que nos permite calcular el módulo transversal de la rueda helicoidal, donde b es el ángulo de la hélice . Esto significa que para poder usar esta fórmula hay que comenzar calculando la rueda , teniendo el cuidado de establecer antes la potencia entregada sobre el eje de la rueda tomando en cuenta el rendimiento.

$$m_n = 52 \sqrt[3]{\frac{P}{\omega_1 \cdot k^2} \cdot sen\, 2\beta}$$

Esta fórmula ha sido calculada en base a una carga de seguridad media entre las dos cargas de seguridad relacionadas a los distintos materiales que se pueden usar en la construcción.

Además esta fórmula permite determinar el módulo normal, presenta la ventaja de poder aplicar directamente al tornillo que es casi siempre la conductora.

El procedimiento de cálculo es similar al aquello desarrollado en los engranajes helicoidales. Las fórmulas para controlar la interferencia y la continuidad, para verificar la estabilidad son aproximadamente las mismas.

Ejemplo de cálculo :

Calcular un engranaje de tornillo sinfín, rueda helicoidal con los siguientes datos:

Potencia a transmitir	P = 9 kW
Velocidad angular del tornillo	ω1= 120 rad/s
Velocidad angular de la rueda	ω2= 10 rad/s
El tornillo en acero y la rueda en fundición	
Angulo de presión	α = 15°

Solución

Calculamos la relación de transmisión: $i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{120}{10} = 12$

Si usamos un tornillo de 1 entrada tendremos z = i k = 12 · 1 = 12 dientes

Si usamos un tornillo de 2 entradas tendremos z = 12 · 2 = 24 dientes

Si usamos un tornillo con 3 entradas tendremos z = 12 · 3 = 36 dientes

En los dos primeros casos tenemos interferencia por que z < 30, en el tercer caso no hay interferencia.

Entonces con el tercer caso quedaría que el tornillo es de tres entradas por lo tanto la inclinación de la hélice será de 18°.

30.5. CALCULO PRELIMINAR

Aplicando la fórmula :

$$m_n = 52 \sqrt[3]{\frac{P}{\omega_1 \cdot k^2} sen\, 2\beta}$$

$$m_n = 52 \sqrt[3]{\frac{9}{120 \cdot 3^2} sen\,(2 \cdot 18^o)}$$

$$m_n = 8,84$$

de este valor se deduce

$$m_x = m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{8,84}{\cos 18^o} = 9,29$$

Se obtiene

mx = mt = 10 $\alpha = 15°$ $\beta = 18°$

Con estos elementos se pasa al cálculo definitivo:

30.6. VALORES COMUNES

Paso axial y paso transversal px = pt = π · mx = π · mt = 3,14 · 10 = 31,4 mm

Paso de la hélice pz = k · px = 3 · 31,4 = 94,2 mm

Modulo normal mn = mx · cos β = mt · cos β = 10 cos 18° = 9,51 mm

Paso normal pn = π · mn = 3,14 · 9,51 = 29,86 mm

30.6.1. TORNILLO

El diámetro primitivo lo podemos calcular con dos fórmulas

$$tg\,\beta = \frac{Pz}{\pi \cdot d_1} \qquad tg\,\beta = \frac{k \cdot Px}{\pi \cdot d_1}$$

De la segunda fórmula $d_1 = \frac{k \cdot Px}{\pi \cdot tg\,\beta} = \frac{3 \cdot 3{,}14}{3{,}14 \cdot tg18^o} = 92\ mm.$

Diámetro exterior o de cabeza da1 = d1 + 2mn = 92 + 2 · 9,51 = 111 mm

Diámetro interior o de pié df1 = d1 - 2 · 7/6 mn = 92 - 2 x 7/6 x 9,51 = 69,81 mm

Longitud del tornillo lv = 2mx ($\sqrt{z+1}$) = 2 · 10 · ($\sqrt{36+1}$) = 140 mm

30.6.2. RUEDA

Diámetro primitivo d2 = mt · z = 10 x 36 = 360 mm

Diámetro exterior da2 = d2 + 2mn = 360 + 2 x 9,51 = 379 mm

Diámetro interior df2 = d2 - 2 · 7/6 mn = 360 - 2 x 7/6 x 9,51 = 337,81 mm

Longitud del dentado b = 2,38 px + 6 = 2,38 x 31,4 + 6 = 80,7 b = 80 mm

Intereje a = d1 + d2 / 2 =92 +360 / 2 = 226 mm

Radio de la garganta r’ = r1 - ha = 46 - 9,51 = 36,49 mm

Diámetro máximo Para δ = 45°

dmáx = da2 + 2r’ (1 - cos δ) = 379 + 2 x 36,49 x (1-cos45°)= 400,38 mm

30.6.3. CALCULO DE VERIFICACIÓN

Verificación de la estabilidad del diente

Para realizar esta verificación se debe aplicar la fórmula Fn = A b K mn , debemos entonces primero calcular v , A, F, y Fn.

Velocidad periférica $v = \omega 1 \cdot r2 = 10 \times 0{,}180 = 1{,}8$ m/s

Coeficiente de reducción A A = 0,282 mm

Esfuerzo periférico F F = 500 daN

Presión normal Fn Fn = 526 daN

Verificación

$$K = \frac{Fn}{A \cdot b \cdot m_n} = \frac{526}{0{,}286 \times 80 \times 9{,}51} = 2{,}45\, daN / mm^2$$

El diente está en buenas condiciones , teniendo en cuenta de que la potencia considerada de 9 kW es mayor de la que en realidad actúa en el eje de la rueda.

Control de la continuidad

Aplicando la fórmula de la continuidad se obtiene zi = 1,6 > 1

Lo que nos indica que la continuidad está asegurada.

30.6.4. CALCULO DE VERIFICACIÓN DEL TORNILLO

En este cálculo se pondrá el valor de la distancia " l " entre los soportes, es decir el apoyo entre los dos soportes ya que no conocemos las dimensiones de los rodamientos.

En este caso como la longitud del tornillo es de 140 mm, tomaremos “ l ” como 200 mm

1º. Componente tangencial T del tornillo	T = 1 630 N
2º. Momento Torsor generado por T	Mt = 7 498 daN mm
3º. Momento flector generado por T	M3 = 8 150 daN mm
4º. Empuje axial F sobre el tornillo	F = 501 daN
5º. Momento flector generado por F	M1= 23 046 daN mm
6º. Empuje radial sobre el tornillo Fr	Fr = 134 daN
7º Momento flector generado por Fr	M2 = 6 700 daN mm
8º Momento flector resultante	Mf = 30 900 daN mm
9º Momento flector ideal	Mfi = 32 400 daN mm
10º Módulo de resistencia a la flexión	Wf = 34 018 mm3

Verificación : La solicitación unitaria resulta;

$$\sigma = \frac{\text{Mfi}}{\text{Wf}} = \frac{32400}{34018} = 0,95\, daN/mm^2$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO

Problemas a realizar entre dos compañeros:

1. Calcular un engranaje de tornillo, con el tornillo construido en acero templado y rueda de bronce con los siguientes datos :

Potencia	10 kW
Velocidad angular	120 rad/s
Número de dientes	41 dientes
Angulo de inclinación	5°
velocidad periférica	1,5 m/s

2. Calcular un reductor tornillo - rueda con los siguientes datos :

Potencia	8 kW
Velocidad angular	120 rad/s
Relación de transmisión	40:1
Material	1 daN/mm²
Angulo de inclinación	6°

3. Calcular un engranaje reductor de Tornillo-rueda con los siguientes datos :

Potencia	10 kW
Velocidad angular conductora	140 rad/s
Velocidad angular conducida	10 rad/s
Angulo de inclinación de la hélice	15°

Tornillo en acero templado y rueda en bronce fosfórico

EVALUACIÓN

1. Pregunta de objetivo 1:

Complete la siguiente frase

a.- En la transmisión entre ejes que se cruzan comprenden los engranajes.....
..... y
.....

b.- ¿Qué tipo de engranajes son los que se pueden utilizar en la construcción de bombas o mecanismos de distribución ?

.....
.

2. Preguntas del objetivo 2:

Complete la frase

a.- Los engranajes de rueda y tornillo vi sinfín generalmente se cruzan en ángulo de

b.- Escriba con sus palabras la definición de rueda y tornillo sinfín .

.....
.....
.....
...

c.- En los engranajes tornillo y rueda helicoidal . ¿Por qué motivo se modifica algo la forma del vi sinfín o de la rueda ?

.....
.
.....
.

3. Preguntas del objetivo 3:

Complete las frases

a.- Para proceder con orden en el estudio de los engranajes de tornillo y rueda helicoidal se deberá proceder de la siguiente forma :

1.- Establecer las .....
2.- Fijar los .....
3.- Determinar las ..... que unen los elementos
4.- Examinar las ..... que actúan
5.- ..... los elementos del dentado

b.- Dentro de las características principales se pueden encontrar :

La construcción de los dientes ; El mínimo número de dientes ; y ;

..... ; .....

c.- Escriba las tres condiciones de rendimiento en base al rozamiento, que se pueden presentar en una transmisión de tornillo y rueda helicoidal.

1.- .....

2.- ....

3.- .....

Encierre en un círculo, la respuesta correcta

d.- En la mayor parte de los casos prácticos, la condición de irreversibilidad se verifica cuando:

$\beta = 12°$ $\beta = 6°$ $\beta = 10°$

e.- ¿Cuales son los valores mínimos, tanto del ángulo de inclinación de la hélice, como de la velocidad periférica ?. Para obtener el máximo rendimiento en una transmisión de tornillo y rueda helicoidal.

β = ...° ; v = ... m/s

f.- En la construcción de los dientes de la rueda, se utilizan diferentes tipos de materiales, tales como fundición gris, bronce fosfórico, bronce especial, etc., ¿ actualmente qué materiales se utilizan ?

CONCLUSIONES

Al desarrollar este trabajo se a podido relacionar directamente con la realidad educativa de la Institución de la que algún día fui parte como estudiante, la educación esta en proceso de cambio con un amplio porvenir si logramos entrar en este pensamiento los educadores, padres de familia y alumnos.

En las diferentes asignaturas del pensum de estudios se descuida el desarrollo de principios y valores, sin considerar que la responsabilidad es de cada uno de los docentes y autoridades que están en contacto con el educando y de esta manera puedan vivenciar los valores para contraponerlos a los antivalores de la sociedad.

El trabajo de campo realizado, los estudiantes se muestran inseguros por el futuro que les depara, ya que la preparación en las materias de formación científica así como en las técnico – prácticas no se sienten lo suficientemente preparados como para acceder a estudios superiores.

El colegio es la Institución encargada de la preparación científica y técnica para los bachilleres, satisfaciendo así las necesidades sociales e industriales de la comunidad, mediante la enseñanza del respeto a la vedad. Por lo tanto la ecuación técnica no debe estar concentrada solamente en el campo instructivo y de la capacitación.

BIBLIOGRAFÍA

Para la investigación y realización de este proyecto se tuvo que consultar a varias fuentes, citando las siguientes:

- BRUÑO EDEBE, Tecnología del Metal 1-2, Ediciones Don Bosco Barcelona España, 1980
- THROP ARNOLD, Fresado en el Taller, Ediciones Gustavo Gili México, 1995.
- DINARO SALVADOR, Manual del Tornero Mecánico, Ediciones Gustavo Gili Barcelona, 1977.
- HABICHT FRANK, Máquinas Herramientas Modernas, Edit Continental México, 1984
- SOLAR GONZALES CARLOS, Tecnología de Máquinas y Herramientas, Editorial Everest Madrid, 1978.
- SIMO JOSE MARÍA, Máquinas Herramientas, Editorial Vinces Vives Barcelona, 1970.
- MARIO RISSI, Máquinas Herramientas Modernas, Sexta Edición, 1967.
- DINARO SALVADOR, Manual del Mecánico Industrial, Editorial Cultural, Edición 1999.
- BEARD RUTH, Pedagogía y Didáctica de la Enseñanza, Edición Oikos – tau Barcelona 1974.
- MERANI ALBERTO, Las Ideas Pedagógicas, Ediciones Grijalbo México 1970.
- PERZ JUSTE RAMON, Evaluación de Centros y Calidad Educativa, Ediciones Cincel Madrid, 1992.
- HERNÁNDEZ ROJAS GERARDO, Paradigmas en Psicología de la Educación, Editorial Paidos México, 2002.
- HUBER DANIEL, Técnicas para Maestros, Editorial Reverte México, 1969.
- NOLKER HELMUT, Formación Profesional, Editorial Reberte Barcelona, 1983.

- CADENA BENJAMÍN, Instrucción a la Pedagogía, Editora Sol Cuenca.
- UNIVERSIDAD CAMILO JOSE CELA, Enciclopedia de Pedagogía, Madrid, 2002.

ANEXOS

ANEXO 1

COLEGIO TÉCNICO CARLOS CRESPI

CRITERIOS ACERCA DEL PERFIL PROFESIONAL DEL BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL

Encuesta solo para Estudiantes

OJETIVO:

Conocer el Perfil del Bachiller Técnico del Colegio Carlos Crespi con el fin de poder Analizar y Evaluar por bloques temáticos los contenidos de la materia que componen el Pensul de Estudios de la especialización de Mecánica Industrial.

INSTRUCTIVO

- La información vertida en la presente encuesta tiene un carácter confidencial; los datos obtenidos serán únicamente válidos para las personas que realizan la presente investigación.
- Antes de contestar, LEA DETENIDAMENTE la explicación de cada pregunta.
- Anote su respuesta, según su opinión, marcando con una cruz, en uno de los paréntesis, o escribiendo sobre las líneas indicadas.
- Si tiene dudas consulte al promotor.

5. Conoce usted, cuál es el perfil del bachiller técnica Industrial del Colegio Técnico Carlos Crespi

   Si ( ) No ( )

6. A su criterio, el actual perfil del bachiller técnico industrial, cumple con las expectativas de los estudiantes y las necesidades de la industria.

Nada ( ) Parcialmente ( ) Totalmente ( )

Porque:.....

.....

7. Cuales son las tres características principales de un bachiller técnico Industrial

.....

.....

.....

8. Con relación a las materias de formación profesional o de especialidad, cree usted, que se deberían implementar cambios.

Si ( ) No ( )

Porque:

.....

.....

9. Del siguiente listado, señale con números, los cambios que crea oportunos, en orden de importancia (priorizar, asignándole el número 1 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así sucesivamente).

( ) Objetivos ( ) Evaluación

( ) Contenidos ( ) Carga horario

( ) Metodología ( ) Otros (indique)

.....

10. A su criterio que materias deben incrementarse, modificarlas o eliminarlas en el pensul de estudios:

Incrementar	Porque
.....	.....
.....	.....

.....	.....
Modificar	Porque
.....	.....
.....	.....
.....	.....
Eliminar	Porque
.....	.....
.....	.....
.....	.....

11. En el siguiente listado, señale tres de las causas determinantes para la deserción de los alumnos del Colegio Técnico Carlos Crespi

    ( ) Horarios
    ( ) Metodología del profesor
    ( ) Evaluación
    ( ) Economía
    ( ) Expectativas no satisfechas

12. En el siguiente listado, señale tres de las causas determinantes para la no promoción, de los alumnos del Colegio Técnico Carlos Crespi

    ( ) Ausentismo
    ( ) Metodología del profesor
    ( ) Técnicas de enseñanza
    ( ) Sistema de Evaluación
    ( ) Técnica y medios de aprendizaje
    ( ) Material bibliográfico

13. El espacio físico destinado para el desarrollo de las actividades curriculares, es adecuado:

    ( ) Si ( ) No

Porque:

.....

.....

14. La implementación de (equipos, laboratorios, herramientas) de la especialidad de Mecánica Industrial, usted los considera:

Suficiente ( ) Insuficientes ( )

Porque: .....

.....

.....

15. Que necesitamos en la especialidad de Mecánica Industrial para que sea mejor implementada, según el siguiente listado:

( ) Laboratorios
( ) Equipo actualizado
( ) Herramientas
( ) Software
( ) Recursos didácticos
( ) Bibliotecas
( ) Otros (Indique) .....

f) Señalé con números en orden de importancia, que hace falta en el Colegio Técnico Carlos Crespi para mejorar la condición de los docentes en materias técnicas (priorizar, asignándole el número 1 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así y así sucesivamente).

( ) Becas para estudio fuera del país
( ) Cursos de perfeccionamiento profesional a nivel superior promovidos por

La Dirección de Educación u otros organismos

( ) Seminarios-Taller promovidos por el Colegio
( ) Planificación y trabajo en equipo

( ) Profesores vinculados con la industria

( ) Auto preparación continua

( ) Mayor control a los profesores por parte de las autoridades del Colegio

( ) Mayor exigencia de los alumnos a sus maestros.

( ) Otros (indique) .....

ANEXO 2

COLEGIO TÉCNICO CARLOS CRESPI

CRITERIOS ACERCA DEL PERFIL PROFESIONAL DEL BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL

Encuesta solo para Profesores.

OBJETIVO:

Conocer el criterio de los Profesores para saber si estamos cumpliendo nuestros objetivos curriculares, el plan de estudios, los programas de las materias, y los sistemas de evaluación

En los cuales debemos llegar a satisfacer las necesidades sociales y las expectativas de los educandos.

INSTRUCTIVO

- La información vertida en la presente encuesta tiene un carácter confidencial; los datos obtenidos serán únicamente válidos para las personas que realizan la presente investigación.
- Antes de contestar, LEA DETENIDAMENTE la explicación de cada pregunta.
- Anote su respuesta, según su opinión marcando con una cruz, en uno de los paréntesis, o escribiendo sobre las líneas indicadas.
- Si tiene dudas consulte al promotor.
- Una vez resulta la encuesta, entréguela al encuestador.

Titulo que Usted posee: .....

Experiencia como docente: ..... Años.

1. Conoce usted, cuál es el perfil del bachiller técnico Industria del Colegio Técnico Carlos Crespi.

Si ( ) No ( )

2. A su criterio, el actual perfil del bachiller técnico industrial, cumple con las expectativas de los estudiantes y las necesidades de la industria.

Nada ( ) Parcialmente ( ) Totalmente ( )

Porque:

.....
.....
.....

3. Cuales son las tres características principales del perfil profesional del bachiller técnico Industrial

.....
.....
.....

4. Con relación a las materias de formación profesional o de especialidad, cree usted, que se deberían implementar cambio.

Si ( ) No ( )

Porque:

.....
.....

5. Del siguiente listado, señale con números, los cambios que crea oportunos, en orden de importancia (priorizar, asignándole el número 1 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así sucesivamente).

( ) Objetivos ( ) Evaluación
( ) Contenidos ( ) Carga horario
( ) Metodología ( ) Otros (indique)

.....

6. A su criterio que materias deben incrementarse, modificarlas o eliminarlas en el pensum de estudios.

Incrementar	Porque
.....	.....
.....	.....
.....	.....
Modificar	**Porque**
.....	.....
.....	.....
Eliminar	**Porque**
.....	.....
.....	.....

7. En el siguiente listado, señale tres de las causas determinantes para la deserción de los alumnos del Colegio Técnico Carlos Crespi

( ) Horarios
( ) Metodología del profesor
( ) Evaluación
( ) Economía
( ) Relación alumno – profesor
( ) Expectativas no satisfechas

8. En el siguiente listado, señale tres de las causas determinantes para la no promoción, de los alumnos del Colegio técnico Carlos Crespi

( ) Ausentismo
( ) Metodología del profesor
( ) Técnicas de enseñanza
( ) Sistema de Evaluación
( ) Técnica y medios de aprendizaje
( ) Material bibliográfico

9. El espacio físico destinado para el desarrollo del las actividades curriculares, es adecuado:

( ) Si ( ) No

Porque:

.....
.....

10. La implementación de (equipos, laboratorios, herramientas) de la especialidad de Mecánica Industrial, usted los considera:

Suficientes ( ) Insuficientes ( )

Porque:

.....
.....
.....

11. Que necesitamos en la especialidad de Mecánica Industrial para que sea mejor implementada, según el siguiente listado:

( ) Laboratorios
( ) Equipo actualizado
( ) Herramientas
( ) Software
( ) Recursos didácticos
( ) Bibliotecas
( ) Otros (Indique)
.....

12. Señalé con números en ordene importancia, que hace falta en el Colegio Técnico Carlos Crespi para mejorar la condición de los docentes en materias técnicas (priorizar, asignándole el número 1 al de mayor importancia, el número 2 al siguiente y así sucesivamente).

( ) Becas para estudio fuera del país
( ) Cursos de perfeccionamiento profesional a nivel superior promovidos
( ) Seminarios-Talleres promovidos por el Colegio
( ) Planificación y trabajo en equipo
( ) Auto preparación continua

( ) Mayor control a los profesores por parte de las autoridades del Colegio.

( ) Mayor exigencia de los alumnos a sus maestros

( ) Otros (indique) .....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

NOMBRE DE LA UNIDAD: ACEROS Y FUNDICIONES
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 1
Objetivos:

1. Diferenciar los estados de la Materia Prima.
2. Definir las características de los principales minerales de hierro.
3. Identificar partes principales del horno.
4. Clasificar los tipos principales de fundiciones.

DESTREZAS	CONOCIMIENTOS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	RECURSOS DIDÁCTICOS.	EVALUACIÓN.
Visualizar los minerales de hierro que tenemos en nuestro medio. Distinguir las diferentes fundiciones que aplicamos en el área de Mecánica	Estado de la materia. Obtención de materias primas. Obtención de la fundición. Tipos de fundición Piezas fundidas	Propiciar el trabajo en grupos para desarrollar las actividades en clase. Mediante representaciones gráficas, llegar a la interpretación de los contenidos. Lograr la participación activa del alumno.	Ejercicios de actividades en clase. Desarrollo de los tareas encomendadas Sustentar trabajos de investigación	**COGNITIVO** Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, trabajos de investigación. Se valorara la participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos **PROCEDIMENTAL** Se evaluara las pruebas orales y escritas. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos **ACTITUDINAL** Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: ACEROS Y FUNDICIONES
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 2
Objetivos:

1. Identificar el Acero
2. Conocer el método de obtención del acero.
3. Diferenciar las propiedades físicas de los metales.
4. Identificar las formas comerciales de los aceros.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Tener un claro concepto del acero. Interpretar la forma de obtención del acero. Representar las formas comerciales de los aceros.	Concepto de acero. Obtención del acero. Fabricación del acero. Formas comerciales de los aceros. Propiedades físicas de los metales. Identificar los metales.	Mediante representaciones graficas llegar a la interpretación de los contenidos. Formar grupos de estudiantes para elaborar actividades en clase. Proponer inquietudes sobre el tema para ser analizados.	Ejercicios propuestos en clase. Desarrollo de las tareas. Trabajos de investigación.	**COGNITIVO** Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, trabajos de investigación. Se valorara la participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos **PROCEDIMENTAL** Se evaluara las pruebas orales y escritas. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos **ACTITUDINAL** Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: MAQUINAS HERRAMIENTAS
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 3
Objetivos:

1. Conocer las ventajas de utilizar las maquinas herramientas
2. Diferenciar los tipos de maquinas herramientas.
3. Identificar la herramienta de corte y sus características.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Utilizar las maquinas herramientas correctamente. Clasificar los tipos de maquinas herramientas de taller. Seleccionar la herramienta de corte adecuada. Conocer de que material están echas las herramientas de corte. Establecer la maquinabilidad de los metales.	Objetivo de las maquinas herramientas. Clasificación de las maquinas herramientas. Mecanizado con arranque de viruta. Herramienta de corte. Material de las herramientas de corte. Elementos de corte. Maquinabilidad de los metales.	Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia.	Uso adecuado del material didáctico. Ejercicios y actividades en clase. Trabajos de Investigación de tarea. Repaso de toda la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, trabajos de investigación. Se valorara la participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: MAQUINAS HERRAMIENTAS
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 4
Objetivos: Conocer los elementos de las máquinas herramientas

1. Identificar los mecanismos de las máquinas herramientas.
2. Diferenciar los diferentes mecanismos de las maquinas herramientas.
3. Calcular los diámetros de las poleas para los mecanismos.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Identificar los elementos de una maquina herramienta. Diferenciar los mecanismos empleados en las maquinas herramientas. Clasificar los tipos de mecanismos que existen. Aplicar la relación de transmisión en los mecanismos. Calcular los diámetros de las poleas para los mecanismos.	Elementos de las maquinas herramientas. El embrague. Vaciador de velocidades. Caja de velocidades. Cojinetes y soportes. Tipos de mecanismos. Correas y poleas. Relación de transmisión.	Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integren la unidad. Elaboración de cuadros y tablas conceptuales. Elaboración de fichas técnicas.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: MAQUINAS HERRAMIENTAS
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 5
Objetivos:

1. Conocer los principios de lubricación.
2. Clasificar los tipos de lubricación.
3. Identificar los diferentes aceites lubricantes.
4. Aplicar la lubricación para un mantenimiento preventivo.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir el concepto de lubricantes. Saber los principios fundamentales de la lubricación. Diferenciar las clases de lubricantes. Conocer el funcionamiento de los lubricantes. Aplicar el tipo de aceites lubricantes. Utilizar los diferentes tipos de grasas.	Principios de lubricación. Clases de lubricación. Funciones de los lubricantes. Aditivos. Tipos de aceites lubricantes. Grasas. Sistemas de lubricación. Dispositivos para lubricación por aceites. Dispositivos para lubricación por grasa.	Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad. Elaborar un proyecto sobre el tema y aplicar los conocimientos de estadística. Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo.	Actividades para desarrollar la actividad mental. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Uso adecuado del material didáctico. Ejercicios y actividades en clase.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 6
Objetivos:

1. Identificar los diferentes ángulos, superficies y aristas de corte.
2. Determinar el tipo de material de la herramienta de corte.
3. Aplicar las normas generales del afilado para la herramienta de corte y soldadas.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Identificar los ángulos de una herramienta de corte. Diferenciar las superficies y aristas de corte. Determinar el material de las herramientas de corte. Conocer las normas generales del afilado de las herramientas soldadas. Seguir la secuencia de operaciones del afilado de la herramienta soldada. Aplicar las prácticas para el afiladote la herramienta.	Generalidades. Ángulos, Superficies y aristas de corte. Influencia de los ángulos. Ángulos de posición. Determinación del material de la herramienta de corte. Secuencia de operaciones del afilado de las herramientas soldadas. Precauciones generales antes del afilado.	Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado.	Trabajos de Investigación de tarea. Repaso de toda la unidad. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integran la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 7
Objetivos:

1. Identificar las partes principales del torno paralelo.
2. Conocer el funcionamiento del torno paralelo.
3. Aplicar el sistema de lubricación y mantenimiento del torno paralelo.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Diferenciar las partes principales del torno paralelo. Definir cada una de las partes principales. Saber el funcionamiento del torno paralelo. Poner en marcha la maquina. Lubricar y dar mantenimiento al torno paralelo.	Definición del torno. Partes principales del torno. Funcionamiento del torno. Puesta en marcha de la maquina. Primera operación. Segunda operación. Lubricación y mantenimiento.	Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad. Elaborar un proyecto sobre el tema y aplicar los conocimientos de estadística. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Elaboración de fichas técnicas. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Actividades para desarrollar la agilidad mental. Elaboración de tablas y cuadros conceptuales.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 8
Objetivos:

1. Definir el proceso de trabajo o mecanizado.
2. Distinguir las tolerancias de forma y su posición.
3. Calcular la velocidad de corte y el número de revoluciones por minuto.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir el concepto de proceso de mecanizado. Enunciar los conceptos básicos. Identificar los factores fundamentales para establecer un proceso de mecanizado. Establecer las tolerancias de forma y posición. Comprobar las concentricidades entre ejes y superficies cilíndricas.	Generalidades de un proceso de trabajo. Conceptos básicos de un proceso de mecanizado. Factores fundamentales para establecer un proceso de mecanizado. Tolerancias de forma y posición. Velocidad de corte. Ejemplo de procesos de mecanizado.	Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor.	Uso adecuado del material didáctico. Ejercicios y actividades en clase. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integren la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 9
Objetivos:

1. Realizar las operaciones del refrentado.
2. Conocer la operación de ejecución de centros.
3. Realizar la operación del cilindrado.

DESTREZAS	CONOCIMIENTOS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	RECURSOS DIDÁCTICOS.	EVALUACIÓN.
Definir la operación del refrentado. Conocer los tipos de refrentados. Realizar prácticas del refrentado. Conocer la operación de ejecución de centros. Identificar los tipos de agujeros de centros. Definir la operación del cilindrado. Diferenciar los tipos de cilindrados.	Definición del refrentado. Tipos de referentazos. Sujeción de la herramienta. Sujeción de la pieza. Fijación de la pieza para la ejecución de centros. Tipos de centros. Formas de realizar los agujeros de centro. Definición del cilindrado. Tipos de cilindrados. Operación del cilindrado.	Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Elaboración de fichas técnicas. Ejercicios y actividades en clase. Uso adecuado del material didáctico. Elaboración de tablas y cuadros conceptuales.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 10
Objetivos: Definir la operación del taladrado.

1. Realizar la operación del taladrado.
2. Calcular los datos para la operación del taladrado.
4. Conocer la operación del torneado cónico.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir la operación del taladrado. Calcular la velocidad de corte Definir la operación de un torneado cónico. Conocer las generalidades del torneado cónico.	Definición del taladrado. Movimiento principal y de avance. Operación del taladrado. Velocidad de corte. Advertencias. Definición del torneado cónico. Generalidades del torneado cónico. Torneado cónico interior. Operación del torneado cónico.	Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad.	Elaboración de fichas técnicas. Trabajos de investigación de tarea. Repaso de toda la unidad. Elaboración de tablas y cuadros conceptuales.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 11
Objetivos: Realizar un montaje de la pieza en el torno entre puntos.

1. Diferenciar los tipos de montajes de la pieza al aire.
2. Realizar un montaje entre el plato y el contrapunto con luneta.
4. Conocer las normas de seguridad en el montaje de las piezas.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Conocer algunas generalidades del torno paralelo. Aplicar el montaje de una pieza entre puntos. Conocer los diferentes montajes al aire. Realizar un montaje entre el plato y el contrapunto. Realizar un montaje entre el plato y la luneta. Conocer las normas de seguridad en el montaje de las piezas.	Generalidades del torno paralelo. Montaje entre puntos. Trazado de puntos. Ejecución de puntos. Defectos que deben evitarse al construir los centros . Montaje de la pieza en el torno. Procedimientos de sujeción Montaje al aire. Normas de seguridad.	Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Actividades para desarrollar la agilidad mental. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Repaso de toda la unidad. Trabajos de investigación de tarea.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 12
Objetivos: Conocer las características del troceado.

1. Identificar la herramienta del tronceado.
2. Determinar las características del moleteado.
4. Conocer la herramienta de moletear.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir la operación del troceado. Conocer la herramienta utilizada para troncear. Saber el sentido de rotación de la pieza. Definir la operación del moleteado. Conocer la herramienta utilizada para moletear. Saber cual es la finalidad de moletear.	Concepto de troceado. Herramienta de trocear. Sentido de rotación. Operación del tronceado. Definición del moleteado. Herramienta de moletear.	Elaborar un proyecto sobre el tema aplicando los conocimientos de estadísticas. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad.	Elaboración de fichas técnicas. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Repaso de toda la unidad. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integran la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: EL TORNO PARALELO
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 13
Objetivos: Establecer las características de una rosca.

1. Realizar el cálculo de las ruedas de recambio.
2. Clasificar los diferentes tipos de roscas.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Conocer los principios de construcción de una rosca. Identificar los distintos tipos de roscas. Saber la forma de anular la caja de avances. Calcular las ruedas de recambio.	El roscado en el torno. Roscado exterior e interior. Tornos modernos. Roscas laminadas y roscas cortadas. Utilización de la caja de avances. Anulación de la caja de avances. Calculo de las ruedas de recambio. Normas generales.	Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas. Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad.	Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Actividades para desarrollar la agilidad mental. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integran la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: SIERRA MECANICA
CURSO: SEGUNDO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 14
Objetivos: Conocer Los tipos de maquinas a serrar

1. Definir los elementos de la maquina de serrar.
2. Aplicar un adecuado sistema de refrigeración.
4. Conocer las características de una hoja de sierra.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Conocer los tipos de maquinas de serrar. Establecer los elementos de las maquinas a serrar. Identificar los sistemas de avances. Conocer las ventajas de utilizar las maquinas de serrar. Distinguir los tipos de mordazas. Conocer el sistema de refrigeración. Saber las características de las hojas de sierra.	Tipos de maquinas de serrar. Elementos de la sierra de movimiento rectilíneo alternativo. El avance. Sistema de contrapeso. Sistema de husillo. Sistema de avance hidráulico. Tornillo o mordaza de fijación de la pieza. Sistema de refrigeración.	Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento.	Actividades para desarrollar la agilidad mental. Elaboración de cuadros y tablas conceptuales. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Trabajos para investigación de tarea.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 15
Objetivos: Conocer Los tipos de fresadoras.

1. Diferenciar las partes principales de la fresadora.
2. Definir los mecanismos de la cadena cinemática

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir el concepto de fresado. Clasificar los tipos de fresadoras. Diferenciar las fresadoras por la manera de obtener la profundidad de pasada. Diferenciar las fresadoras por el tipo de trabajo que realiza. Conocer las características de la fresadora universal. Definir las partes principales de la fresadora.	Definición del fresado. Clasificación de las fresadoras. La fresadora universal. Cadena cinemática. Transmisión del movimiento al eje principal Transmisión del movimiento a la caja de cambios para avances. Terminología de las maquinas herramientas. Datos y características técnicas de una fresadora.	Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Elaborar un proyecto sobre el tema aplicando los conocimientos de estadísticas. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento.	Uso adecuado de materiales didácticos. Elaboración de cuadros y tablas conceptuales. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Trabajos para investigación de tarea.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 16
Objetivos: Conocer Los movimientos de trabajo en el fresado.

1. Determinar la dirección de los movimientos de corte y avance.
2. Aplicar las operaciones fundamentales del fresado.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir la teoría del fresado. Determinar los movimientos de trabajo en el fresado. Determinar la dirección de los movimientos de corte y avance. Determinar las operaciones elementales del fresado.	Teoría del fresado. Los movimientos de trabajo en el fresado. Dirección de los movimientos de corte y avance. Operaciones elementales del fresado. Fresado frontal. Fresado periférico.	Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento.	Actividades para desarrollar la agilidad mental. Elaboración de fichas técnicas. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Repaso de toda la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 17
Objetivos: Conocer la definición de fresa.

1. Clasificar los tipos de fresas.
2. Determinar los ángulos de corte.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir el concepto de fresa. Conocer la clasificación de las fresas. Determinar los ángulos de corte.	La fresa definición. Clasificación de las fresas según el tipo de diente. Clasificación de las fresas según su aplicación. Clasificación de las fresas según su sistema de fijación. Clasificación de las fresas según su material. Determinar los ángulos de corte.	Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia.	Uso adecuado del material didáctico. Ejercicios y actividades en clase. Trabajos de Investigación de tarea. Repaso de toda la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, trabajos de investigación. Se valorara la participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 18
Objetivos: Definir el concepto de aparato divisor.

1. Clasificar los tipos de aparatos divisores.
2. Realizar el cálculo de las divisiones.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Conocer las generalidades sobre el divisor. Diferenciar los tipos de aparatos divisores. Determinar las características del divisor universal. Realizar el cálculo de las divisiones.	Generalidades sobre el divisor. Tipos de aparatos divisores. Divisor universal. Principio de funcionamiento. Relación fundamental. Partes principales. Calculo de las divisiones. Divisiones directas. Divisiones Indirectas.	Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integren la unidad. Elaboración de cuadros y tablas conceptuales. Elaboración de fichas técnicas.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 19
Objetivos: Conocer otros tipos de operaciones del fresado.

1. Determinar las características de las operaciones del fresado.
2. Realizar los diferentes cálculos para las operaciones de fresado.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Distinguir los tipos de operaciones en el fresado. Conocer las características de las operaciones del fresado. Realizar los cálculos para las diferentes operaciones.	Realizar el fresado de ranuras helicoidales. Realizar el tallado de la herramienta de corte. Realizar el fresado de guías en cola de milano. Realizar el fresado de ranuras en T. Realizar el mandrilado en la fresadora. Realizar el taladrado en la fresadora.	Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad. Elaborar un proyecto sobre el tema y aplicar los conocimientos de estadística. Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo.	Actividades para desarrollar la actividad mental. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Uso adecuado del material didáctico. Ejercicios y actividades en clase.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 20
Objetivos: Determinar el concepto de Aplanado, Escuadrado y Fresado a Pulso.

1. Conocer el tipo de herramienta a utilizar.
2. Ejecutar el montaje de la herramienta y sujeción.
4. Realizar el proceso de trabajo de una pieza.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir el concepto de aplanado, escuadrado y fresado a pulso. Conocer el tipo de herramientas a utilizar. Realizar el montaje de la herramienta. Determinar las instrucciones a seguir. Conocer las normas de seguridad. Elaborar el proceso de trabajo de la pieza.	El aplanado. El escuadrado. Fresado a pulso. Tipo de herramienta a utilizar. Montaje de la herramienta. Sujeción de la pieza. Instrucciones. Normas de seguridad. Procesos de trabajo. Requerimiento de herramientas.	Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado.	Trabajos de Investigación de tarea. Repaso de toda la unidad. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integran la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 21
Objetivos: Conocer las características del rasurado circular.

1. Realizar los cálculos para el rasurado circular.
2. Seguir las instrucciones para el rasurado circular.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Determinar el equipo de trabajo que se necesita para el rasurado circular. Saber el tipo de herramienta a utilizar. Determinar el montaje de la pieza y la herramienta. Realizar los cálculos correspondientes. Seguir las instrucciones del caso.	Ejercicio de rasurado circular. Equipos de trabajo. Tipos de herramientas a utilizar. Montaje de la pieza. Montaje de la herramienta. Cálculos. Instrucciones. Normas de seguridad.	Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad. Elaborar un proyecto sobre el tema y aplicar los conocimientos de estadística. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Elaboración de fichas técnicas. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Actividades para desarrollar la agilidad mental. Elaboración de tablas y cuadros conceptuales.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA FRESADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 22
Objetivos: Conocer las características y generalidades del tallado de engranajes.

1. Tener conocimientos del modulo
2. Realizar los cálculos dimensiónales para el tallado de engranajes.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Clasificar las ruedas dentadas. Determinar el modulo. Conocer los engranajes de dientes rectos. Definir los elementos de las ruedas dentadas. Diferenciar los tipos de dentados. Aplicar las formulas generales. Realizar el tallado de dientes rectos, hélices y engranajes helicoidales.	Generalidades. Clasificación de las ruedas dentadas. Modulo diametral Pitch. Perfil de los dientes. Engranajes de dientes rectos. Engranajes helicoidales. Angulo de la hélice. Paso de la hélice. Relación de transmisión. Engranajes helicoidales.	Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor.	Uso adecuado del material didáctico. Ejercicios y actividades en clase. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integren la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA LIMADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 23
Objetivos: Conocer las características principales de la limadora.

1. Distinguir las partes principales de la limadora.
2. Saber el funcionamiento de la limadora.
4. Establecer los trabajos característicos de la limadora.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir el concepto de limadora. Determinar las partes principales. Distinguir la herramienta a utilizar. Conocer los trabajos que se realizan en la limadora. Calcular la velocidad de corte y avance. Considerar las normas de seguridad.	Introducción. Principales órganos de la limadora. Accionamientos para los movimientos principales. Herramienta de la limadora. Trabajos en la limadora. Selección de la velocidad de avance y de corte. Normas de seguridad.	Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Elaboración de fichas técnicas. Ejercicios y actividades en clase. Uso adecuado del material didáctico. Elaboración de tablas y cuadros conceptuales.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: LA RECTIFICADORA
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 24
Objetivos: Conocer las características de la rectificadora.

1. Establecer las formas y dimensiones de la muela.
2. Conocer las generalidades en la rectificadora tangencial y cilíndrica.
4. Aplicar las condiciones de trabajo para las rectificadoras.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Saber la definición de rectificado. Conocer las características de las muelas abrasivas. Determinar las características de la rectificadora tangencial y cilíndrica. Realizar los cálculos para las diferentes operaciones de rectificado.	Generalidades. Las muelas abrasivas. Formas y dimensiones de las muelas. Equilibrio de las muelas. Trabajos en la rectificadora tangencial. Movimientos de trabajo. Trabajos en la rectificadora cilíndrica. Movimientos de trabajo. Condiciones de trabajo para las rectificadoras.	Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Propiciar el trabajo en grupo para realizar las actividades en clase. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad.	Elaboración de fichas técnicas. Trabajos de investigación de tarea. Repaso de toda la unidad. Elaboración de tablas y cuadros conceptuales.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: RUEDAS DENTADAS
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 25
Objetivos: Definir el concepto de ruedas dentadas.

1. Conocer las transmisiones entre ejes paralelos.
2. Determinar los elementos de las ruedas dentadas.
4. Conocer las características de un tren de engranajes.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Saber el concepto de ruedas dentadas. Conocer la transmisión entre ejes paralelos. Identificar los elementos de las ruedas dentadas. Conocer los elementos de un tren de engranajes. Saber la relación de transmisión de un engranaje.	Definición de ruedas dentadas. Transmisión entre ejes paralelos. Elementos de una rueda dentada. Variación del modulo. Elementos de un tren de engranajes. Relación entre los elementos de un engranaje. Relación de transmisión. Uniformidad y continuidad del movimiento.	Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Actividades para desarrollar la agilidad mental. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Repaso de toda la unidad. Trabajos de investigación de tarea.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD 4 RUEDAS DENTADAS
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 26
Objetivos: 1. Conocer el perfil evolvente.
3. Calcular el mínimo número de dientes de un engranaje.
4. Conocer las generalidades de un engranaje cilíndrico interior.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Definir el concepto de perfil evolvente. Trazar el perfil evolvente. Calcular el mínimo número de dientes. Conocer los engranajes con dientes rebajados. Conocer los engranajes cilíndricos interiores. Conocer el engranaje piñón cremallera.	Trazado del perfil evolvente. Angulo de presión. Procedimiento. Mínimo numero de dientes. Engranajes con dientes rebajados. Dentadura rebajada. Engranajes cilíndricos interiores. Engranaje piñón cremallera Mínimo numero de dientes.	Elaborar un proyecto sobre el tema aplicando los conocimientos de estadísticas. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad.	Elaboración de fichas técnicas. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Repaso de toda la unidad. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integran la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: RUEDAS DENTADAS
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 27
Objetivos:

1. Conocer el procedimiento para determinar el modulo.
2. Realizar los ejercicios de aplicación.
3. Diferenciar los procedimientos para determinar el modulo.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Conocer el procedimiento de Reuleaux. Realizar los ejercicios de aplicación. Conocer el procedimiento según Fachins.	Determinación del modulo. Procedimiento de Reuleaux Carga de seguridad. Ejercicios de aplicación. Control de la interferencia. Procedimiento según V. Fachini. Ejercicios de aplicación.	Resolver los problemas e inquietudes de los alumnos frente al tema que estamos aprendiendo. Incentivar al alumno la búsqueda de diferentes alternativas para un mejor aprendizaje. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas. Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad.	Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Actividades para desarrollar la agilidad mental. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integran la unidad.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: RUEDAS DENTADAS
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 28
Objetivos: 1. Clasificar los tipos de ruedas cilíndricas con dientes helicoidales.
2. Conocer los elementos característicos.
3. Conocer los esfuerzos que están sometidos.
4. Seleccionar correctamente la fresa para el tallado de dientes helicoidales.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Conocer los engranajes helicoidales simples. Determinar sus elementos característicos. Relacionar los elementos característicos. Conocer los esfuerzos en las ruedas dentadas. Conocer los engranajes bihelicoidales. Determinar el modulo.	Engranajes helicoidales simples. Elementos característicos. Relación entre los elementos característicos. Esfuerzos en las ruedas dentadas de dientes helicoidales. Engranajes bihelicoidales. Determinación del modulo. Método según el Ing. Fachini. Elección de la fresa para tallar dientes helicoidales.	Elaborar y utilizar guías técnicas, material didáctico para un mejor entendimiento de la materia. Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento.	Actividades para desarrollar la agilidad mental. Elaboración de cuadros y tablas conceptuales. Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Trabajos para investigación de tarea.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: RUEDAS DENTADAS
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 29
Objetivos: Conocer la transmisión entre ejes que se cruzan.

1. Determinar las características principales.
2. Calcular los elementos del dentado.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Conocer la transmisión entre ejes que se cruzan. Determinar los engranajes con ejes que se cruzan con un angulo cualquiera. Conocer la rueda y tornillo sin fin. Saber las características principales. Construir los dientes de las ruedas. Conocer los elementos principales. Realizar el estudio de las fuerzas que actúan.	Transmisión entre ejes que se cruzan. Engranajes con ejes que se cruzan con un angulo cualquiera. Rueda y tornillo sin fin. Mínimo numero de dientes. Rendimiento. Construcción de la rueda dentada. Estudio de las fuerzas que actúan. Calculo de la verificación del tornillo.	Incentivar la participación activa del estudiante para despertar su creatividad. Elaborar un proyecto sobre el tema y aplicar los conocimientos de estadística. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Elaboración de fichas técnicas. Desarrollo y revisión de las tareas encomendadas. Actividades para desarrollar la agilidad mental. Elaboración de tablas y cuadros conceptuales.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos

NOMBRE DE LA UNIDAD: RUEDAS DENTADAS
CURSO: TERCERO DE BACHILLERATO
MODULO Nº 30
Objetivos: Calcular las ruedas mediante el método de las fracciones continuas.

1. Conocer el juego de las ruedas dentadas disponibles.
2. Conocer la gama de agujeros del plato divisor.

DESTREZAS	**CONOCIMIENTOS**	**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**	**RECURSOS DIDÁCTICOS.**	**EVALUACIÓN.**
Tener en consideración el juego de ruedas dentadas disponibles. Considerar la gama de agujeros del plato divisor. Realizar los problemas de cálculo de ruedas para tallar engranajes cilíndricos helicoidales. Conocer el método de las fracciones continuas.	Juegos de ruedas dentadas disponibles. Gama de juegos del plato divisor. Método de fracciones continúas.	Realizar los ejercicios y actividades propuestas por el profesor. Inculcar inquietudes e investigaciones para reforzar el tema estudiado. Utilizando ejemplos lograr que los alumnos infieran el conocimiento. Utilizar ejercicios y problemas relacionados a situaciones cotidianas.	Utilización de equipos y herramientas adecuadas. Afirmación del conocimiento mediante la ejecución de ejercicios que integren la unidad. Elaboración de cuadros y tablas conceptuales. Elaboración de fichas técnicas.	COGNITIVO Se valorara el esfuerzo en el trabajo individual, y trabajos de investigación. La participación en el trabajo por grupos. Valor cuantitativo 8 Puntos PROCEDIMENTAL Se evaluara las pruebas escritas. Se evaluara las pruebas orales. Lecciones orales y escritas. Valor cuantitativo 8 Puntos ACTITUDINAL Participación en clase. Asistencia a clases. Puntualidad en las clases. Valor cuantitativo 4 Puntos