



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

*DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMÁTICO PARA LA ELABORACION DE HOJAS REFILES
EDUCATIVAS PARA LA IMPRENTA UNIGRAF*

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero Electrónico.

Autores:

Luis Felipe Espinoza Morán

Roberto Carlos Mora Peña

Director:

Freddy Gonzalo Pesantez Díaz

Cuenca, Ecuador

2013

DEDICATORIA

A Dios por ser el responsable de mi dedicación y triunfos para lograr mis objetivos presentes en mi vida profesional y espiritual.

A mis padres por ser los pilares fundamentales en mi vida cotidiana, académica; enseñándome muchos valores y sobre todo la dedicación a mis responsabilidades, que día a día los voy tomando con madurez, dando lugar a buenos frutos laborales y personales.

A mis familiares, hermanas y sobrinos por brindarme ese apoyo incondicional con el que siempre conté durante toda mi vida estudiantil, por enseñarme que la vida se consigue con méritos propios.

A mis amigos, que siempre estuvieron apoyándome en todo momento, ya sea en las aulas como afuera de ellas.

Luis Felipe

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mi familia en general. También dedico este proyecto a mi esposa y mis hijas, por brindar el tiempo que les corresponde a ellas para la elaboración de este trabajo. Ellas representan la inspiración para lograr un gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

Roberto

AGRADECIMIENTO

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo.

Por esto queremos agradecer primero a Dios ya que sin Él nada de esto fuera posible. De una manera especial a los Sres. Luis Mora y Sra. Elsa Peña, propietarios de IMPRENTA UNIGRAF, quienes nos abrieron las puertas de su empresa para la mentalización y desarrollo del proyecto

También queremos agradecer de manera muy especial a nuestro tribunal de graduación, los Ingenieros Hugo Torres, Leonel Pérez y Freddy Pesantez quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de este proyecto el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas, y a éste último quien asumió con acierto la dirección de la tesis tras la ausencia del Ingeniero Hugo Torres.

Dejamos presente nuestro agradecimiento al Ingeniero Bolívar Méndez y a la Ingeniera Johanna Alvarado por su colaboración en asumir la dirección de nuestra tesis debido a la ausencia de los Ingenieros Leonel Pérez y Hugo Torres.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, amigos y familiares quienes estuvieron en los buenos y malos momentos de nuestra carrera y que pone fin a una etapa de nuestra vida, pero que da comienzo a una nueva vida profesional

Luis y Roberto

250313

TITULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO
PARA LA ELABORACIÓN DE HOJAS REFILES EDUCATIVAS PARA LA
IMPRESA UNIGRAF

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene la información sobre la necesidad de automatizar un proceso productivo en una pequeña empresa, así como detalles del diseño y construcción del sistema electromecánico del mismo. Para la elaboración de dicho proceso, se procedió a dividir el proyecto en varias etapas, siendo la primera el diseño mecánico y posicionamiento de actuadores eléctricos. El sistema es controlado en su totalidad por un PLC y además tiene una interfaz amigable gracias la conexión de un HMI. La electrónica de potencia se la diseñó en ALTIUM y la programación fue desarrollada en TIA PORTAL. Todas las etapas unidas dan como resultado la automatización de un proceso que antes se realizaba manualmente.

Palabras claves: PLC, HMI, TIA PORTAL, ALTIUM, sensor, microcontrolador, motor, señales

Ing. Francisco Vásquez

Director de Escuela

Ing. Freddy Pesantez

Director de Tesis

Roberto Mora Peña

Estudiante

Luis Espinoza Morán

Estudiante

Received
21/03/13

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR THE DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL REFILL PAGES FOR UNIGRAF PRINTING

The present graduation work contains information regarding the need to mechanize a productive process in a small company, as well as the details for the design and construction of an electro mechanic system. For the development of this process we proceeded to divide the project into several stages. The first stage is the mechanical design and placement of the electronic actuators. The system is completely controlled by a PLC, which has a friendly interface thanks to the connection of an HMI. The electrical power was designed in ALTIUM and the program was developed in TIA PORTAL. All of the stages, put together, give as a result the mechanization of a process that was formerly carried out manually.

Key words: PLC, HMI, TIA PORTAL, ALTIUM, sensor, microcontroller, motor, signals.

Ing. Francisco Vasquez
School Director

Ing. Freddy Pesantez
Thesis Director

Roberto Mora Peña
Student

Luis Espinoza Moran
Student



Diana Lee Rodas
Translated by,
Diana Lee Rodas

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice de contenido	vi
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xiii

Introducción	1
---------------------------	---

CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1 Introducción.....	3
1.2 Ubicación geográfica de la empresa.....	3
1.3 Hojas Refiles Educativas.....	4
1.4 Proceso de la elaboración.....	5
1.4.1 Áreas básicas de la Imprenta.....	5
1.4.1.1 Pre-Prensa.....	5
1.4.1.2 Prensa.....	7
1.4.1.3 Terminados gráficos.....	7
1.4.1.3.1 Corte de papel.....	7
1.4.1.3.2 Perforación.....	8
1.4.1.3.3 Conteo de papel.....	8
1.4.1.3.4 Empacado y sellado.....	9

CAPITULO II: DISEÑO Y CONSTRUCCION ELECTROMECHANICO

2.1 Introducción.....	10
2.2 Partes y procesos de la máquina.....	10

2.2.1 Colocación y alineación de la pila de papel.....	10
2.2.2. Reconocimiento de formato de papel.....	11
2.2.3 Contador de papel	13
2.2.4 Desplazamiento del paquete contado hacia la perforación	14
2.2.5 Perforación del paquete de hojas y colocación de etiqueta.....	14
2.2.6 Alineación y enfundado del paquete	16

CAPITULO III: INTERFACES DE LOS MOTORES Y SENSORES

3.1. Motores	17
3.1.1 Características del motor de corriente continua	17
3.1.2 Características de los motores de pasos	17
3.1.3 Interfaz de control del motor de CC.	18
3.1.4 Interfaz de control del motor de pasos (BIPOLAR).....	19
3.1.5 Características del motor de corriente alterna.....	20
3.1.5.1 Motor CA Pila	20
3.1.5.2 Motor CA Bandeja	20
3.1.6 Interfaz para motores de CA, Bandeja y Pila.....	21
3.2. Electroválvulas	22
3.2.1 Características de las electroválvulas	22
3.2.2 Interfaz de las electroválvulas	23
3.3. Sensores	24
3.3.1 Características de los sensores magnéticos	24
3.3.2 Características de los sensores fotoeléctricos	24
3.3.2.1 Interfaz sensor fotoeléctrico.....	25
3.3.3 Características de los sensores inductivos	25
3.4. Protección de entradas/salidas del PLC Siemens S7-1200	26
3.5. Dimensionamiento de la fuente de alimentación	26
3.6. Diseño de la Tarjeta electrónica	27

CAPITULO IV: PROGRAMACION E INSTALACION DEL PLC Y HMI

4.1 PLC (Controlador Lógico Programable).....	28
4.1.1 Ventajas:.....	28
4.1.2 Funciones	29

4.1.3 Controlador Simatic S7-1200	29
4.2 HMI (Human Machine Interface).....	31
4.2.1 Tipos de HMI	32
4.2.1.1 Terminal de Operador	32
4.2.1.2 PC + Software	32
4.2.2 Funciones	33
4.2.2.1 Monitoreo	33
4.2.2.2 Supervisión	33
4.2.2.3 Alarmas	33
4.2.2.4 Control	33
4.2.2.5 Históricos	34
4.3 Programación.....	34
4.3.1 Programa.....	34
4.3.2 Programación en STEP7	35
4.3.2.1 Crear programa	35
4.3.2.2 Insertar Controlador	37
4.3.2.3 Configuración del Controlador	38
4.3.3 Configuración de redes y dispositivos	38
4.3.3.1 Vista de redes	39
4.3.3.1 Comunicación PLC-HMI	40
4.3.3.1.1 PROFINET	40
4.3.4 Distribución entradas/salidas del PLC.....	40
4.3.5 Programa implementado.....	41
4.3.5.1 Proceso conteo	41
4.3.5.2 Proceso banda y perforación.....	41
4.3.5.3 Configuración del tamaño de hojas	41
4.3.5.3 Insertar etiqueta y emplastado del paquete	42
4.3.6 Configuración de parámetros del HMI.....	42

CAPÍTULO V: PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1 Introducción.....	45
5.2 Construcción de la máquina	45
5.2.1 Elaboración de la máquina (proceso mecánico).....	45
5.2.2 Conexión entre PLC-HMI	47

5.2.3 Conexión entre PLC - Placas de potencia.....	47
5.2.4 Conexión entre Placas de potencia – Máquina	48
5.2.4 Tablero de Control	48
5.3 Funcionamiento de la máquina.....	48
5.3.1 Configuración del tipo de Hoja	48
5.3.2 Conteo del papel.....	49
5.3.3 Dispositivo de traslado de papel	50
5.3.4 Perforado de la hoja.....	50
5.3.5 Alineación de paquete	51
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	55
ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1.1	Ubicación de Imprenta UNIGRAF.....	3
Figura 1.2	Paquete de 50 unidades de hojas refiles.....	4
Figura 1.3	Diagrama de las áreas de la Imprenta.....	5
Figura 1.4	Arte para una hoja refile.....	5
Figura 1.5	Hojas refiles colocadas en formato para la impresión.....	6
Figura 1.6	Plancha de aluminio CTP.....	6
Figura 1.7	Colocación de la plancha CTP en la máquina offset.....	7
Figura 1.8	Perforadora Industrial.....	8
Figura 1.9	Conteo manual de hojas.....	8
Figura 1.10	Empacado y sellado del paquete.....	9
Figura 2.1	Dispositivo y alineación de papel a procesar.....	11
Figura 2.2	Eje del motor de CA para control de la pila.....	11
Figura 2.3	Dispositivo de reconocimiento de formato.....	12
Figura 2.4	Posición de sensores magnéticos para formato.....	12
Figura 2.5	Dispositivo para contador de papel.....	13
Figura 2.6	Ubicación de dispositivo de motor y conteo.....	13
Figura 2.7	Ubicación de electroválvulas para proceso de paso de papel.....	14
Figura 2.8	Dispositivos de perforación del paquete contado.....	15
Figura 2.9	Ubicación de LDR y pistolas de tope.....	15
Figura 2.10	Ubicación del sistema mecánico para colocar etiqueta.....	16
Figura 2.11	Dispositivos de alineación de papel.....	16
Figura 2.12	Palanca acoplada a electroválvula.....	16
Figura 3.1	Motor de corriente continua para conteo de hojas	17
Figura 3.2	Motor de pasos bipolar.....	18
Figura 3.3	Interfaz de un motor de corriente continúa.....	18
Figura 3.4	Interfaz de un motor paso a paso bipolar.....	19

Figura 3.5	Tabla de secuencia para motores bipolares.....	19
Figura 3.6	Motor CA pila.....	20
Figura 3.7	Motor CA bandeja.....	21
Figura 3.8	Circuitos de Mando y Fuerza de motores monofásicos.....	21
Figura 3.9	Electroválvula neumática 3 vías 2 posiciones.....	22
Figura 3.10	Interfaz para una electroválvula.....	23
Figura 3.11	Sensor magnético.....	24
Figura 3.12	Interfaz para sensor fotoeléctrico.....	25
Figura 3.13	Sensor Inductivo.....	25
Figura 3.14	Interfaz de posición de salidas del PLC.....	26
Figura 3.15	Tabla de Consumo (voltaje y corriente) de sensores y actuadores.....	26
Figura 4.1	Diferentes tipos de PLC's.....	28
Figura 4.2	Controlador Simatic S7-1200.....	29
Figura 4.3	Tabla comparativa entre los CPU 1211C, 1212C y 1214C.....	31
Figura 4.4	Diferentes modelos de HMI.....	32
Figura 4.5	Tabla de operandos básicos.....	34
Figura 4.6	Iniciar TIA Portal V11.....	36
Figura 4.7	Crear proyecto.....	36
Figura 4.8	Configurar nombre y tipo de proyecto.....	36
Figura 4.9	Agregar dispositivo.....	37
Figura 4.10	Seleccionar controlador deseado.....	37
Figura 4.11	Dirección IP del controlador.....	38
Figura 4.12	Vista de Redes.....	39
Figura 4.13	Tabla de distribución de salidas.....	40
Figura 4.14	Tabla de distribución de entradas.....	41
Figura 4.15	Encendido de proceso.....	42
Figura 4.16	Ingreso a configuración.....	42
Figura 4.17	Cantidad de hojas por paquete.....	43
Figura 4.18	Configuración de tamaño de hoja.....	43
Figura 4.19	Parámetros de visualización.....	44

Figura 5.1	Sistema de Conteo.....	45
Figura 5.2	Pistones que rescatan el paquete contado.....	46
Figura 5.3	Perforadora.....	46
Figura 5.4	Máquina enfundadora Mailbag.....	47
Figura 5.5	Conexión placa de potencia.....	47
Figura 5.6	Tablero de control.....	48
Figura 5.7	Motor Bandeja.....	48
Figura 5.8	Sistema de conteo de hojas.....	49
Figura 5.9	Ubicación de sensor inductivo.....	49
Figura 5.10	Pistones del dispositivo de traslado de papel.....	50
Figura 5:11	Perforadora de hojas tamaño A5.....	50
Figura 5.12	Bandeja que levanta paquete y lo alinea hacia la enfundadora.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS:

Anexo 1	Vista Superior de la máquina contadora.....	56
Anexo 2	Vista Inferior de la máquina contadora	56
Anexo 3	Vistas Laterales de la máquina contadora	57
Anexo 4	Vista Frontal de la máquina contador.....	58
Anexo 5	Vista Isométrica de la máquina contadora	58
Anexo 6	Placa PCB (vista superior).....	59
Anexo 7	Placa PCB (vista inferior)	59
Anexo 8	PLACA PCB (ESQUEMÁTICO).....	59
Anexo 9	VARIABLES HMI	59
Anexo 10	VARIABLES PLC.....	59
Anexo 11	Pantalla principal HMI.....	59
Anexo 12	Pantalla de configuración del HMI	59
Anexo 13	Configuración tamaño hojas: oficio, A4 Y A5.....	60
Anexo 14	Configuración de hojas (auxiliar)	60
Anexo 15	Segmento motor pila, igualación del papel, encendido de succión y contador.....	60
Anexo 16	Segmento banda, perforadora	60
Anexo 17	Video demostrativo de funcionamiento.....	60

Espinoza Morán, Luis Felipe

Mora Peña, Roberto Carlos

Trabajo de Graduación

Ing. Freddy Gonzalo Pesantez Díaz

Abril 2013

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO
PARA LA ELEBORACION DE HOJAS REFILES EDUCATIVAS PARA LA
IMPRESA UNIGRAF**

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso del tiempo, las empresas se sienten en la necesidad de mejorar sus sistemas y a las vez sus procedimientos, con el fin de garantizar un eficaz funcionamiento y así obtener una adaptación paralela de condiciones con las empresas líderes del mercado.

Este trabajo de graduación resuelve un problema específico en una pequeña industria cuencana. Se trata de un producto que tiene una gran demanda en la región denominado Hojas Refiles, mismo que se presenta en varios formatos (Oficio, A4 y A5) y tipo de rayado (líneas, cuadros).

Las hojas refiles se elaboraban manualmente, y como consecuencia de esto demandaba mucho tiempo en su producción, además de exponerse a diversos errores de elaboración manual. Por otro lado, resulta muy complejo para la imprenta encontrar una máquina en el mercado que logre satisfacer esta necesidad puesto que existen aparatos que realizan procesos similares pero que sólo cumplen parcialmente la necesidad planteada causando un desperdicio significativo de dinero.

La automatización de procesos industriales resulta un camino a la optimización de recursos, mejorando de manera significativa la producción de tareas repetitivas donde el tiempo es fundamental para cumplir objetivos, la automatización inteligente es la solución ideal por prestaciones y economía. Debido a todo esto surge la idea de crear un sistema automático, que realice un trabajo de manera

eficiente, rápida y segura, evitando la contratación excesiva de personal, y sin tener que adquirir diversas máquinas para realizar al final el mismo trabajo, por lo tanto, ahorrando dinero a la industria.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 Introducción

En el siguiente capítulo se analizará los principales motivos que impulsaron a la idealización de este máquina, ya que las empresas que van con rumbo al crecimiento buscan realizar sus procesos de la manera más eficaz, optimizando tiempo y por lo tanto recursos.

De esta manera, Imprenta UNIGRAF busca plasmar un proceso que antes se lo realizaba artesanalmente, en un proceso integral que haga lo mismo pero de una manera rápida y más segura como lo requiere el mercado de su producto como son las hojas refiles educativas.

1.2 Ubicación geográfica de la empresa

Imprenta UNIGRAF se encuentra en la ciudad de Cuenca, parroquia Sucre, en la Av. 10 de Agosto 1-309 entre Av. Pichincha y Juan Cuesta. En la figura 1.1 se muestra la ubicación en el mapa.

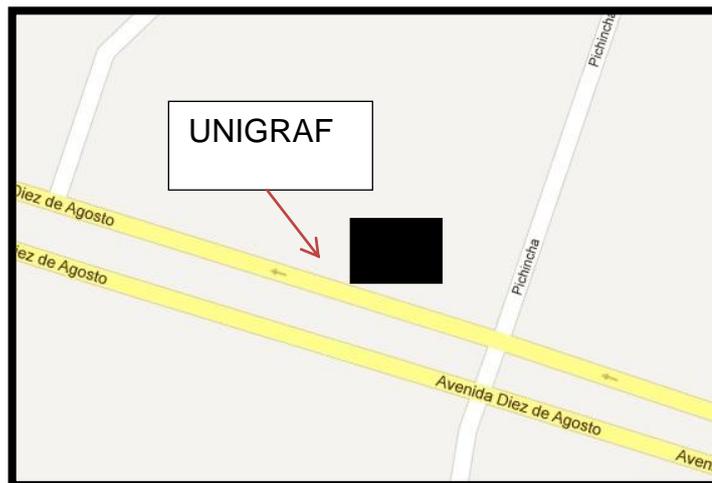


Figura 1.1 Ubicación de Imprenta UNIGRAF

Fuente: (Google Maps, Marzo 2013)

1.3 Hojas Refiles Educativas

Son hojas impresas en papel bond de 60gr. en varios formatos y tipo de rayado.

Los formatos más utilizados son:

- Oficio (22 x 32 cm.)
- A4 (29.7 x 21 cm.)
- A5 (14.8 x 21 cm.)

Los tipos de rayado en el mercado son:

- Cuadros
- Una línea
- Dos líneas
- Cuatro líneas

Los refiles se los viene presentando en una funda plástica de 9x14" natural, con 50 hojas en su interior. Éstas deben tener como mínimo una perforación con dos agujeros, de tal manera que puedan ser colocadas en las binchas de las carpetas. La figura 1.2 muestra la presentación del paquete de hojas refiles elaborado manualmente.

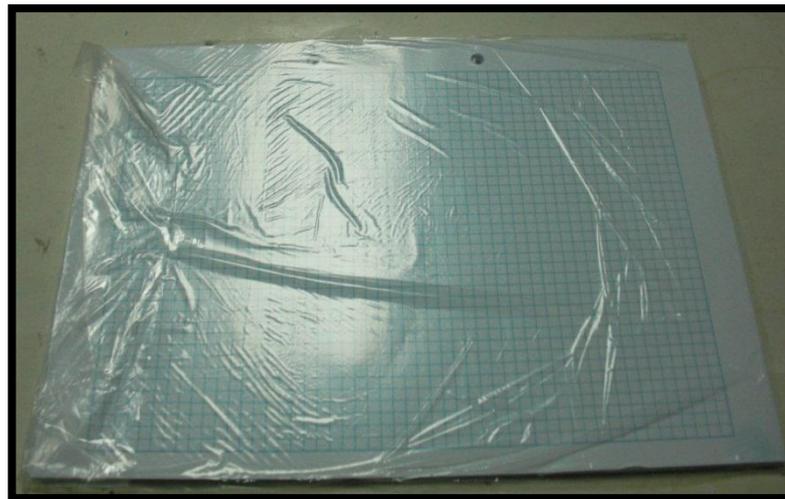


Figura 1.2 Paquete de 50 unidades de hojas refiles

1.4 Proceso de la elaboración

Para entender la problemática que enfrenta la imprenta con respecto a la elaboración de las hojas refiles, debemos exponer cómo estas se obtienen; Explicaremos brevemente las áreas de producción de la planta industrial para tener una idea mucho más clara del punto dónde se genera el cuello de botella en su línea de producción.

1.4.1 Áreas básicas de la Imprenta

La imprenta consta de tres áreas mostradas en la figura 1.3, las mismas que serán detalladas para entender la problemática del proyecto de automatización, así como mostrar todo lo que el sistema intenta realizar con eficacia y un gran rendimiento energético.

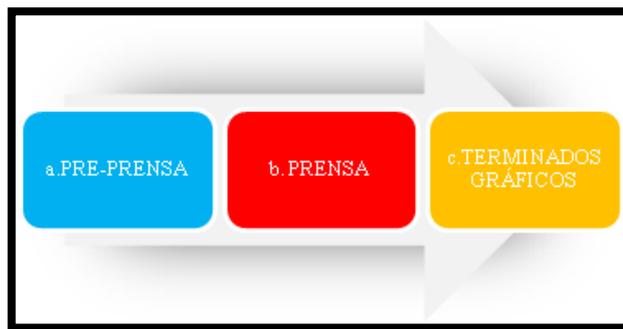


Figura 1.3 Diagrama de las áreas de la Imprenta

1.4.1.1 Pre-Prensa

Esta área compete al diseño gráfico y a la fabricación de matrices de aluminio denominadas planchas CTP. En la figura 1.4 observamos el diseño de una hoja refile tamaño A4, cuyo tipo de rayado es cuadros. La línea mostrada en color rojo es la delimitación de la hoja.

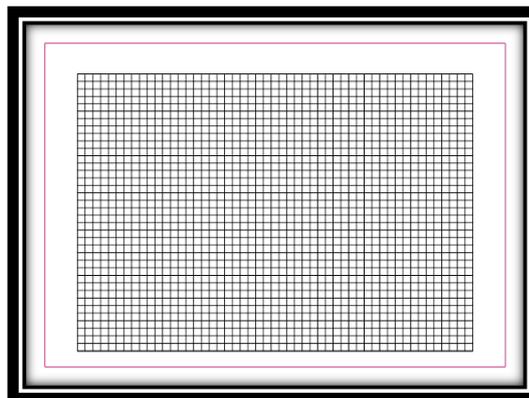


Figura 1.4 Arte para una hoja refile

La máquina encargada de la impresión de las hojas refiles, imprime en un formato de cuatro hojas A4. El departamento de diseño gráfico se encarga de poner en el formato requerido para la impresión, es decir, de cuatro hojas. En la figura 1.5 notamos el diseño del formato requerido para la impresión.

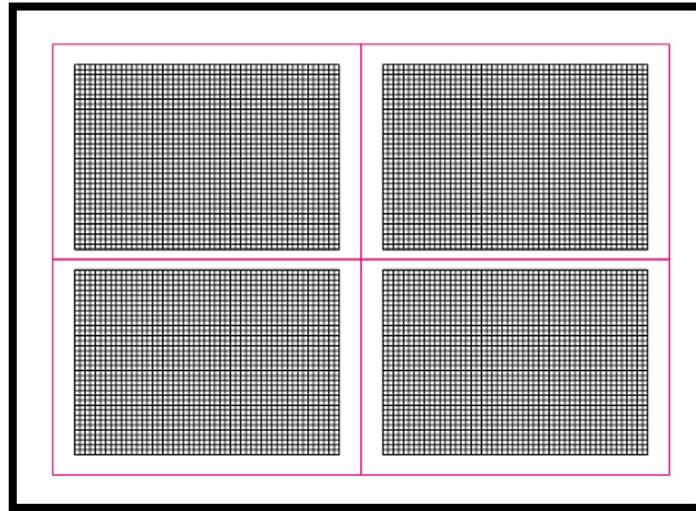


Figura 1.5 Hojas refiles colocadas en formato para la impresión

Mediante una máquina llamada CTP (Computer to Plate) el departamento de Pre-prensa elabora las matrices de aluminio que se colocan en una máquina de Prensa gráfica. En la figura 1.6 observamos una plancha de aluminio fabricada por la maquina CTP, en que se ve claramente la imagen de las hojas refiles plasmada en la plancha.

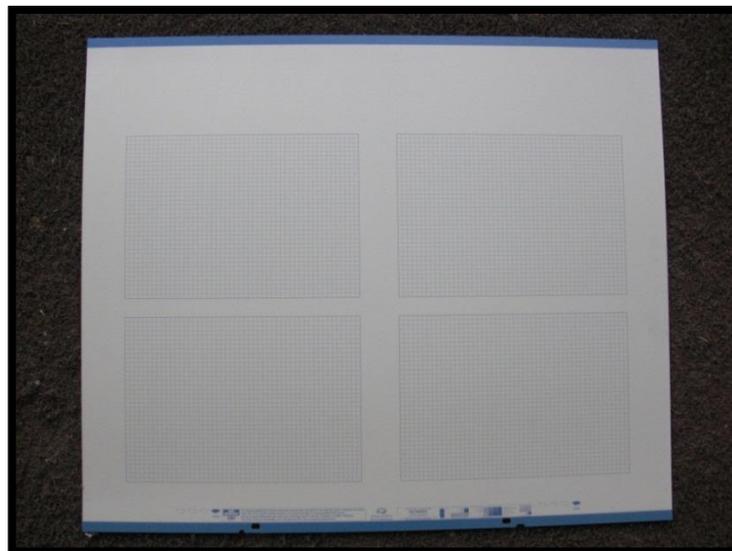


Figura 1.6 Plancha de aluminio CTP

1.4.1.2 Prensa

Esta etapa es donde procedemos a la impresión de la materia prima (papel bond de 60gr.). Para esto, colocamos la plancha CTP anteriormente elaborada en la máquina de Prensa llamada Offset. La figura 1.7 muestra el momento cuando la plancha es colocada. La máquina es manipulada por un operario, que va a ser el encargado de la puesta a punto, es decir, color de tinta e impresión de las hojas.



Figura 1.7 Colocación de la plancha CTP en la maquina offset

1.4.1.3 Terminados gráficos

Una vez explicadas las áreas de Pre-prensa y Prensa, explicaremos la última etapa que es la de Terminados Gráficos. Es aquí donde se produce el retraso en la producción debido al requerimiento de procesos netamente manuales para la elaboración de los paquetes de hojas refiles.

1.4.1.3.1 Corte de papel

Como pudimos ver anteriormente, las hojas refiles se imprimen en formatos de cuatro hojas, por lo que una vez impresas, requieren ser cortadas en el tamaño solicitado, ya sea A4, oficio o A5. Esto lo hacemos gracias a la ayuda de una guillotina.

Hasta este punto hemos explicado todos los procesos en los cuales todavía no involucra el problema a resolver por nuestro trabajo de graduación; de ahora en adelante explicaremos los puntos que pretendemos automatizar, ya que como vamos a notar, se realizan en pasos dispersos y expuestos a fallas.

1.4.1.3.2 Perforación

Las hojas refiles tienen un margen donde se realizan dos agujeros para poder colocar las hojas en carpetas. La imprenta posee actualmente una perforadora industrial, misma que podemos observar en la figura 1.8, pero la velocidad de perforación depende netamente de que tan rápido lo haga el operario.

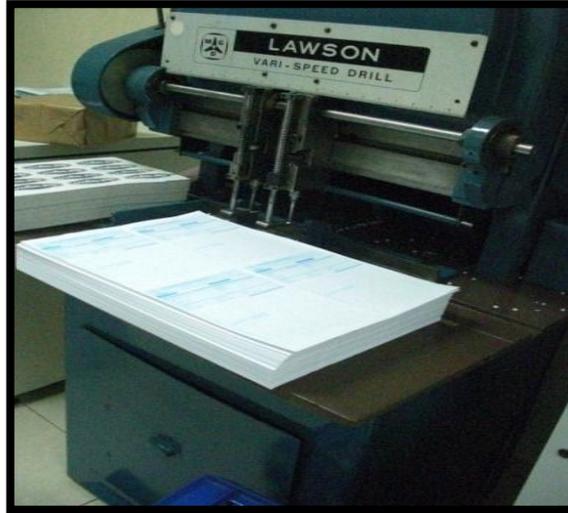


Figura 1.8 Perforadora Industrial

1.4.1.3.3 Conteo de papel

Una vez perforadas las hojas, una operaria realiza el conteo de las hojas (figura 1.9), este es un proceso que la imprenta lo realiza manualmente, y requiere de habilidad y experiencia para evitar equivocaciones, además de mucha velocidad para que sea rentable.



Figura 1.9 Conteo manual de hojas

1.4.1.3.4 Empacado y sellado

Una vez que el papel se cuenta en paquetes de 50 unidades, debe ser introducido en fundas plásticas ya elaboradas al tamaño requerido; posteriormente sellamos el paquete con cinta scotch, con lo cual el producto no posee una apariencia estéticamente aceptable en el mercado. (Figura 1.10). Por último, se colocan las fundas selladas en bultos de 5000 hojas (100 fundas x 50 unidades).



Figura 1.10 Empacado y sellado del paquete

CAPITULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCION ELECTROMECHANICO

2.1 Introducción

El diseño electromecánico es una de las partes más importantes del proyecto, debido a que representa el punto de partida de lo que será la máquina como tal. Se detallarán las principales partes del proceso, como el conteo, perforado de las hojas, calibración para diferentes formatos, etc., diseñado y desarrollado en AutoCAD. Además se describe la funcionalidad y posición de los sensores comandados y que permitirán obtener información y control total de todo el proceso.

2.2 Partes y procesos de la máquina

La máquina tiene como objetivo automatizar el trabajo realizado en el área de terminados gráficos, de una manera eficaz y segura. Para lograrlo, el sistema contará con los siguientes procesos:

- Colocación y alineación de la pila de papel.
- Reconocimiento de formato de papel.
- Contador de papel.
- Desplazamiento del paquete contado hacia la perforación.
- Perforación del paquete de papel contado.
- Alineación del paquete perforado y contado para enfundar.

2.2.1 Colocación y alineación de la pila de papel

La figura 2.1 muestra el lugar designado para colocar el papel a ser procesado. En color azul se muestra la pila, lugar donde se coloca el papel en sus diferentes formatos (A4, A5 u oficio). La pila cuenta con rieles para su desplazamiento (color café). Los objetos de color verde son los soportes para las rieles.

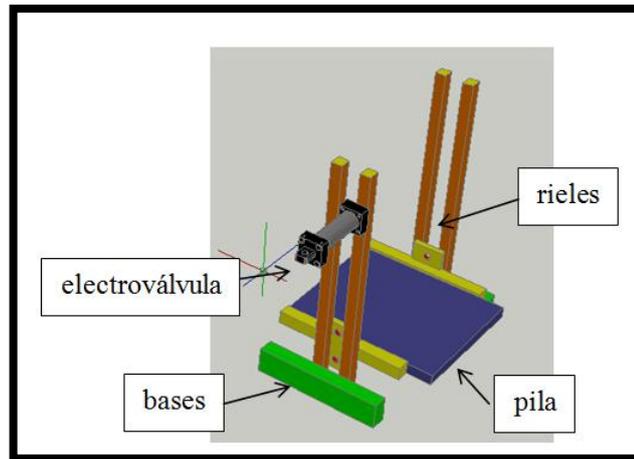


Figura 2.1 Dispositivo de almacenamiento de papel a procesar

Además se puede observar en la parte superior una electroválvula, en la cual se va a acoplar una lámina que será la encargada de igualar el papel en cuanto vaya subiendo la pila, esto se lo realiza para no tener ningún error en el momento de conteo. La pila finalmente se detendrá en la parte superior cuando haga contacto con un fin carrera. El movimiento de la pila estará controlado por un motor de CA monofásico de 110 V. con inversión de giro para la subida y bajada de la pila. En la figura 2.2 apreciamos el dispositivo para el eje de acoplamiento del motor.

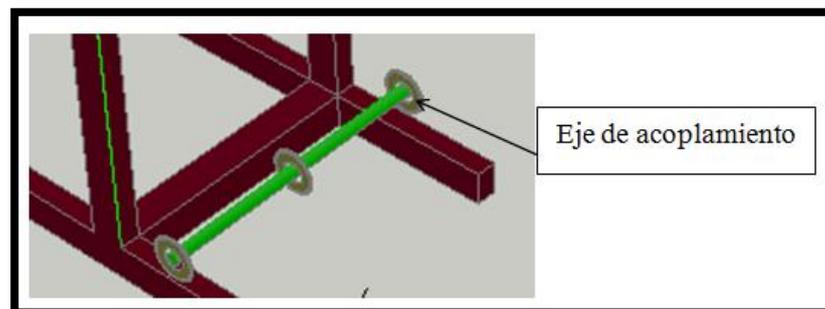


Figura 2.2 Eje del motor de CA para control de la pila

2.2.2. Reconocimiento de formato de papel

Esta sección se compone de una gran cantidad de elementos mecánicos, que se acoplan a una bandeja para que puedan ser desplazados.

Debido al peso de los componentes mecánicos en la bandeja, exige que se acople a un riel un motor de CA con un gran torque, capaz de desplazar un peso de aproximadamente 30Kg. En la figura 2.3 se muestra el dispositivo.

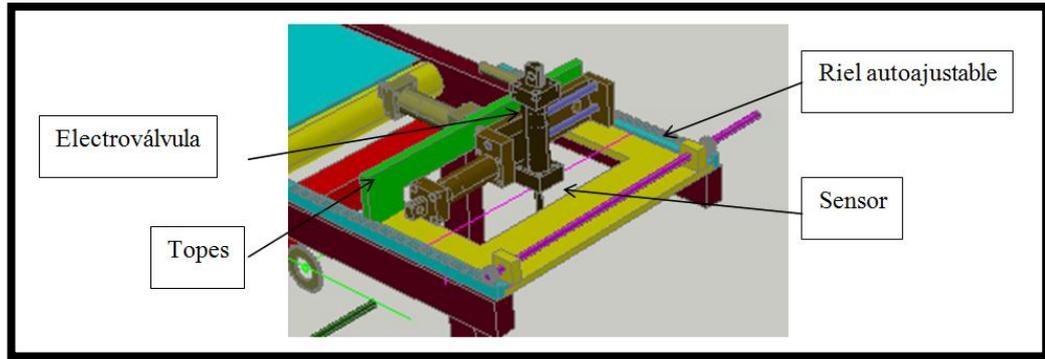


Figura 2.3 Dispositivo de reconocimiento de formato

El reconocimiento se realiza gracias a tres sensores magnéticos, como lo muestra la figura 2.4, colocados de tal manera que la bandeja se desplace hasta los tres tamaños posibles para el cual está adecuada la máquina. Este procedimiento es comandado por el PLC que va a configurar el sistema automáticamente.

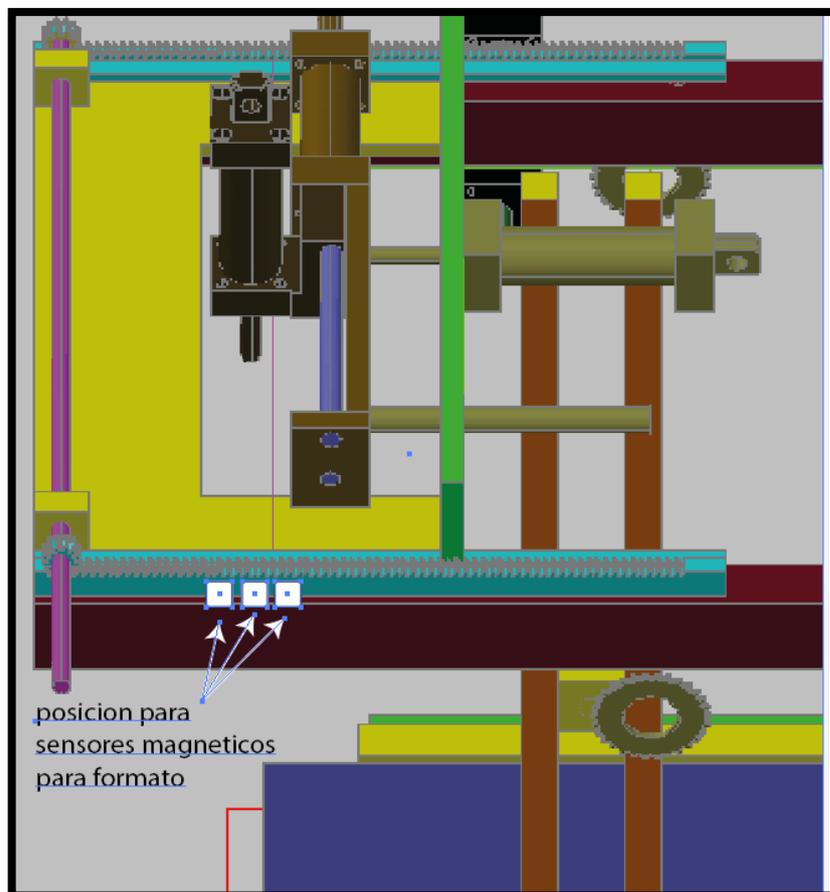


Figura 2.4 Posición de sensores magnéticos para formato

2.2.3 Contador de papel

Este es sin duda, el dispositivo más importante del proceso de automatización, porque requiere mucha precisión para contar hoja por hoja, a una gran velocidad y eficacia. Como se observa en la figura 2.5, este dispositivo consta de dos partes, diseñadas de tal manera que entre éstas se coloca solo la punta del papel a contar.

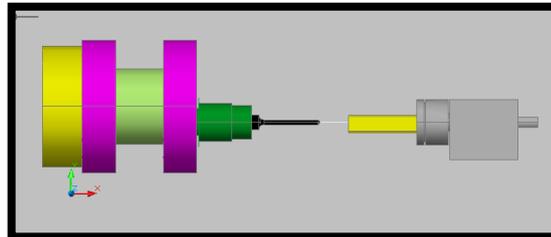


Figura 2.5 Dispositivo para contador de papel

El dispositivo de color verde se mueve circularmente mientras que la paleta de color amarillo se mueve elípticamente. Además, la paleta amarilla posee un mecanismo neumático permitiendo la succión de las hojas, mientras que en la sección de color verde se colocó un sensor de inducción, que con cada giro enviará una señal al PLC. El dispositivo de conteo es comandado por un motor de CC de 24V acoplado a un sistema de poleas, cuya ubicación se muestra en la figura 2.6.

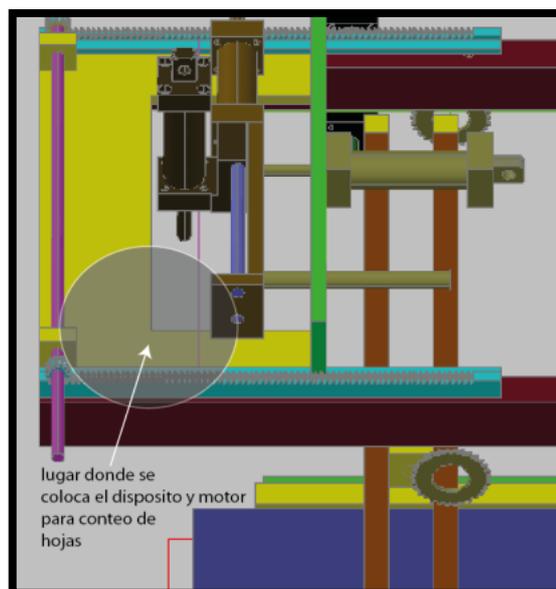


Figura 2.6 Ubicación de dispositivo de motor y conteo

2.2.4 Desplazamiento del paquete contado hacia la perforación

Una vez que el dispositivo de conteo ha realizado su trabajo, el paquete de hojas contadas se desplaza hacia una banda para ser perforado. Este desplazamiento se logra gracias a un sistema de electroválvulas que cumplen una secuencia determinada por el PLC. La ubicación de las electroválvulas se muestra en la figura 2.7.

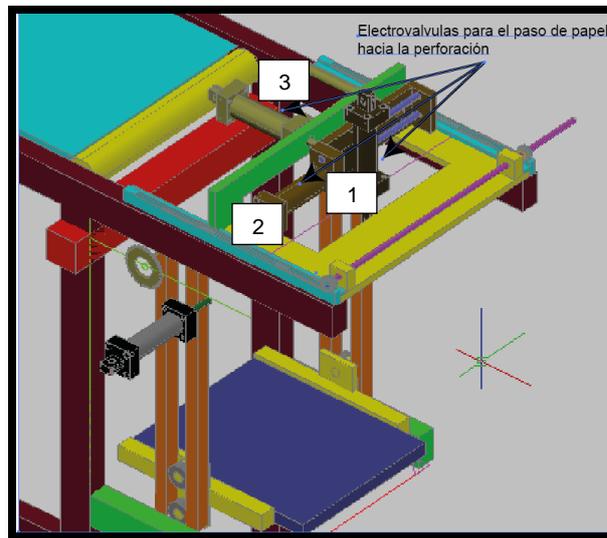


Figura 2.7 Ubicación de electroválvulas para proceso de paso de papel hacia la banda

La electroválvula 1 se encarga de mantener presionado el papel mientras es contado; una vez que ha terminado de contar, se levanta y da paso al funcionamiento de las electroválvulas 2 y 3. La electroválvula 2 posee un mecanismo de desplazamiento para separar el paquete de hojas de la pila, mientras que la electroválvula 3 es la encargada de trasladar el paquete hacia la banda transportadora.

2.2.5 Perforación del paquete de hojas y colocación de etiqueta

Con el paquete de hojas desplazado en la banda, se procede con la etapa de perforación; se debe tomar en cuenta que la distancia de perforación es siempre la misma para todos los formatos de hoja. En esta sección se colocaron cuatro electroválvulas, dos corresponden al mecanismo de perforación para hojas A4 y oficio, y las dos restantes son para la perforación en formato A5. La diferenciación de electroválvulas para la perforación se da debido a que el paquete de hojas en formato A4 y oficio se desplaza en la banda de manera vertical, mientras que el

paquete de hojas en formato A5 se desplaza en forma horizontal. El programa de control que se desarrolla en el PLC S7-1200, detecta automáticamente el formato de la hoja para los formatos a perforar.

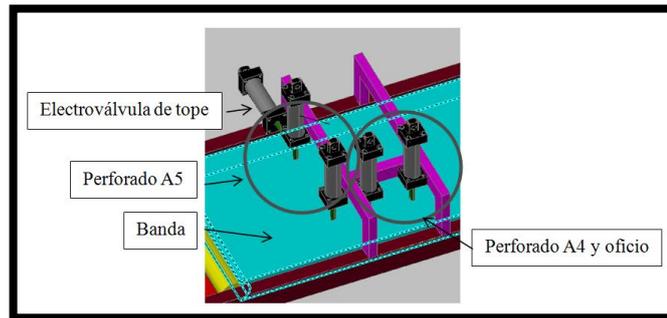


Figura 2.8 Dispositivos de perforación del paquete contado

En la figura 2.8 se muestra el dispositivo de perforación en el que podemos distinguir una banda transportadora (color verde), cuyo mecanismo es acoplado a un motor de CC de 24V. También podemos ver una electroválvula de tope, que nos sirve para la fijación del paquete de hojas al momento de ser perforado. En la figura 2.9 observamos la posición de un sensor óptico LDR; en el momento que el paquete de hojas corta la luz láser, activa unos topes, cuyo mecanismo de accionamiento se acopla con motores de 5V.

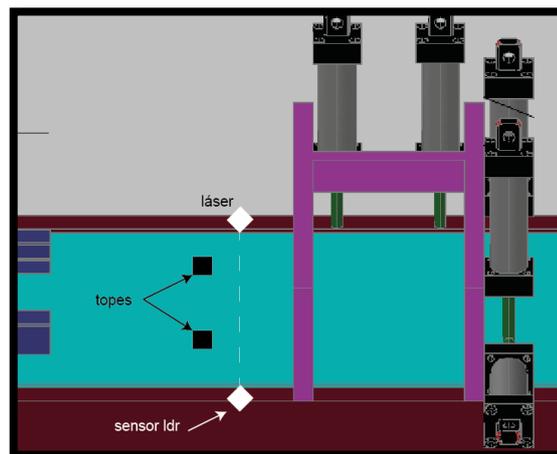


Figura 2.9 Ubicación de LDR y pistolas de tope

Una vez perforado el paquete, y con la banda todavía en reposo, se coloca la etiqueta del producto antes de ser enfundado, para esto se acopló el sistema mecánico de una impresora que deja caer la etiqueta sobre el paquete de hojas. La ubicación del mecanismo para colocar la etiqueta se muestra en la figura 2.10

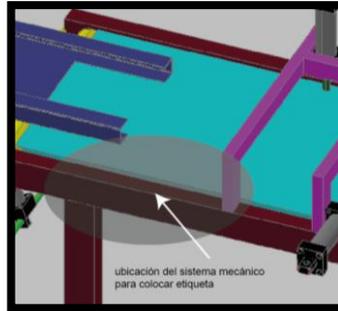


Figura 2.10 Ubicación del sistema mecánico para colocar etiqueta

2.2.6 Alineación y enfundado del paquete

Lista la etiqueta sobre el paquete, la banda transportadora lo desplaza hacia el dispositivo de alineación (figura 2.11) que no es más que una bandeja diseñada de tal manera que el paquete de hojas encaje exactamente dentro.

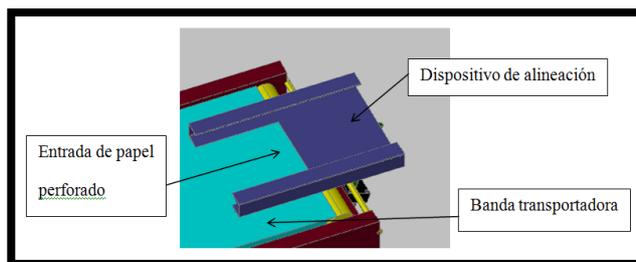


Figura 2.11 Dispositivos de alineación de papel

Una electroválvula es la encargada de activar un mecanismo que levanta la bandeja para dejar caer el paquete por gravedad hacia la máquina enfundadora Mailbag. En la figura 2.12 se muestra la electroválvula acoplada para la elevación de la palanca.

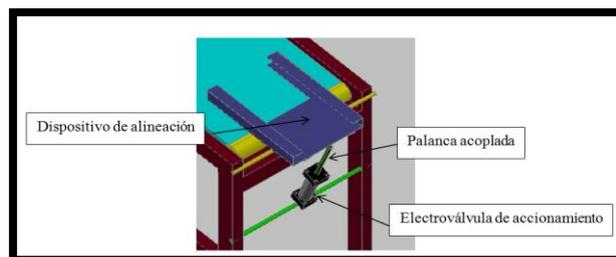


Figura 2.12 Palanca acoplada a electroválvula

CAPITULO III

INTERFACES DE LOS MOTORES Y SENSORES

3.1. Motores

3.1.1 Características del motor de corriente continua

Para el proceso de conteo se empleará un motor de corriente continua debido a las ventajas de tener alta precisión, repetitividad, fuerza y eficiencia en el segmento de la producción. El motor de corriente continua tiene las siguientes características eléctricas:

- Voltaje de alimentación: 24 V
- Corriente: 5 A

La corriente es uno de los parámetros más importantes a tomarse en cuenta al momento del diseño de la interfaz a utilizarse. El motor será utilizado en los procesos de conteo y en el movimiento de la banda de desplazamiento de las hojas a perforar.



Figura 3.1 Motor de Corriente Continua para conteo de hojas

3.1.2 Características de los motores de pasos

Los motores de paso utilizados poseen las siguientes características eléctricas:

- Voltaje de alimentación: 5 V
- Corriente: 0,5 A
- Grado de giro: 7,5 °

Estos motores están ubicados en el proceso de inserción de la etiqueta sobre el paquete contado (figura 3.2).



Figura 3.2 Motor de pasos bipolar

3.1.3 Interfaz de control del motor de CC.

La primera parte de la interfaz para el control de un motor de corriente continua consta de un partidor de tensión (figura 3.3), ya que la señal que se recibe desde el PLC es de 24V y se necesita en rangos de 0V a 5V de CC para el correcto funcionamiento de los componentes de la tarjeta.

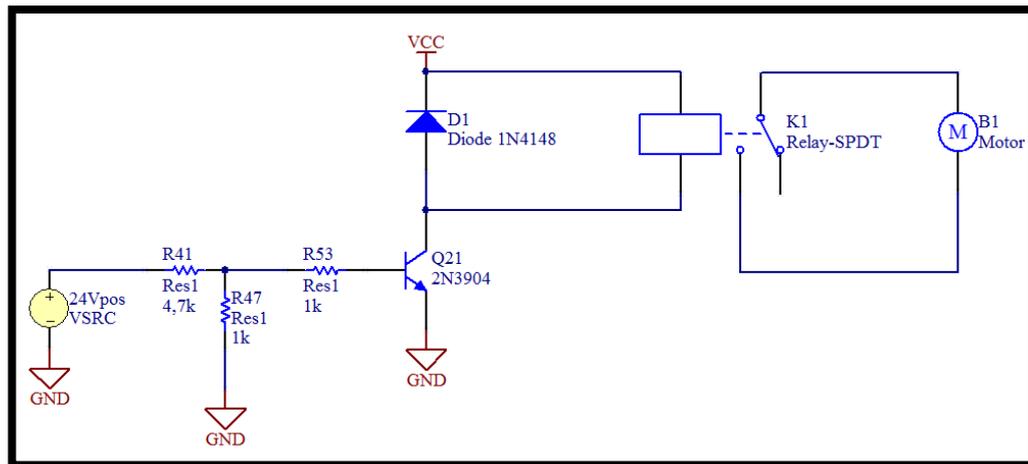


Figura 3.3 Interfaz de un motor de corriente continua

Luego de la etapa del partidor de voltaje, se procede a colocar un transistor, el cual hará posible la conmutación del relé, accionando la carga (motor). Los motores de CC están conectados a través de un relé, debido a la alta corriente que estos consumen. La capacidad máxima de corriente que soportan estos relés es de 12A.

3.1.4 Interfaz de control del motor de pasos (BIPOLAR)

Para el control de motores paso a paso bipolares se debe tener en cuenta ciertas consideraciones. Una de estas consideraciones es el cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento.

La figura 3.4 es la interfaz utilizada para el control de cada motor paso a paso bipolar, mediante el uso de un puente en H (H-Bridge). Como se aprecia, será necesario un puente H por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor Paso a Paso de 4 cables (dos bobinas), necesitaremos usar dos puentes H.

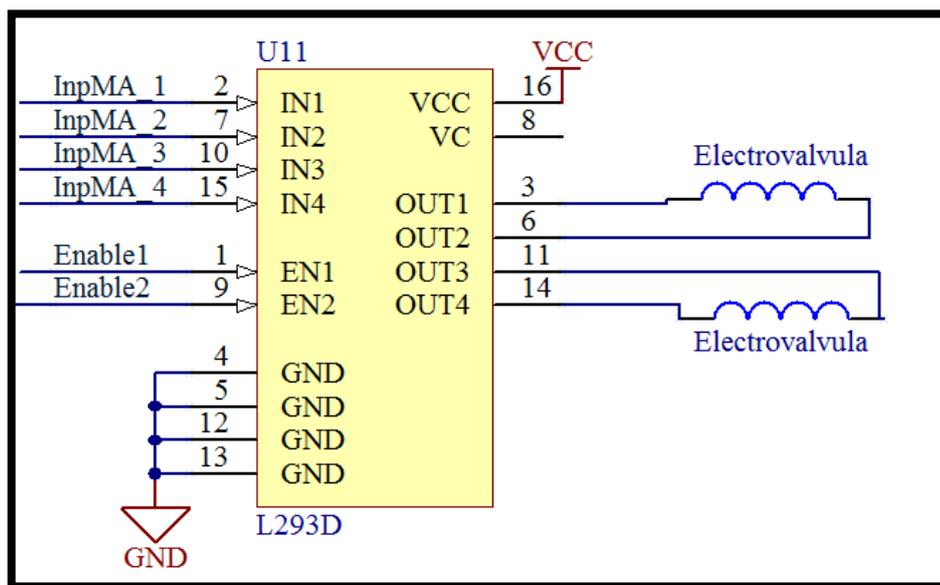


Figura 3.4 Interfaz de un motor paso a paso bipolar

La secuencia del integrado L293D para realizar el giro del motor paso a paso bipolar se muestra en la figura 3.5:

Paso	IN1	IN2	IN3	IN4
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

Figura 3.5 Tabla de secuencia para motores bipolares

3.1.5 Características del motor de corriente alterna

3.1.5.1 Motor CA Pila

En la fig. 3.6 se muestra el motor utilizado para el trabajo de la pila de hojas a ser contadas. Para el movimiento vertical de la pila, se utilizó el motor de CA de la figura 3.5, ya que tiene la posibilidad de realizar inversión de giro con la ayuda de un condensador, y posee un gran torque; además es muy robusto permitiendo trabajar con una gran carga. Los datos medidos en este motor son los siguientes:

- Voltaje: 110 V
- Corriente: 3 A



Figura 3.6 Motor CA Pila

3.1.5.2 Motor CA Bandeja

En la fig. 3.7 se muestra el motor utilizado para el trabajo de la bandeja de desplazamiento para configuración del formato de hojas contadas. Este motor, al igual que el anterior, permite realizar inversión de giro con la ayuda de un condensador; en este caso, el motor va a mover un gran peso, ya que va a desplazar toda la estructura del contador para la automatización y puesta a punto del formato de la hoja al momento de comenzar con el conteo, por lo que tiene mayor potencia y torque que el de la pila.

Los datos medidos en este motor son los siguientes:

- Voltaje: 110 V
- Corriente: 3,5 A

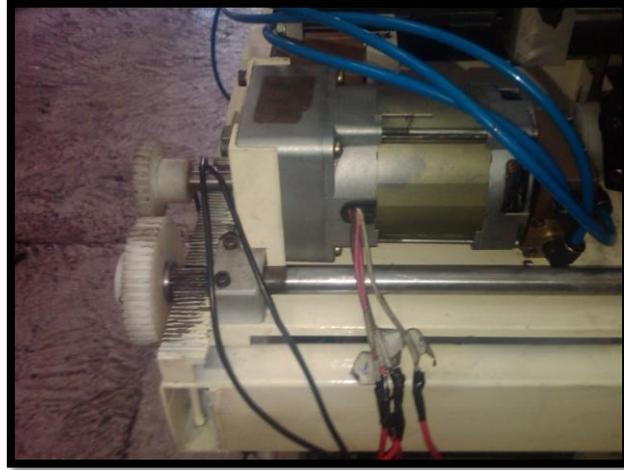


Fig. 3.7 Motor CA Bandeja

3.1.6 Interfaz para motores de CA, Bandeja y Pila

El circuito diseñado para la implementación y funcionamiento de los motores monofásicos se muestra en la figura 3.8 (mando y fuerza). El diseño del circuito a utilizar es el mismo tanto para el motor de la bandeja como para el de la pila, ya que ambos son monofásicos y funcionan a 110V. En el circuito de fuerza se utiliza dos contactores K1 y K2 de 110V, y un condensador C1 de 10uF de 110V para el arranque.

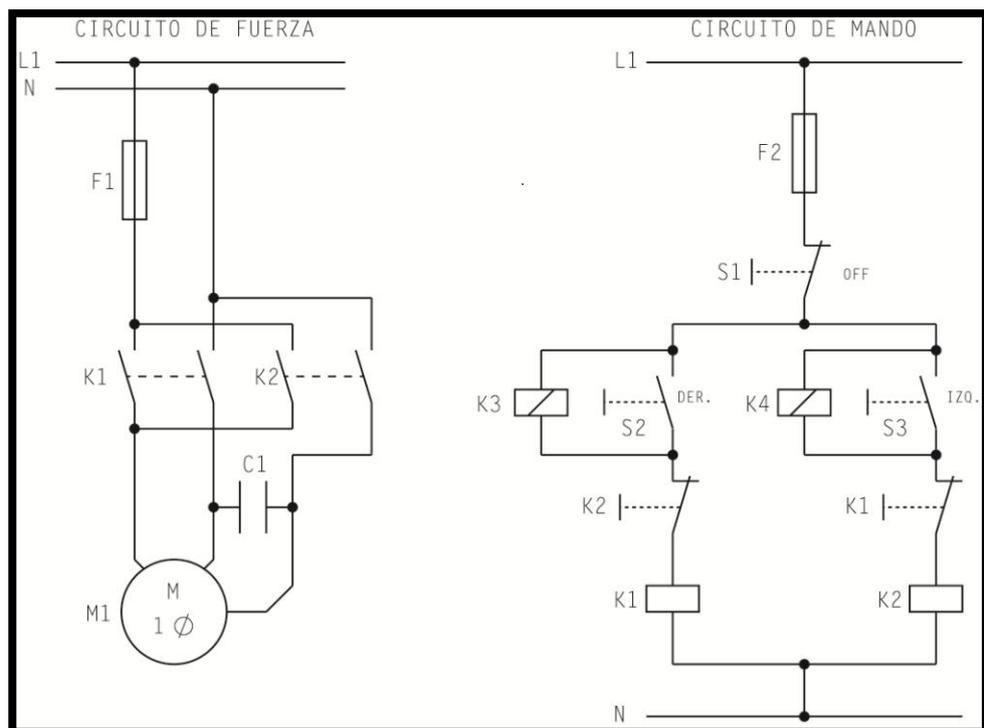


Figura 3.8 Circuitos de Mando y Fuerza de Motores Monofásicos

En el circuito de mando, las funciones y descripción de los componentes son los siguientes:

- F2: Fusible
- S1: Interruptor de ON/OFF
- S2: Giro hacia la derecha.
- S3: Giro hacia la izquierda.
- K1: Bobina y contacto abierto NO del contactor 1.
- K2: Bobina y contacto abierto NO del contactor 2.
- K3 y K4 son las bobinas de relés, conectados en paralelo a los pulsantes, la razón de éstos es porque de estos relés vamos a obtener la señal para controlar los motores también con el PLC.

No se necesita que el sistema funcione con autor retención, ya que los procesos a efectuarse requieren de impulsos que serán brindados por el PLC.

3.2. Electroválvulas

3.2.1 Características de las electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos que nos permiten controlar el flujo de fluido (en nuestro caso el fluido que vamos a manejar es aire) a través de un conducto (figura 3.9). El accionamiento de las electroválvulas se realiza mediante el flujo de corriente a través de un solenoide.



Figura 3.9 Electrovalvula neumática 3 vías 2 posiciones

Fuente: (http://www.qncomponentes.com/qnci/product.php?id_product=32, Octubre 2012)

Una electroválvula está constituida principalmente por:

- Una solenoide
- Una válvula

El solenoide tiene la función de convertir la energía eléctrica en mecánica para que actúe la válvula.

Los datos medidos para las electroválvulas son los siguientes:

- Voltaje CC: 12 V
- Corriente: 0,5 A

3.2.2 Interfaz de las electroválvulas

En la primera parte se utiliza un partidor de tensión debido a que el PLC nos entrega señales en la escala de 24V, y se necesita reducirlas a un valor de 5V.

La interfaz también posee una etapa de protección hacia el PLC mediante un optotransistor (figura 3.10). Después de pasar por la parte de protección, viene la etapa de potencia que constituye un transistor NPN y un MOSFET de potencia que es el IRF540 que soporta pasos de corriente de 28A.

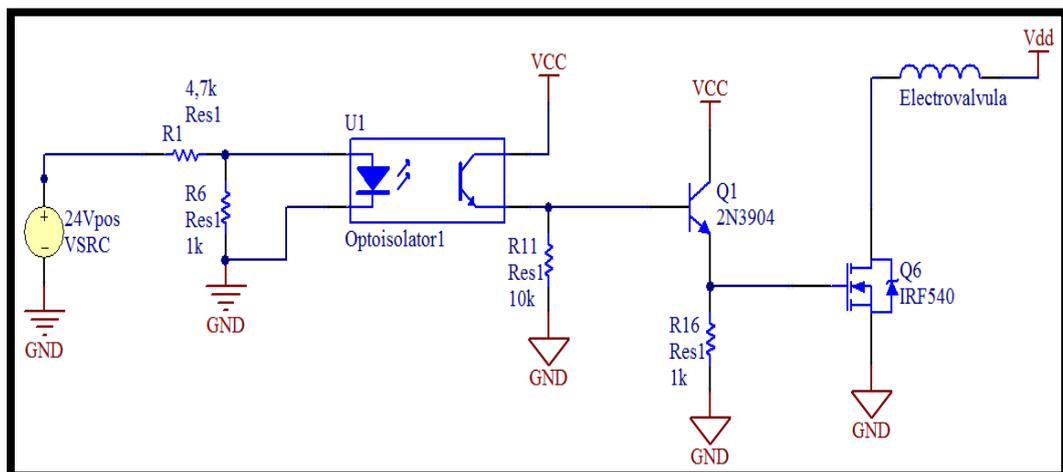


Figura 3.10 Interfaz para una electroválvula

3.3. Sensores

3.3.1 Características de los sensores magnéticos

- Los sensores magnéticos (figura 3.11) utilizados tienen la función de conmutar una entrada del PLC; dicha señal proporcionará cierta información que posteriormente será utilizada a la hora de programar completamente la secuencia final de la máquina.



Figura 3.11 Sensor magnético

- Estos sensores serán alimentados con un voltaje de 24V de corriente continua, ya que no se necesitara de ninguna interfaz para conectarle al PLC.
- Las señales que proporcionaran serán de 0V o 24V, por lo que se le puede considerar como un interruptor.
- Los sensores magnéticos, en el caso de nuestro proceso, los ubicamos en la bandeja para la configuración automática del formato de hoja a contar.

3.3.2 Características de los sensores fotoeléctricos

- Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico que utiliza un haz de luz para detectar una condición de cambio. Se trata de la presencia-ausencia de un objeto o material (detección discreta).
- Para su funcionamiento requieren una fuente que genere la luz (emisor), y un dispositivo que reciba la luz generada.
- Se usa en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento.
- El sensor de luz más común es el LDR (Resistor dependiente de la luz), que es básicamente un componente que cambia su resistencia cuando cambia la intensidad de la luz.
- Existen tres tipos de sensores fotoeléctricos: los sensores por barrera de luz, reflexión sobre espejo o reflexión sobre objetos.

3.3.2.1 Interfaz sensor fotoeléctrico

El sensor fotoeléctrico se va a utilizar para detectar la posición adecuada del paquete de hojas contadas para su perforación.

Debido a la función que cumple, es esencial que este sensor sea preciso y nunca falle, puesto que traería un desbalanceo al proceso. El circuito que se va a utilizar se muestra en la figura 3.12

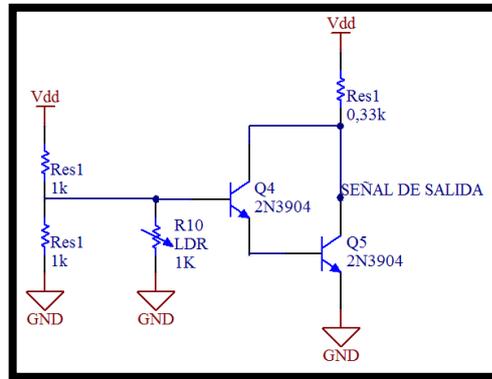


Figura 3.12 Interfaz para sensor fotoeléctrico (LDR)

3.3.3 Características de los sensores inductivos

Los sensores inductivos son detectores de posición electrónicos que dan una señal de salida sin un contacto directo. Son utilizados generalmente para la detección de materiales metálicos ferrosos, como es el caso de nuestro sistema de conteo de hojas.

Las características del sensor inductivo elegido son:

- Voltaje de alimentación: 0- 30V.
- Corriente: 250mA.

El sensor inductivo (figura 3.13) está ubicado en un eje del sistema del proceso de conteo de hojas; cada giro del sistema mecánico que cuenta las hojas nos dará un pulso eléctrico en este sensor, y este a su vez indicara al PLC que una hoja fue contada.



Figura 3.13 Sensor inductivo

3.4. Protección de entradas/salidas del PLC Siemens S7-1200

El circuito fue diseñado con la función de proteger al PLC de cualquier imprevisto en el manejo de las cargas como motores y electroválvulas (figura 3.14).

El PLC entrega señales de voltaje entre 0V y 24V por lo que se utilizará un partidor de tensión antes del optotransistor; a su salida se tiene la misma señal pero ya en rangos de 0V a 5V.

Luego de esta etapa el PLC se encuentra debidamente aislado a una retroalimentación que lo dañaría. Las entradas digitales se manejan en niveles lógicos de 0V y 24V, por lo cual debe existir una interfaz similar a la de protección de las salidas. En el caso del fin carrera, no existe la necesidad de ninguna interface ya que están conectados directamente a 24V.

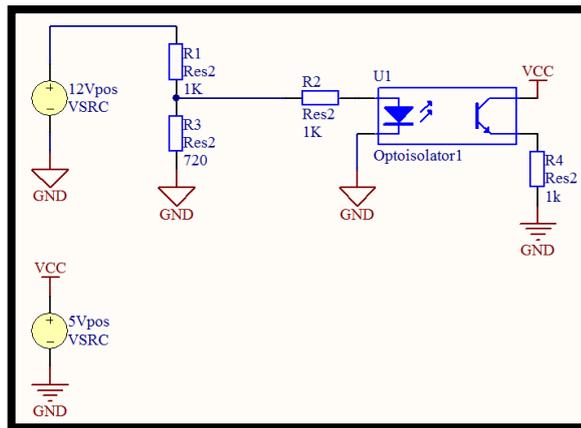


Figura 3.14 Interfaz de protección de salidas del PLC

3.5. Dimensionamiento de la fuente de alimentación

Debido a las cargas que tenemos como son motores, electroválvulas y sensores, medimos la corriente que consumen, como también la caída de tensión para el dimensionamiento de la fuente de alimentación.

Carga	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)
Motor Paso a Paso	2	5	0,5
Motor DC	2	24	5
Electroválvulas	10	12	1
Sensor Magnético	3	12	0,01
Sensor Fotoeléctrico	1	5	0,05
Motor DC (pistolas)	3	12	1
Sensor Inductivo	1	24	0,05

Figura 3.15 Tabla de consumo (voltaje y corriente) de sensores y actuadores

Como se observa en la figura 3.15, sumando la corriente de consumo de todas las cargas y sensores nos da aproximadamente 8 A; por lo tanto vamos a necesitar una fuente que nos suministre tres voltajes fijos de 5V, 12V y 24V con una corriente de 8 A. Para efectos del diseño y construcción hemos decidido tener dos fuentes independientes, para la alimentación de los sensores y sus drivers, y otra para la alimentación de motores y electroválvulas que necesitan una corriente mayor.

3.6. Diseño de la Tarjeta electrónica

El diseño de la placa se realizó con los circuitos anteriormente enumerados teniendo:

- 10 interfaces para la conexión de electroválvulas.
- 6 interfaces para conectar cargas mediante relés.
- 4 interfaces cada uno con un L293D (puente h) para manejo de motores.

El diseño PCB de la placa (vista superior e inferior) lo podemos encontrar en los anexos 6 y 7 respectivamente; el diseño esquemático lo hallamos en el anexo 8.

CAPITULO IV

PROGRAMACION E INSTALACION DEL PLC Y HMI

4.1 PLC (Controlador Lógico Programable)

El PLC es un dispositivo electrónico programable conocido también como autómata programable industrial (API). La principal función para la que fue diseñada es la de controlar procesos secuenciales en tiempo real en ambientes de tipo industrial. Actualmente, se tiene una gran variedad de PLC (figura 4.1), eligiéndolos según la aplicación que se va a realizar.



Figura 4.1 Diferentes tipos de PLC's

Fuente: (http://www.cursosdeplc.com/que-es-plc.html/plc_01, Noviembre 2012)

4.1.1 Ventajas:

Las ventajas relevantes que tiene un PLC, es que se ahorra costos en mantenimiento y aumenta la confiabilidad de los equipos. Otras ventajas que se pueden indicar, referentes a otros dispositivos utilizados en control automático de procesos son:

- Menor costo.
- Mantenimiento económico por tiempos de para reducidos.
- Menor tiempo empleado en elaboración de procesos.
- Realizar cambios de secuencias sin modificar la infraestructura implementada dentro de un proceso.

4.1.2 Funciones

Las funciones que tiene un PLC son variadas y dependen principalmente de la aplicación que se la está dando. Las funciones principales y comunes utilizadas son de mando, es decir, para enviar ordenes al proceso que estemos realizando mediante accionadores. Otras funciones de un PLC que no son menos importantes, son las de supervisión y control del proceso; existiendo una comunicación fluida entre el hombre y la máquina, incluso pudiendo modificar la aplicación del proceso que se está realizando si es que fuera necesario.

4.1.3 Controlador Simatic S7-1200

El controlador SIMATIC S7-1200 (figura 4.2) es el modelo para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Debido a su diseño compacto, su bajo costo y sus funciones de alto nivel, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas.

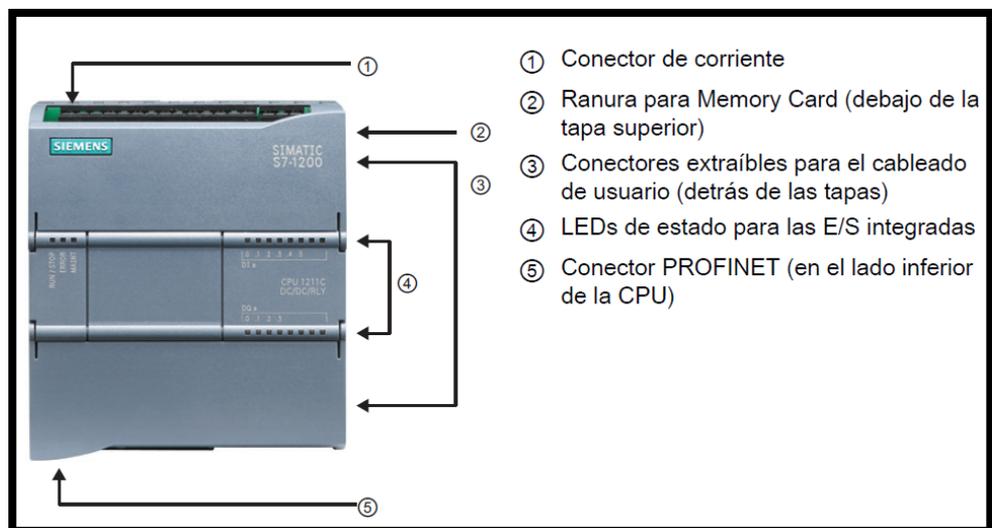


Figura 4.2 Controlador Simatic S7-1200

Fuente: (Simatic S7-1200 Easy Book Manual del producto, Marzo 2012)

El controlador S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones a nivel industrial debido a que ofrece una gran flexibilidad, amplio juego de instrucciones y la potencia necesaria para diferentes necesidades de automatización.

El CPU tiene incorporado:

- Un microprocesador.
- Una fuente de alimentación propia.
- PROFINET integrado.
- Entradas/Salidas de alta velocidad.
- Entradas analógicas.
- 14 entradas digitales.
- 10 salidas digitales.
- 2 entradas analógicas.
- 6 contadores rápidos.
- 2 generadores de impulsos.

El controlador además incluye:

- Lógica booleana.
- Instrucciones de contaje.
- Instrucciones de temporización.
- Funciones matemáticas complejas.
- Instrucciones de comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Estas características se ven reflejadas en la figura 4.3, que además muestra una comparación con los PLC 1211C y 1212C.

Función		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75
Memoria de usuario	Trabajo	25 KB	25 KB	50 KB
	Carga	1 MB	1 MB	2 MB
	Remanente	2 KB	2 KB	2 KB
E/S integradas locales	Digital	6 entradas/4 salidas	8 entradas/6 salidas	14 entradas/10 salidas
	Analógico	2 entradas	2 entradas	2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entradas (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Salidas (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		Ninguna	2	8
Signal Board (SB) o placa de comunicación (CB)		1	1	1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3	3	3
Contadores rápidos	Total	3	4	6
	Fase simple	3 a 100 kHz	3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
	Fase en cuadratura	3 a 80 kHz	3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana		0,1 µs/instrucción		

Figura 4.3 Tabla de comparación entre los CPU 1211C, 1212C y 1214C

Fuente: (Simatic S7-1200 Easy Book Manual del producto, Marzo 2012)

Existen también funciones de seguridad que protegen el acceso al CPU y al programa de control. Estas funciones permiten configurar contraseñas para el acceso, así como de poder respaldar y proteger el programa vinculándolo a una memory card o CPU. Una de las principales razones por las que se eligió el PLC Siemens S7-1200 es debido a su velocidad en la conmutación de sus salidas debido a que son transistorizadas y funcionan a un voltaje de 24V. Pudiendo así generar pulsos de onda los cuales principalmente van a ser utilizados para accionar los actuadores.

4.2 HMI (Human Machine Interface)

HMI significa “Human Machine Interface”, es decir interfaz entre la persona y la máquina. A los sistemas HMI se los puede pensar como una ventana a un proceso, la cual se puede encontrar en dispositivos especiales como paneles o sencillamente en una computadora.

Actualmente se cuenta con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas.

4.2.1 Tipos de HMI

Entre los diferentes tipos vamos a nombrar los más importantes que se encuentran en la industria y por lo tanto son los más utilizados (figura 4.4). Entre ellos tenemos:

- Terminal de operador.
- PC + Software.



Figura 4.4 Diferentes modelos de HMI

Fuente: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=683&edi=1>

4.2.1.1 Terminal de Operador

Es un dispositivo que se ubica en ambientes agresivos, es decir ambientes donde pueden haber mucho contacto, contaminación ruidosa, vibraciones, etc.; donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).

4.2.1.2 PC + Software

Es otro tipo de HMI el cual se basa una computadora personal en donde se carga un software apropiado para la aplicación que se está monitoreando. Estas PC se las instala en gabinetes aislados para que den la apariencia de un terminal de operador.

4.2.2 Funciones

Dependiendo del tipo de HMI que se utilice este deberá cumplir diversas funciones en el campo donde esté instalado. Las funciones que nombraremos son las más utilizadas e importantes que se requieren dentro de un proceso de una pequeña, mediana o gran industria:

- Monitoreo.
- Supervisión.
- Alarmas.
- Control.
- Históricos.

4.2.2.1 Monitoreo

Esto nos habilita a obtener y mostrar datos e información del proceso de automatización automático en tiempo real. Los datos podrán ser visualizados como números, textos o graficas que pueden ser a colores según sea la forma más fácil de interpretarlos.

4.2.2.2 Supervisión

Esta función permite trabajar en conjunto con el monitoreo teniendo la capacidad de ajustar diferentes parámetros del proceso desde el HMI. Esto es muy utilizado hoy en día ya que es una herramienta que permite al operario estar pendiente de otras áreas a la vez.

4.2.2.3 Alarmas

Esto nos permitirá reconocer eventos que han sido programados para que se generen cuando estos han salido de sus límites de control pre-establecidos. Los HMI de SIEMENS tienen funciones muy eficientes en lo que respecta a la programación de alarmas

4.2.2.4 Control

Es la aplicación de algoritmos para que diferentes valores de cualquier proceso de la planta sean ajustados para que estos se mantengan dentro de los límites que imponamos al sistema.

4.2.2.5 Históricos

Nos da la capacidad de almacenar diferentes eventos que se hayan producido en la planta dentro de un archivo. Esta herramienta es muy utilizada puesto que nos ayuda a optimizar y corregir muchos procesos que estén fallando, y poderlos revisar y corregir en el futuro.

4.3 Programación

4.3.1 Programa

Es un conjunto de instrucciones y convenciones para el proceso de las señales, por medio de las cuales se actúa sobre la instalación a controlar (proceso), dependiendo de órdenes de control. Los operandos básicos dentro de un programa se puede observar en la figura 4.5

OPERANDO	NEMONICO	FUNCION
ENTRADAS	I	PROCESO DE ENTRADA
SALIDAS	Q	PROCESO DE SALIDA
MARCAS	M	PARA ALMACENAR RESULTADOS BINARIOS INTERMEDIOS
DATOS	D	PARA ALMACENAR RESULTADOS DIGITALES INTERMEDIOS
TIEMPOS	T	FUNCIONES DE TIEMPO (TEMPORIZADORES)
CONTADORES	C	FUNCIONES DE COMPUTO (CONTADORES)
MODULOS	OB,FB,FC,SF B,SFC	PARA ESTRUCTURAR EL PROGRAMA

Figura 4.5 Tabla de operandos básicos

Fuente: <http://www.disa.bi.ehu.es>

4.3.2 Programación en STEP7

La programación tanto del PLC como del HMI se realizó en STEP7 (software de Siemens), el cual proporciona un entorno de fácil manejo para programar el controlador, comunicar dispositivos por red y configurar opciones del HMI.

Entre las características del programa tenemos:

- Crear la estructura de directorios necesaria para la gestión de cada proyecto.
- Configurar el hardware del equipo.
- Desarrollar programas off-line.
- Cargar y descargar programas y datos en el PLC/API (on-line).
- Depurar el programa en fase de ejecución sin necesidad de interrumpir la ejecución del programa (on-line).
- Realizar funciones de test o estado de variables y zonas de la memoria.
- Realizar funciones de forzado de variables.
- Elaborar documentos para la fase de mantenimiento posterior.
- Analizar el estado y comportamiento de la CPU (pilas, tiempos, etc.) y de los módulos de señal asociados.

Además STEP7 tiene ventajas en la parte de la estructura del programa en las que podemos rescatar:

- Los programas se pueden dividir en bloques.
- Se pueden estandarizar secciones individuales del programa.
- Se simplifica la organización del programa.
- Las modificaciones del programa pueden realizarse más fácilmente.
- Se simplifica el test del programa, ya que puede ejecutarse por partes.
- Se simplifica la puesta en servicio.

4.3.2.1 Crear programa

En un proyecto, los datos y programas que se generan al crear una tarea de automatización se guardan de forma ordenada, Los pasos a seguir para la creación de un proyecto en STEP7 son:

- Iniciar el programa TIA Portal (figura 4.6).



Figura 4.6 Iniciar TIA Portal V11

- Crear Proyecto (figura 4.7)

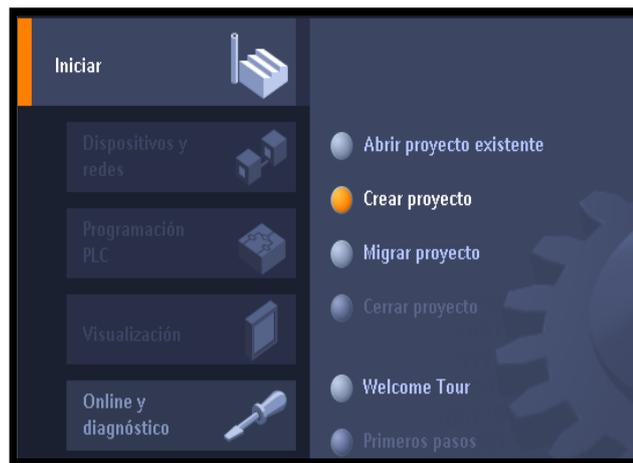


Figura 4.7 Crear proyecto

- Seguir los pasos de configurar el nombre del proyecto y tipo (fig.4.8)

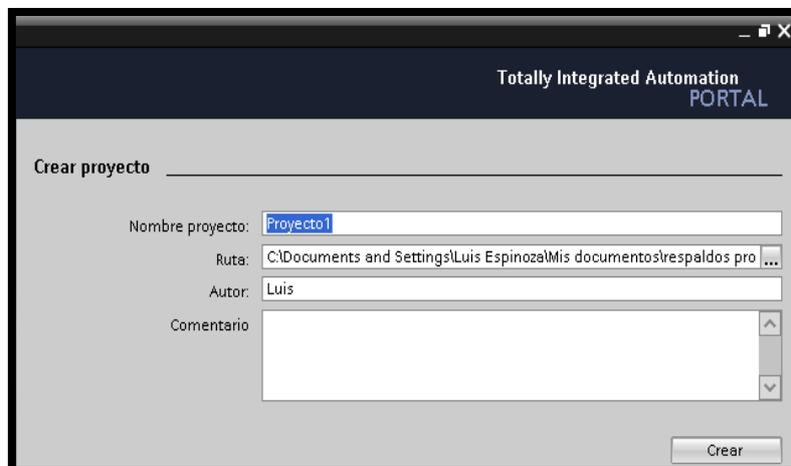


Figura 4.8 Configurar nombre y tipo del proyecto

- Luego, si todo está correcto, el proyecto será creado exitosamente.

4.3.2.2 Insertar Controlador

Una vez creado el proyecto en nuestro software, nos posicionamos con el puntero del ratón en DISPOSITIVOS Y REDES, y damos clic, a continuación damos clic en AGREGAR DISPOSITIVO. La interfaz gráfica de lo descrito se muestra en la figura 4.9

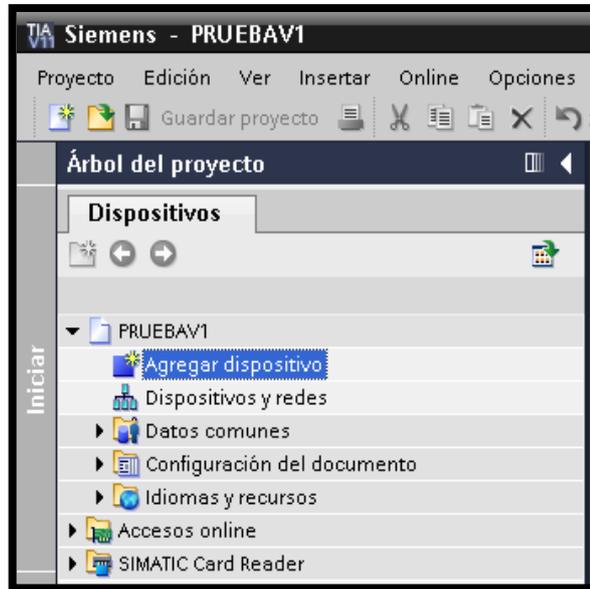


Figura 4.9 Agregar dispositivo

Se selecciona el controlador deseado, luego se hace clic en agregar, y éste se inserta en el proyecto automáticamente (figura 4.10).

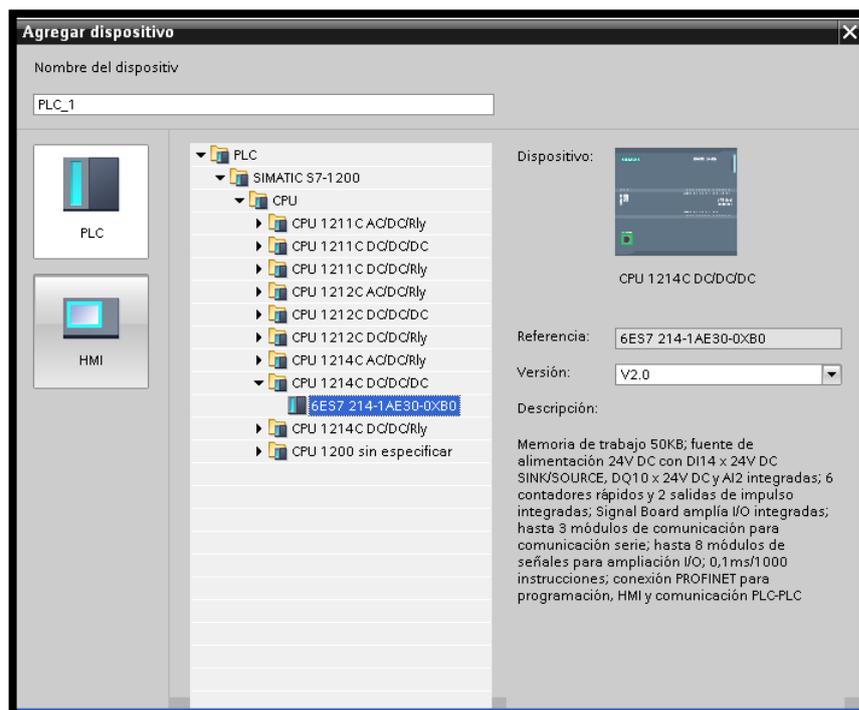


Figura 4.10 Seleccionar controlador deseado

4.3.2.3 Configuración del Controlador

Una vez que el controlador está abierto en la vista de dispositivos del editor de hardware y redes, se procede a hacer clic en el puerto Ethernet del controlador.

En la pestaña de direcciones de Ethernet se puede configurar la dirección IP deseada para el controlador (figura 4.11). Cuando se guarda el proyecto todas estas configuraciones también se almacenan.

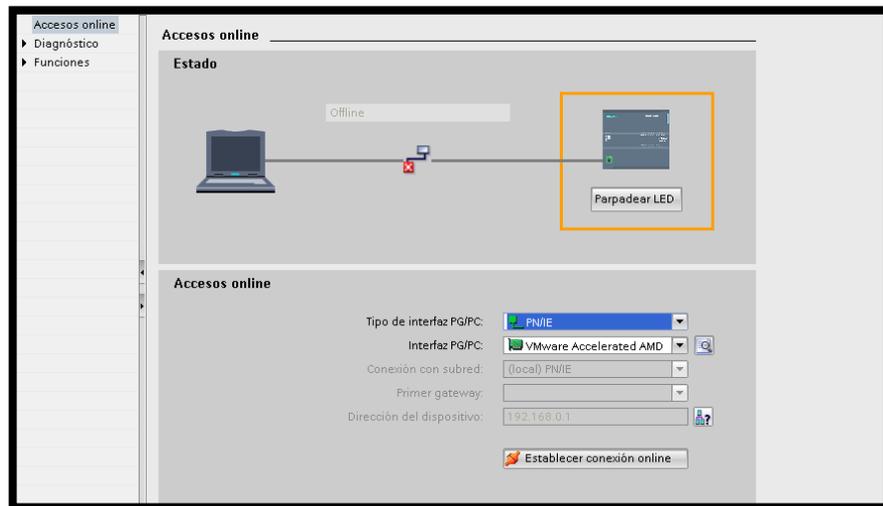


Figura 4.11 Dirección IP del controlador

4.3.3 Configuración de redes y dispositivos

Mediante un solo editor gráfico puede configurarse fácilmente una instalación completa de todos los dispositivos a utilizarse en el proyecto. Para diferenciar claramente entre las tareas de interconexión y de configuración de dispositivos, el editor del STEP7 ofrece tres vistas:

- Las conexiones entre dispositivos pueden crearse de modo gráfico en la Vista de redes.
- Los distintos dispositivos se parametrizan y configuran en la Vista de dispositivos.
- En la Vista de topología se muestra la interconexión real de los dispositivos PROFINET.

Esto simplifica el manejo de sistemas complejos y evita perder la perspectiva en los proyectos de gran envergadura. En el modo online también se visualizan gráficos de diagnóstico de fácil interpretación.

4.3.3.1 Vista de redes

La vista de redes permite configurar la comunicación de la instalación. Aquí se configuran de una forma gráfica y muy clara los enlaces de comunicación entre las diferentes estaciones de trabajo. En la figura 4.12 podemos observar una conexión entre el PLC y HMI.

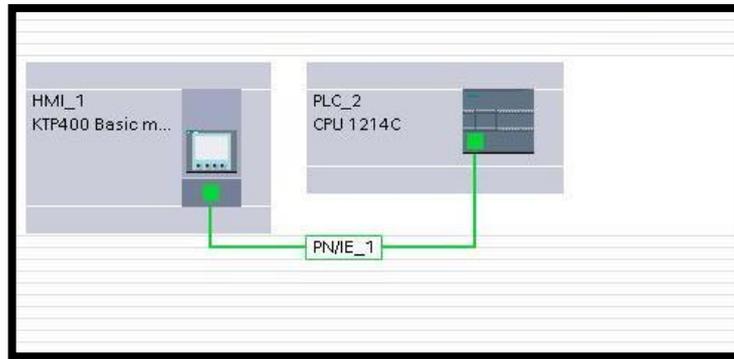


Figura 4.12 Vista de redes

Además de esto en este panel se pueden realizar las siguientes acciones:

- Interconexión de estaciones conectando las interfaces de comunicación con un clic de ratón.
- Representación conjunta de todas las estaciones y componentes de la red. Configuración totalmente gráfica de las distintas estaciones.
- Vista en varias líneas de todos los componentes del proyecto.
- Posibilidad de integrar en un proyecto varios controladores, dispositivos HMI, estaciones SCADA y estaciones PC.
- Integración de dispositivos AS-i con procedimiento idéntico al usado para PROFIBUS/PROFINET.
- Zoom y navegación de páginas.
- Copiar/pegar estaciones enteras con su configuración incluida, o módulos de hardware individuales.

La periferia descentralizada conectada a PROFINET se configura en la vista de redes. En este caso se visualizan de modo gráfico los controladores y la periferia descentralizada asignada a ellos. Sin embargo durante el funcionamiento, no es posible identificar los puertos realmente interconectados y que se comunican entre sí. Esta información, no obstante, es a menudo importante para fines de diagnóstico. En redes PROFINET, la vista de topología ofrece la posibilidad de representar dicha información de forma rápida y sencilla. Mediante la determinación, representación y vigilancia de las conexiones físicas entre los

equipos de PROFINET IO, el administrador puede supervisar y administrar fácilmente incluso las redes más complejas.

4.3.3.1 Comunicación PLC-HMI

La interfaz de comunicación del SIMATIC S7-1200 y del HMI Monocromático está formada por una conexión RJ45 inmune a perturbaciones, con función Autocrossing, que permite hasta 16 conexiones Ethernet y alcanza una velocidad de transferencia de datos hasta de 10/100 Mb/s.

4.3.3.1.1 PROFINET

La interfaz PROFINET con estándares bien conocidos de TCP/IP se la puede usar en SIMATIC S7-1200, tanto para programar como para comunicación con equipos HMI y otros controladores. Este protocolo lleva a futuro, la posibilidad de conectarse con equipos de campo distribuidos mediante PROFINET y por lo tanto teniendo una comunicación unificada desde el nivel de campo hasta el nivel de control.

4.3.4 Distribución entradas/salidas del PLC

Para la programación se distribuyeron las salidas y entradas del PLC (Figuras 4.13 y 4.14 respectivamente) de la siguiente manera:

Q0.0	MOTOR CONTEO HOJAS
Q0.1	ACTIVA BRAZO
Q0.2	MOTOR BANDEJA AC (GIRO DERECHA)
Q0.3	MOTOR BANDEJA AC (GIRO IZQUIERDA)
Q0.4	MOTOR BANDA
Q0.5	MOTOR TIPO HOJA (GIRO DERECHA)
Q0.6	MOTOR TIPO HOJA (GIRO IZQUIERDA)
Q0.7	GANCHO
Q1.0	PERFORADO A4, OFICIO
Q1.1	PERFORADO A5
Q8.0	SENTIDO PISTOLAS
Q8.1	SENTIDO PISTOLAS
Q8.2	HABILITA PISTOLA A4
Q8.3	HABILITA PISTOLA A5
Q8.4	HABILITA PISTOLA OFICIO
Q8.5	SUCCIÓN
Q8.6	ELECTROVALVULA IGUALADORA
Q8.7	SEÑAL ETIQUETA.

Figura 4.13 Tabla de distribución de salidas

I0.0	SENSOR OFICIO
I0.1	SENSOR A4
I0.2	SENSOR A5
I0.3	SENSOR CONTEO
I0.4	SENSOR PRESION
I0.5	SENSOR FOTOELECTRICO
I0.6	FIN CARRERA
I0.7	FIN CARRERA

Figura 4.14 Tabla de distribución de entradas

4.3.5 Programa implementado

4.3.5.1 Proceso conteo

Para el proceso de conteo se realizó cierta secuencia que a continuación se detalla:

- Sube bandeja hasta sensor de presión.
- Iguala papel.
- Activa gancho y prende bomba de succión.
- Prende motor del contador.
- Compara si las hojas contadas es igual al número de hojas configuradas.
- Cuando haya llegado al número de hojas completas se apaga el motor del contador al igual que el gancho. Se activa el brazo que procede a poner el paquete contado en la banda.

4.3.5.2 Proceso banda y perforación

- Prende motor de la banda.
- Suben pistolas que sostienen el papel dependiendo el tamaño seleccionado.
- Cuando se corta el sensor fotoeléctrico se apaga el motor de la banda, se activa el pistón que perfora dependiendo el tamaño.

4.3.5.3 Configuración del tamaño de hojas

Para que se configure la máquina de acuerdo al tamaño de hoja seleccionada en el HMI, el PLC hace el siguiente procedimiento:

- Regresa el soporte todo a un extremo.
- Si se obtiene la señal que el soporte pasa por el tamaño de hoja seleccionada, el motor se detiene.
- Caso contrario el soporte se mueve hacia el otro extremo hasta que el sensor del tipo de hoja seleccionada detecte el paso de este.

4.3.5.3 Insertar etiqueta y emplastado del paquete

Cuando el sensor detecte el paso del paquete por el proceso, este deja caer una etiqueta a través del sistema mecánico de una impresora. El proceso de emplastado del paquete se realiza automáticamente a través de la maquina llamada MAILBAG.

4.3.6 Configuración de parámetros del HMI

Los parámetros que van a ser configurados por el operador dentro de la pantalla del HMI son:

- Encendido de proceso (figura 4.15).

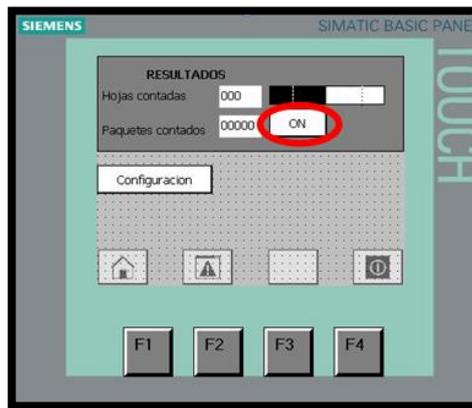


Figura 4.15 Encendido de proceso

- Ingreso a configuración de hoja (figura 4.16).

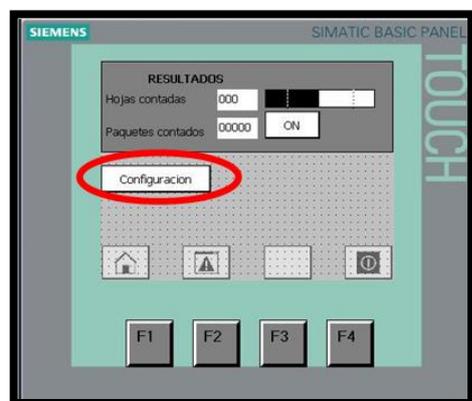


Figura 4.16 Ingreso a configuración

- Configurar cantidad de hojas en un paquete (figura 4.17).

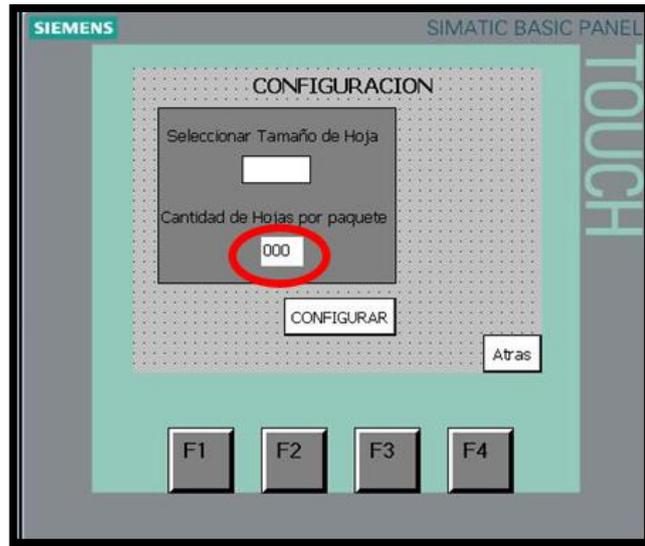


Figura 4.17 Cantidad de hojas por paquete

- Configurar tipo de hoja (figura 4.18).

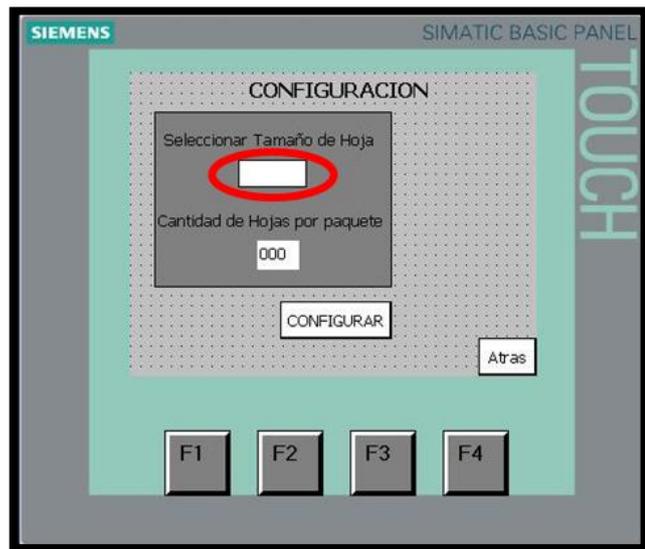


Figura 4.18 Configuración de tamaño de hoja

Además de los parámetros de configuración, también se tienen parámetros que son solo de visualización y de control al momento del funcionamiento del sistema de control, como son la cantidad de hojas contadas y los paquetes contados mostrados en la figura 4.19.

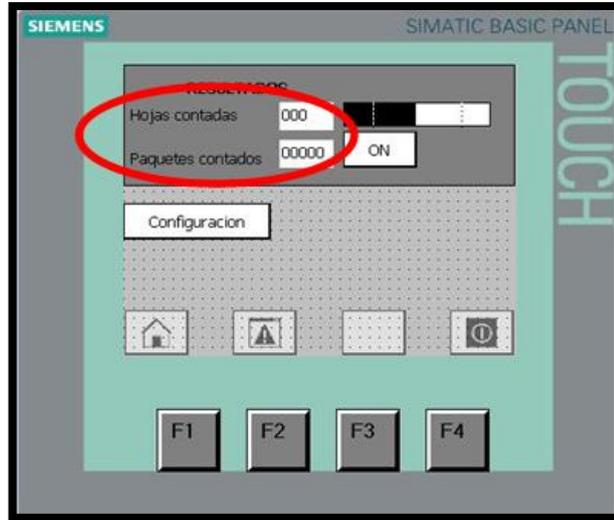


Figura 4.19 Parámetros de visualización

CAPÍTULO V

PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1 Introducción

Una vez ensamblado el sistema autónomo, es decir, la parte mecánica y de control automático, se procede a observar y rescatar los resultados obtenidos en todo el proceso. En este capítulo se resaltarán la elaboración de la máquina (diseño y construcción), como a su vez de los circuitos electrónicos diseñados e implementados para poderla controlar automáticamente.

5.2 Construcción de la máquina

5.2.1 Elaboración de la máquina (proceso mecánico)

Para elaborar el proceso de automatización, se investigó a fondo el procedimiento de conteo de hojas mediante un sistema mecánico, rescatando diversas formas. El procedimiento más viable y confiable fue el diseñado por la empresa VACUMATIC, el cual se basa en generar vacío para tomar una hoja y así en ciclos repetitivos tener el conteo (figura 5.1).



Figura 5.1 Sistema de conteo

Luego de la parte de conteo, se tuvo que analizar la forma de rescatar el paquete contado de la pila de hojas. Para esto se implementó un dispositivo (figura 5.2) basado en tres electroválvulas, encargadas de accionar pistones que trasladan el paquete hacia la banda.



Figura 5.2 Pistones que rescatan el paquete contado

Para la parte de perforado se tienen 2 actuadores (figura 5.3), una para el tamaño de A4 y Oficio y otro para el tamaño de A5, mismos que tienen topes que están elaborados a través de pistolas que se accionan dependiendo el tipo de hoja seleccionado.



Figura 5.3 Perforadora

En la parte “insertado de la etiqueta” se elaboró un sistema basado en la parte mecánica de una impresora que deja caer una hoja a la vez.

Para la parte de emplastado se realiza automáticamente a través de una máquina llamada MAILBAG (figura 5.4).



Figura 5.4 Máquina enfundadora Mailbag

5.2.2 Conexión entre PLC-HMI

La conexión entre PLC y HMI no presento mayor problema debido a la nueva tecnología que aplica SIEMENS con su software TIA PORTAL, en el cual podemos simular y controlar a la vez aparatos. Se necesitó únicamente un patch core para tener comunicación entre ambos dispositivos.

5.2.3 Conexión entre PLC - Placas de potencia

Para la conexión del PLC con las placas de potencia (figura 5.5), fue necesario identificar la entrada-salida del PLC que va conectada a la placa. Luego de esto se la procede a cablear desde las borneras ubicadas alrededor de la placa con cable multipar hacia el PLC.

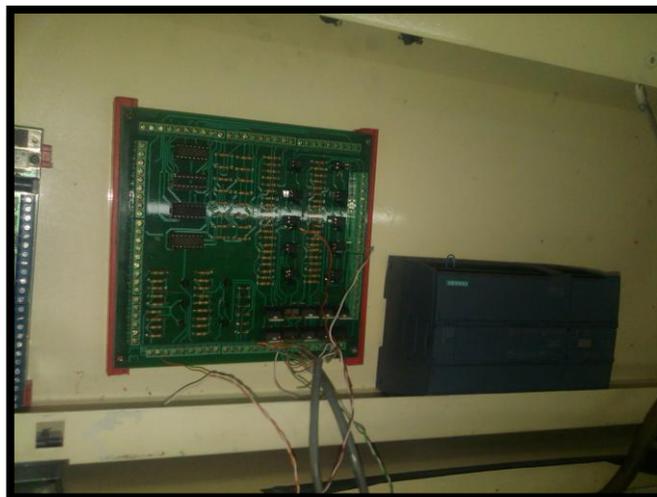


Figura 5.5 Conexión placa de potencia

5.2.4 Conexión entre Placas de potencia – Máquina

La conexión de la placa de potencia con los actuadores en algunos casos no se utilizó cable multipar sino cable eléctrico #18 debido a la corriente que consumen dichas cargas, como es el caso de los motores CA de 110 V y los motores de CC de 24V, además del cableado con la fuente de poder.

5.2.4 Tablero de Control

En el tablero de control (figura 5.6) se encuentra ubicado el HMI, así como el botón de encendido general de la máquina. También se encuentran los botones para accionar de manera manual los motores de la pila y bandeja, así como una luz que se acciona cuando se enciende la máquina.

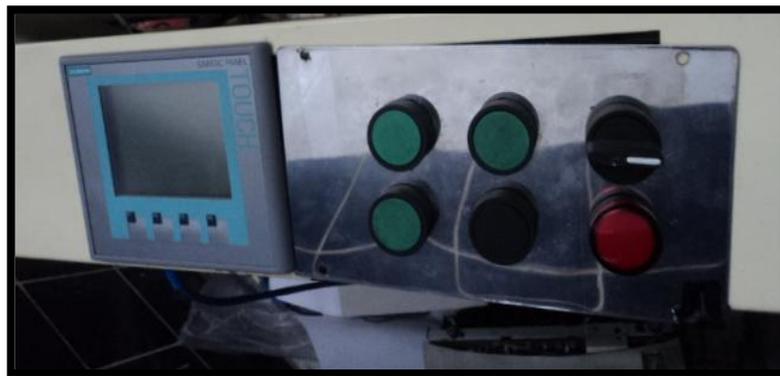


Figura 5.6 Tablero de control

5.3 Funcionamiento de la máquina

5.3.1 Configuración del tipo de Hoja

En el momento que se realiza la selección en el HMI del tipo de hoja, el motor de la bandeja (figura 5.7) se mueve a una posición determinada. Esta posición viene dada por los sensores magnéticos que están ubicados en la parte lateral de la bandeja.

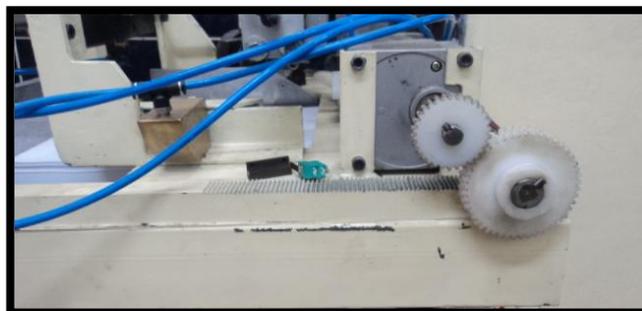


Figura 5.7 Motor bandeja

5.3.2 Conteo del papel

El momento que se da inicio al proceso, el sistema del contador de papel (figura 5.8) empieza a funcionar, de tal manera que solo se necesita que la punta del papel a ser contado esté entre las dos paletas del dispositivo, una de las cuáles posee las cañerías de aire para succionar hoja por hoja.

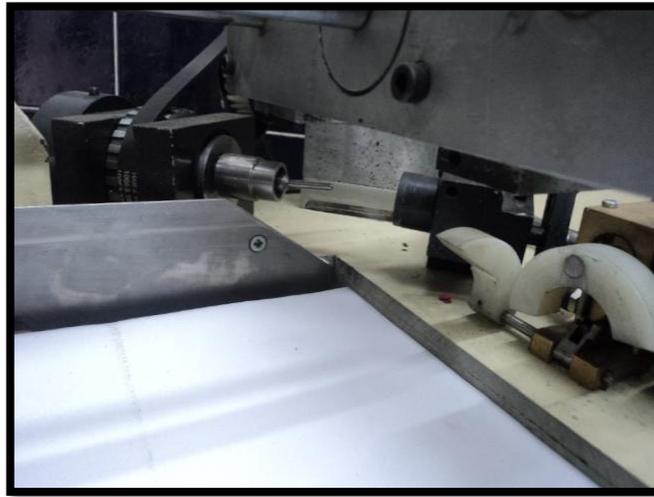


Figura 5.8 Sistema de conteo de hojas

Cada vez que se cuenta una hoja se genera una señal mediante el sensor inductivo colocado en un eje del dispositivo, el cual cada vez que se acerca (figura 5.9).

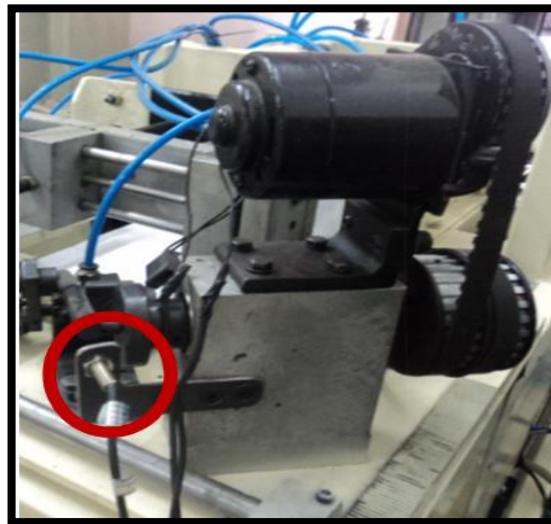


Figura 5.9 Ubicación de sensor inductivo

5.3.3 Dispositivo de traslado de papel

Luego que se hayan contado el número de hojas configuradas en el HMI, el sistema de conteo procede a detenerse. En ese momento se accionan las tres electroválvulas de manera secuencial para que actúen los pistones (figura 5.10). El apagado de las electroválvulas también se realiza de manera secuencial para que no existan movimientos bruscos en el dispositivo.



Figura 5.10 Pistones del dispositivo de traslado de papel

5.3.4 Perforado de la hoja

Al momento que se selecciona el tipo de hoja en el HMI, también queda habilitada la perforadora (figura 5.11). Existen dos tipos de perforadora, una para el tamaño A4 y Oficio, y otra para el A5. Esto se debe a que la hoja en estos formatos entra a ser perforada de manera horizontal o vertical.



Figura 5.11 Perforadora de hojas tamaño A5

5.3.5 Alineación de paquete

Luego que el paquete ha sido perforado, este llega a una bandeja (figura 5.12) la cual, mediante la acción de un brazo, acoplado a una electroválvula realiza la acción de levantarse para que este proceda a alinearse de manera correcta al ingreso de la máquina enfundadora Mailbag.



Figura 5.12 Bandeja que levanta paquete y lo alinea hacia la enfundadora

CONCLUSIONES

Una vez concluido el proyecto de automatización, tenemos que decir que la máquina todavía no se encuentra trabajando en Imprenta UNIGRAF, debido a que necesita calibración de índole estrictamente mecánico, los cuáles no satisfacen plenamente las necesidades realmente requeridas por la industria; sin embargo, la máquina cumple con todas las etapas planteadas al inicio.

La principal dificultad que presentan los Ingenieros electrónicos en nuestra ciudad, es que se depende de la Ingeniería Mecánica, ocasionando retraso e ineficacia en el producto final de automatización

Por otro lado, el sistema eléctrico del proceso funciona con éxito, ya que se contó con equipo de gran calidad como es la marca Siemens. Gracias a la ayuda del PLC se controla con eficiencia los diferentes actuadores y sensores del sistema.

También, con la ayuda del HMI, se logra que el control de la máquina sea amigable y fácil de usar, tanto es así, que a un operario sin mucha experiencia, le pueda tomar una hora en aprender el manejo.

La parte más crítica de todo el sistema, y la razón por la que aún no se la puede poner a trabajar correctamente, es la sección del contador, debido a que se requiere un motor de CC que no tenga inercia al momento de detenerse, además de mayor velocidad de giro. También existe el problema de subida de la pila, cuando las hojas contadas ya pasan a la banda transportadora, porque el mecanismo de conteo requiere que el grupo de hojas a contar se encuentren a una determinada altura para su correcto funcionamiento, por lo se necesita implementar un sistema mecánico más eficaz, que nos permita dar más velocidad al proceso.

La máquina en la actualidad puede realizar todo el proceso en un tiempo de diez segundos, por lo que no es suficiente aún para cubrir la demanda, y aún se encuentra en el taller mecánico donde se la ensambló.

RECOMENDACIONES

Como se dijo en las conclusiones, el problema más grande se da en el proceso mecánico, por lo que es recomendable asesorarse bien con un profesional calificado y responsable en el área de Ingeniería Mecánica antes de incursionar en un proyecto de automatización industrial, analizando todos los movimientos preliminares para llegar a diseñar correctamente el proceso electromecánico.

Se debe cambiar el motor de 24 V de CC del dispositivo de conteo, por uno con menor inercia al momento de detenerse, y con mayor velocidad de giro

Al momento de finalizar el conteo de las hojas en la pila, se debe colocar con cuidado la nueva tanda de hojas a contar, verificando que estén correctamente igualadas.

Se debe evitar conectar la máquina a una red que no tenga conexión a tierra, ya que trabajamos con circuitos integrados y también con el PLC y HMI, que pese a que se diseñó circuitos de protección, no están exentos de sufrir algún daño.

Las partes mecánicas deben ser lubricadas periódicamente, sobre todo las partes móviles acopladas a las electroválvulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

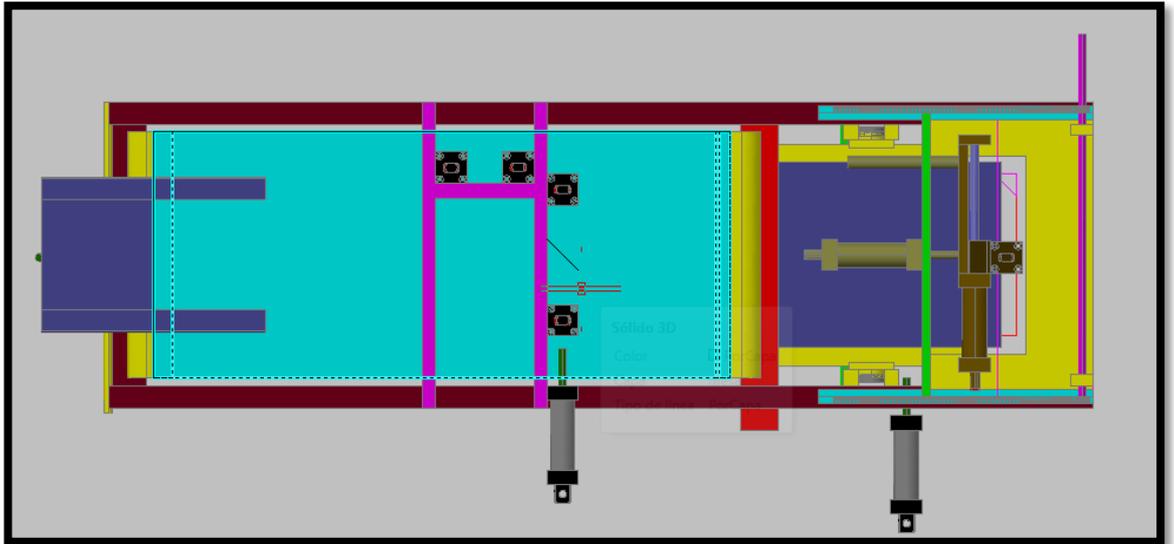
- [1] SIEMENS AG. Getting Started, Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5.
Alemania. A5E02714428-01. 2009
- [2] SIEMENS AG. Manual de sistema, controlador programable S7-1200.
Alemania. A5E02486683-0. 2009.
- [3] SIEMENS AG. SIMATIC S7-1200 Easy Book. Alemania.
A5E02486778-01. 2009.
- [4] SIEMENS AG. SIMATIC S7-1200, Getting Started of S7-1200. Alemania.
A5E02486794-01. 2009.
- [5] DIAZ FERNANDEZ, AURELIO JOSE. Sistemas de Regulación y Control,
Marcombo Alfaomega. Barcelona. 1era ed. 2011
- [6] MUHAMMAD, R. Electrónica de Potencia Circuitos dispositivos y
aplicaciones, Editorial Mc Graw Hill. México. 3era ed. 2004
- [7] CHAPMAN, STEPHEN J. Máquinas Eléctricas, Editorial Mc Graw Hill.
Colombia. 3era ed. 2005
- [8] OGATA, KATSUHIKO. Ingeniería de Control Moderna, Pearson Education.
Madrid. 4ta ed. 2003
- [9] TOCCI, Ronald y WIDMER, Neals. Sistemas Digitales, Pearson Education.
México. 8va ed. 2003
- [10] CREUS, Antonio. Neumática e Hidraulica, Marcombo. Barcelona. 2da ed.
2011

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

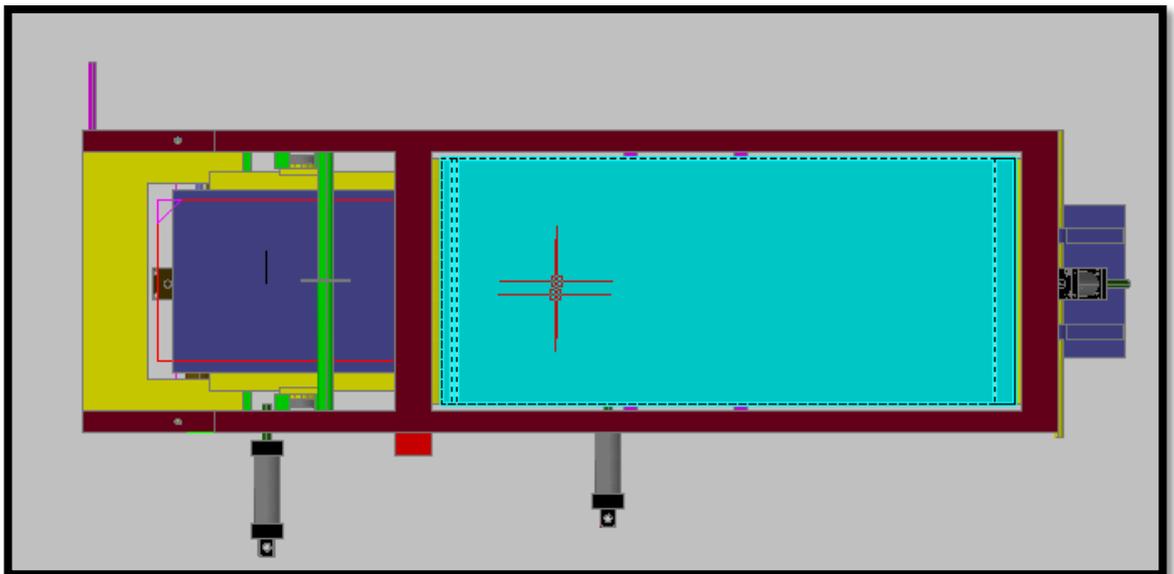
- [11] MICROCHIP, D. (n.d.). Datasheet PIC 18f4550. EEUU.
<http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en01030>
0 Consulta: 15-01-2013
- [12] SIEMENS. Product Support. ¿Cómo se puede acceder a un PLC S7-1200 mediante un PC Access y qué se ha de tener en cuenta? 2011.
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objl>
[d=26435986&load=treecontent&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction](http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objl)
[=csview&extranet=standard&viewreg=WW](http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objl). Consulta: 12-09-2012
- [13] ABC ELECTRONICS,
<http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en01030>
Consulta: 15-08-2012
- [14] Introduccion a HMI (Interfaz Hombre – Máquina)
<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>
Consulta: 15-01-2013

ANEXOS

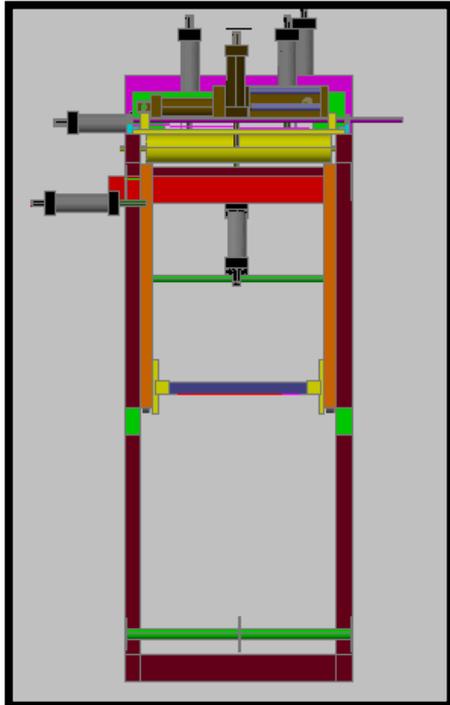
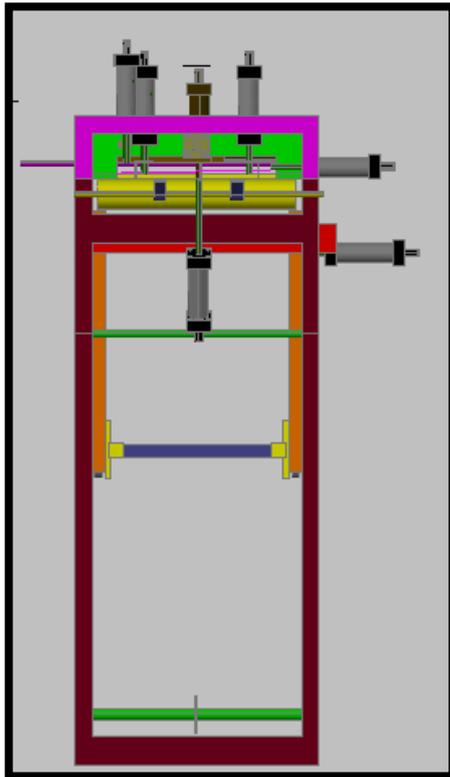
ANEXO 1: Vista Superior de la máquina contadora



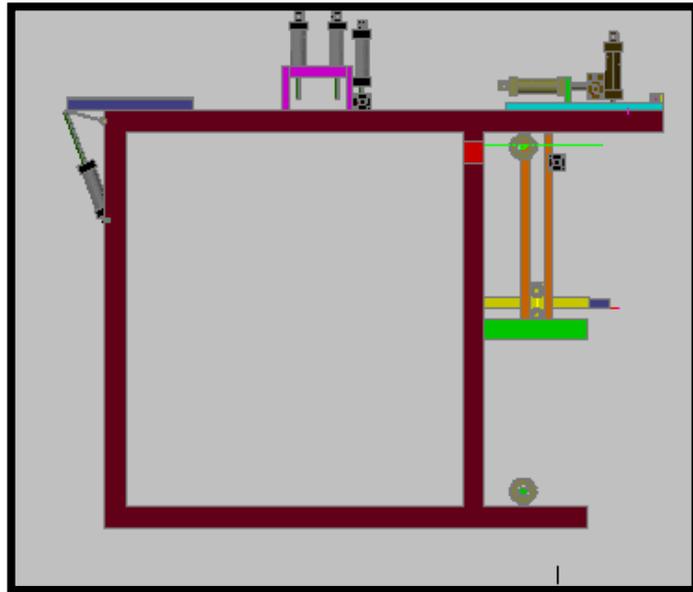
ANEXO 2: Vista Inferior de la máquina contadora



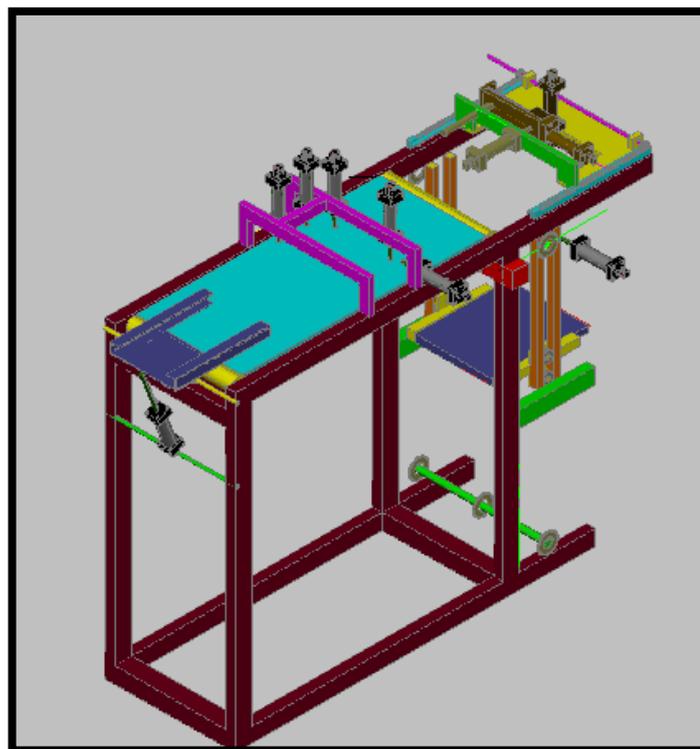
ANEXO 3: Vistas Laterales de la máquina contadora



ANEXO 4: Vista Frontal de la máquina contadora



ANEXO 5: Vista Isométrica de la máquina contadora



ANEXO 6: Placa PCB (vista superior)

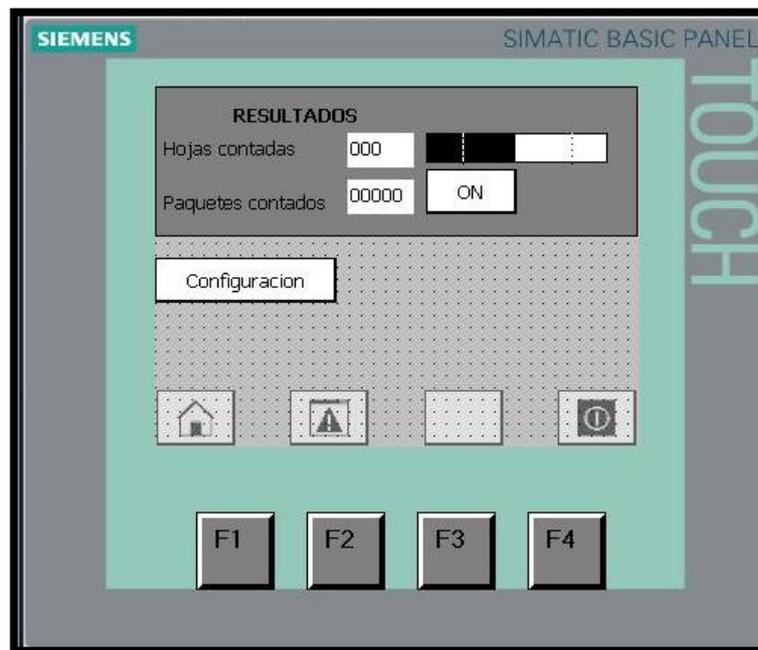
ANEXO 7: Placa PCB (vista inferior)

ANEXO 8: PLACA PCB (ESQUEMÁTICO)

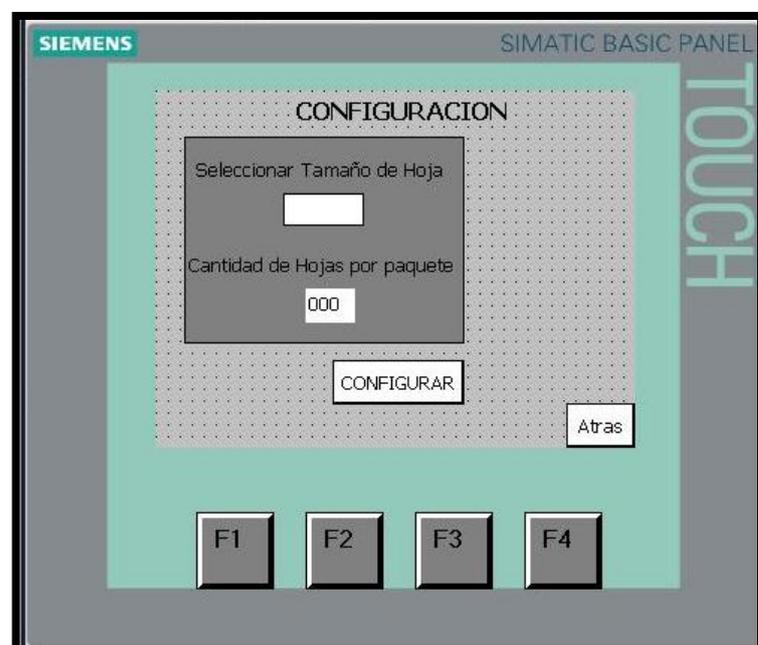
ANEXO 9: VARIABLES HMI

ANEXO 10: VARIABLES PLC

ANEXO 11: Pantalla principal HMI.



ANEXO 12: Pantalla de configuración del HMI



ANEXO 13: Configuración tamaño hojas: oficio, A4 Y A5

ANEXO 14: Configuración de hojas (auxiliar)

ANEXO 15: Segmento motor pila, igualación del papel, encendido de succión y contador

ANEXO 16: Segmento banda, perforadora

ANEXO17: Video demostrativo de funcionamiento.