



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Diseño y construcción para la automatización de un sistema de
serigrafía.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor

ANDRÉS EDUARDO AVILA ILLESCAS

Director

SIMÓN BOLÍVAR MÉNDEZ RENGEL

CUENCA, ECUADOR

2015

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación dedico a mi Padre César Avila (+), quien siempre estuvo con su apoyo categórico en mi niñez y adolescencia guiándome por el camino apropiado para así poder obtener mi título de ingeniería electrónica.

Este logro va dedicado a ti César.

Andrés Eduardo

AGRADECIMIENTOS

Muy agradecido de la vida brindada por nuestro Dios, y de las personas que ellas componen que en el camino de la misma, quienes siempre estuvieron apoyándome en esta etapa de la universidad y trabajo de graduación a todos ellos gracias.

A mi familia que siempre estuvo pendiente con sus consejos y ayuda en la culminación de mi tesis, así también a mis dos cimientos Naty y Andrés Jr.

De manera exclusiva a mi director Ing. Bolívar Méndez, a los miembros del tribunal Ing. Santiago Mora e Ing. Francisco Vásquez, y al director de escuela Ing. Hugo Torres. Personas que gracias a sus conocimientos contribuyeron a mi formación en el campo de la ingeniería.

Andrés Eduardo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Pag.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xvi
INDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPITULO 1: DESCRIPCION DEL PROCESO DE SERIGRAFIA.....	 3
1.1 Conceptualización de serigrafía.....	3
1.2 Reseña histórica de la serigrafía.....	3
1.3 Aplicación de la serigrafía.....	3
1.4 Descripción del proceso actual y elementos de la Serigrafía.....	4
1.4.1 Recepción de Orden de Trabajo.....	4
1.4.2 Elaboración de arte gráfico.....	4
1.4.3 Impresión de Diseño.....	5
1.4.4 Matriz.....	5
1.4.5 Marco.....	5
1.4.6 Malla.....	6
1.4.7 Foto revelado.....	7
1.4.8 Elementos de la impresión serigráfica.....	9
1.4.9 Pintura para impresión.....	9
1.4.10 Racle.....	10
1.4.11 Máxima área de impresión.....	12
1.4.12 Secuencia de Impresión.....	13

CAPITULO 2: CONSIDERACIONES TEORICAS DE LA AUTOMATIZACION.	16
2.1 Concepto de automatización.	16
2.1.1 Ventajas del uso de automatización	16
2.1.2 Partes del sistema de automatización serigráfica.	17
2.2 Sensores.....	17
2.2.1 Definición de Sensores.....	18
2.2.2 Principio de Funcionamiento del Sensor.	18
2.2.3 Características de un sensor.	19
2.2.4 Sensores en la Industria.....	20
2.2.5 Sensores de Temperatura.	21
2.2.6 Termocuplas.....	22
2.2.8 Detector de presencia fotoeléctrico.....	25
2.2.9 Detección magnética de posición.....	25
2.2.10 Detección inductiva de posición.	27
2.3 Elementos Neumáticos.	27
2.3.2 Cilindro neumático de simple efecto.....	28
2.3.3 Cilindro neumático de doble efecto.	29
2.3.4 Válvulas Distribuidoras.....	33
2.3.5 Accionamiento eléctrico de válvula distribuidora (Electroválvula)....	36
2.3.6 Accionamiento neumático de válvula de pistón.....	36
2.4 Actuadores Eléctricos.....	37
2.4.1 Motores Eléctricos.	37
2.4.2 Clasificación de motores eléctricos.....	39
2.4.3 Motores Monofásicos Asíncronos.....	40
2.4.4 Protección de los motores eléctricos.	43
2.4.5 Variación de Velocidad de motores eléctricos.....	43
2.4.6 Motoreductor.....	44
2.4.7 Reducción de velocidad con poleas y correas.....	47
2.4.8 Resistencia Térmica o Niquelina.	48
2.5 Controlador Lógico Programable (PLC).	50
2.5.1 Aplicaciones del PLC.....	51
2.5.2 Funciones específicas de un PLC.....	52

2.5.3	Estructura del PLC.	52
2.6	Pantallas Táctiles.	57
2.6.1	Funcionamiento y tipos de pantallas táctiles.	57
2.6.2	Pantalla táctil resistiva.	58
2.6.3	Pantalla táctil capacitiva.	59
2.6.4	Pantalla táctil de ondas acústicas.	60
2.6.5	Pantallas táctiles de infrarrojos.	61
CAPITULO 3: PARÀMETROS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.		63
3.1	Descripción general de la maquina automática de serigrafía.	63
3.2	Criterio de diseño del sistema de rascador y racle.	66
3.2.1	Diseño del elemento rascador.	67
3.2.2	Diseño del elemento racle.	67
3.2.3	Diseño del sistema del racle y rascador.	68
3.3	Diseño del sistema de soporte principal.	70
3.3.1	Elaboración de Matriz de diseño.	72
3.4	Diseño del sistema de mesa móvil.	77
3.5	Esquema del circuito neumático de la estampadora.	79
3.6	Elección de pistones neumáticos.	80
3.6.1	Elección de pistón mesa.	82
3.6.2	Elección de pistón racle y rascador.	85
3.6.3	Elección de pistón superior avance.	86
3.6.4	Elección de válvula de paso de pintura.	89
3.7	Elección de electroválvulas de accionamiento neumático.	89
3.7.1	Elección de electroválvula para accionamiento de pistón mesa.	89
3.7.2	Elección de electroválvula para accionamiento de pistón racle.	90
3.7.3	Elección de electroválvula para accionamiento de pistón superior	90
3.7.4	Elección de electroválvula para accionamiento de válvula pintura	91
3.8	Elección de unidad de mantenimiento.	91
3.9	Elección de unidad de generación de energía neumática.	91
3.10	Diseño y construcción de banda transportadora de secado.	95
3.10.1	Diseño de estructura principal de banda transportadora.	96

3.10.2	Selección de banda transportadora.....	98
3.11	Selección de sistemas de transmisión y movimiento.	99
3.12	Selección de motoreductor.	101
3.12.1	Cálculo matemático de potencia de motoreductor.	101
3.13	Selección de sistema de secado.	106
CAPITULO 4: DISEÑO Y PROGRAMACION DE FIRMWARE		108
4.1	Introducción.....	108
4.2	Control de mesa móvil.	108
4.2.1	Características de sensor inductivo de mesa móvil.....	108
4.3	Control de pistón superior de avance y retroceso.....	109
4.3.1	Características de sensor magnético.	109
4.4	Control de banda transportadora.	110
4.4.1	Características de sensor fotoeléctrico.	110
4.5	Control de temperatura horno de secado.	111
4.5.1	Características de módulo de expansión de temperatura.	112
4.6	Diseño circuito de control eléctrico y electrónico.....	112
4.6.1	Esquema de circuito de control de entradas al PLC.....	113
4.6.2	Esquema de circuito de control de salidas del PLC.	114
4.7	Elección de elementos eléctricos y electrónicos de control.	116
4.7.1	Controlador Lógico Programable.....	116
4.7.2	Pantalla HMI.	117
4.7.3	Relés auxiliares.	118
4.7.4	Relé de estado sólido.....	118
4.7.5	Contactor y térmico para motoreductor.	119
4.7.6	Contactor para ventilador.	120
4.8	Diseño de programación en el PLC.....	121
4.8.1	Secuencia del programa en su actuación.....	121
4.8.2	Establecimiento del programa en el software XCP pro.	123
4.8.3	Control de temperatura PID en el software del PLC.....	124
4.9	Sistema SCADA.....	139
4.10	Programación del HMI (Interface humano maquina).	141

4.10.1	Creación de un nuevo proyecto.....	141
4.10.2	Interface de Comunicación de HMI con el PLC.....	144
4.10.3	Edición de screens (pantallas).....	146
4.11	Pantallas del programa automatizado de serigrafía.....	154
4.11.1	Diseño de pantalla INICIO.....	154
4.11.2	Diseño de pantalla datos ingresados.	155
4.11.3	Diseño de pantalla modo manual.	156
4.11.4	Diseño de pantalla modo automático.	156
4.11.5	Descargar el proyecto en HMI.....	157
CAPITULO 5: IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS REALES.....		158
5.1	Introducción.....	158
5.2	Implementación de sensores a la maquina automatizada.	158
5.2.3	Colocación del sensor inductivo.	158
5.2.4	Puesto del sensor magnético.	159
5.2.5	Instalación del sensor fotoeléctrico.....	161
5.2.6	Disposición del sensor de temperatura PT 100.....	161
5.3	Construcción del centro de control del sistema automatizado.	162
5.3.1	Ensamblaje del centro de control.	163
5.3.2	Partes del centro de control.	164
5.3.3	Lista de materiales y equipos centro de control.	168
5.4	Implementación del sistema neumático.	169
5.4.1	Listado de elementos neumáticos.....	174
5.5	Pruebas de funcionamiento del centro de control.	174
5.5.1	Señales en la entrada de sensores en el PLC:.....	175
5.5.2	Señales en la salida del PLC:	176
5.5.3	Interpretación de temperatura en HMI.....	181
5.6	Caracterización de las partes de la máquina automatizada de serigrafía...	181
5.7	Operación de la máquina automatizada de serigrafía.....	182
5.7.1	Comprobación de parámetros para uso de la máquina.....	182
5.7.2	Operación de la máquina de serigrafía en modo manual.	185
5.7.3	Admisión de parámetros de funcionamiento a la máquina.	196

5.7.4	Operación de la máquina de serigrafía en modo automático.	201
5.7.5	Descripción de las partes de la pantalla modo automático.	202
5.8	Seguridad y mantenimiento de maquina automatizada de serigrafía.	204
5.8.1	Seguridad.	204
5.8.2	Mantenimiento.	205
5.9	Características del sistema automatizado de serigrafía.	207
5.10	Costos de elaboración de maquinaria automatizada.	208
5.10.1	Costos material eléctrico.	208
5.10.2	Costos material neumático.	210
5.10.3	Costos material mecánico.	211
5.10.4	Costo total por material.	212
5.11	Precio de maquinaria de procedencia extranjera.	212
5.12	Tiempos de ejecución de estampado serigráfico.	216
5.12.1	Tiempos de ejecución en mesa de estampado.	216
5.12.2	Tiempos de ejecución en banda transportadora de secado.	217
5.12.3	Tiempo total de estampado automatizado.	217
5.13	Cantidad de pintura plastisol.	220
5.14	Estudios de costos.	222
CONCLUSIONES		224
RECOMENDACIONES		227
BIBLIOGRAFÍA		229
ANEXOS		233

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDOS	Pág.
Figura 1. 1. Medidas del marco en milímetros	6
Figura 1. 2. Medida de malla y aplicación	7
Figura 1. 3. Emulsionado y secado de matriz	8
Figura 1. 4. Foto revelado con fuente luminosa	8
Figura 1. 5. Racle	10
Figura 1. 6. Perfil de goma.....	12
Figura 1. 7. Área máxima de impresión en milímetros.....	13
Figura 1. 8. Proceso de impresión.....	14
Figura 1. 9. Plancha eléctrica para secado térmico.	15
Figura 2. 1. Funcionamiento de sensor.	18
Figura 2. 2. Funciones y tipos de sensores.....	20
Figura 2. 3. Medidores de temperatura.	21
Figura 2. 4. Sensores en la industria.	21
Figura 2. 5. Esquema de termocupla.....	22
Figura 2. 6. Esquema de compensación de señal.	22
Figura 2. 7. Características técnicas de tipos de termocuplas.....	23
Figura 2. 8. Particularidades de termocuplas.	24
Figura 2. 9. Diagrama de un sensor fotoeléctrico.	25
Figura 2. 10. Montaje de un sensor en un cilindro neumático.	26
Figura 2. 11. Diagrama de sensor inductivo.	27
Figura 2. 12. Cilindro de simple efecto.....	28
Figura 2. 13. Cilindro de doble efecto.....	29
Figura 2. 14. Amortiguación de cilindro neumático.	30
Figura 2. 15. Partes de un cilindro neumático.....	31
Figura 2. 16. Numero de vías de conexión.....	33
Figura 2. 17. Numero de posiciones.....	34
Figura 2. 18. Simbología de una válvula 3 vías 2 posiciones.	35
Figura 2. 19. Tipos de accionamiento.	35
Figura 2. 20. Estructura de válvula de asiento.	36
Figura 2. 21. Partes de un motor eléctrico.	38
Figura 2. 22. Esquema interno del motor monofásico	41
Figura 2. 23. Esquema para la inversión de giro del motor monofásico.....	42
Figura 2. 24. Esquema para la inversión de giro del motor monofásico actual.	42
Figura 2. 25. Sistema de transmisión por engranajes.....	45
Figura 2. 26. Motor monofásico con sistema de reducción incorporado.	46
Figura 2. 27. Sistema de reducción de velocidad con poleas y correas.	47
Figura 2. 28. Calefactores formados con niquelinas.	49
Figura 2. 29. Arquitectura interna del PLC.....	51

Figura 2. 30. Principio de Funcionamiento de una pantalla táctil.....	58
Figura 2. 31. Pantalla táctil resistiva.	59
Figura 2. 32. Pantalla táctil capacitiva.	60
Figura 2. 33. Pantalla táctil de ondas acústicas.	61
Figura 2. 34. Pantalla táctil de rayos infrarrojos.	62
Figura 3. 1 Soporte principal.....	63
Figura 3. 2. Componentes mesa móvil.....	64
Figura 3. 3. Sistema de dispersión de pintura sobre la malla.	64
Figura 3. 4. Sistema de presión de pintura sobre la malla.....	65
Figura 3. 5. Dispositivo de rascador y racle de la tesis referida.....	66
Figura 3. 6. Dispositivo de rascador.....	67
Figura 3. 7. Dispositivo de racle.	68
Figura 3. 8. Diseño del sistema de racle y rascador.	68
Figura 3. 9. Sistema de racle y rascador.....	69
Figura 3. 10. Diseño para el movimiento horizontal del sistema racle y rascador. ...	69
Figura 3. 11. Movimiento horizontal del sistema racle y rascador.	70
Figura 3. 12. Diseño del soporte principal.	71
Figura 3. 13. Estructura del soporte principal.	71
Figura 3. 14. Sistema de abastecimiento de pintura plastisol.	72
Figura 3. 15. Diseño de arte en acetato A4.	73
Figura 3. 16. Colocación de malla sobre marco.....	73
Figura 3. 17. Diseño sobre malla de nylon.	74
Figura 3. 18. Emulsionado de malla.	74
Figura 3. 19. Secado de emulsión.	75
Figura 3. 20. Transferencia por lámparas.....	75
Figura 3. 21. Mojado de matriz para obtener diseño.	76
Figura 3. 22. Matriz de diseño lista en la máquina.	76
Figura 3. 23. Diseño del sistema mesa móvil.	78
Figura 3. 24. Sistema mesa móvil.....	78
Figura 3. 25. Esquema neumático mesa estampadora.....	79
Figura 3. 26. Pantalla de selección de actuadores neumáticos FESTO.	81
Figura 3. 27. Pantalla de selección de cilindros con vástago.	81
Figura 3. 28. Pantalla de selección de cilindros de doble efecto.....	82
Figura 3. 29. Distancia considerable entre mesa de apoyo y matriz.	83
Figura 3. 30. Pantalla de parámetros del sistema para el pistón mesa.	83
Figura 3. 31. Selección del tipo de pistón mesa.....	84
Figura 3. 32. Simulación y resultados del pistón mesa.	84
Figura 3. 33. Pantalla de parámetros del sistema para los cilindros del racle y rascador.	85
Figura 3. 34. Selección del tipo de pistón racle y rascador.....	86
Figura 3. 35. Simulación y resultados del pistón racle y rascador.....	86
Figura 3. 36. Longitud de carrera requerida para el proceso de estampado.....	87
Figura 3. 37. Pantalla de parámetros del sistema para el pistón superior avance.	87
Figura 3. 38. Selección del tipo de pistón superior avance.....	88

Figura 3. 39. Simulación y resultados del pistón superior avance.	88
Figura 3. 40. Válvula de asiento inclinado de ½ “.	89
Figura 3. 41. Pantalla de selección de aplicación de Consumo de aire.	92
Figura 3. 42. Pantalla de ingreso de datos del cilindro pistón mesa.	92
Figura 3. 43. Pantalla de ingreso de datos de los pistones racle y rascador.	93
Figura 3. 44. Pantalla de ingreso de datos del pistón superior de avance.	93
Figura 3. 45. Pantalla de ingreso de datos de la válvula de asiento inclinado.	94
Figura 3. 46. Tabla de cilindros elegidos y su consumo de aire.	95
Figura 3. 47. Banda transportadora.	96
Figura 3. 48. Distribución de medidas de longitud de banda de secado.	97
Figura 3. 49. Ancho de banda transportadora.	97
Figura 3. 50. Numero de grapa dependiendo del espesor de banda transportadora... ..	98
Figura 3. 51. Unión de los extremos de la banda con grapa nº 27.	99
Figura 3. 52. Rodillo de acero inoxidable.	99
Figura 3. 53. Rodamiento con soporte.	100
Figura 3. 54. Acople rodillo con rodamiento con soporte.	100
Figura 3. 55. Placa de datos de motor eléctrico.	104
Figura 3. 56. Placa de datos de caja reductora.	105
Figura 3. 57. Técnica de reducción de velocidad por poleas.	106
Figura 3. 58. Niquelina eléctrica usada en el sistema de secado.	107
Figura 3. 59. Ventilador eléctrico acoplado en el sistema de secado.	107
Figura 4. 1 Sensor inductivo AUTONICS.	108
Figura 4. 2. Sensor magnético FESTO.	109
Figura 4. 3. Sensor fotoeléctrico AUTONICS.	110
Figura 4. 4. Sensor PT 100.	111
Figura 4. 5. Módulo de expansión de temperatura XINJE.	112
Figura 4. 6. Esquema de circuito de entradas a PLC.	113
Figura 4. 7. Esquema del circuito de salidas del PLC.	114
Figura 4. 8. PLC Xinje.	116
Figura 4. 9. Pantalla Touch Win TH 465 - MT.	117
Figura 4. 10. Relé auxiliar CHINT.	118
Figura 4. 11. Relé de estado sólido AUTONICS.	118
Figura 4. 12. Contactor y térmico comando para motoreductor CHINT.	119
Figura 4. 13. Contactor para ventilador marca CHINT.	120
Figura 4. 14. Pantalla de programación en XCP pro.	121
Figura 4. 15. Pantalla de programación ingreso de variables.	123
Figura 4. 16. Diagrama de control PID.	124
Figura 4. 17. Ejemplo de control de temperatura PID.	126
Figura 4. 18. Conexión de sensor Pt100 a CH2.	126
Figura 4. 19. Distribución de registros de tarjeta BD.	127
Figura 4. 20. Constantes de proporcionalidad control PID en el PLC.	127
Figura 4. 21. Programa de control de temperatura PID.	128
Figura 4. 22. Inicio de cadena de programa en selección de modo.	129
Figura 4. 23. Cadena de programa en modo manual.	130

Figura 4. 24. Cadena de programa en modo manual pistón avance-retroceso.....	131
Figura 4. 25. Reset de salidas de PLC en modo manual.	131
Figura 4. 26. Reset de salidas de PLC en modo manual pistón superior.	131
Figura 4. 27. Inicio de programa en modo automático.	133
Figura 4. 28. Programa en modo automático de estampadora.	134
Figura 4. 29. Programa en modo automático de banda transportadora.....	135
Figura 4. 30. Secuencia de contador de camisetas con alarma.	136
Figura 4. 31. Secuencia de encendido de ventilador.....	136
Figura 4. 32. Secuencia de paro general.	138
Figura 4. 33. Ejemplo de sistema SCADA	139
Figura 4. 34. La interfaz de comunicación de la serie TH HMI con PLC.	140
Figura 4. 35. Software Touch Win Xinje.....	141
Figura 4. 36. Selección de HM	142
Figura 4. 37. Selección de puerto de PLC.....	142
Figura 4. 38. Selección de puerto de descarga.	143
Figura 4. 39. Finalización de creación de proyecto nuevo.....	144
Figura 4. 40. Creación de pantallas en touch win.	146
Figura 4. 41. Selección de nemotécnico del registro PLC en touch win	146
Figura 4. 42. Selección de función del botón.....	147
Figura 4. 43. Selección de nemotécnico para activación lámpara.	147
Figura 4. 44. Edición de aspecto de lámpara.	148
Figura 4. 45. Edición de nemotécnico entrada de datos.....	148
Figura 4. 46. Edición de display de datos.	149
Figura 4. 47. Edición de teclado de ingreso datos.....	149
Figura 4. 48. Selección de pantalla de salto.	150
Figura 4. 49. Edición de botón salto de pantalla.	150
Figura 4. 50. Selección del nemotécnico del dato de medición.	151
Figura 4. 51. Edición de instrumento.	151
Figura 4. 52. Valores de visualización del instrumento.	152
Figura 4. 53. Edición de display con el nemotécnico.	152
Figura 4. 54. Edición de aspecto de display.....	153
Figura 4. 55. Selección de nemotécnico del aspecto a visualizar.	153
Figura 4. 56. Función de la visualización del aspecto.....	154
Figura 4. 57. Pantalla INICIO.	155
Figura 4. 58. Pantalla DATOS INGRESADOS.....	155
Figura 4. 59. Pantalla selección MODO MANUAL.....	156
Figura 4. 60. Pantalla selección MODO AUTOMÁTICO con sus indicadores.	157
Figura 4. 61. Puertos de interface de la pantalla TH.....	157
Figura 5. 1. Posición del sensor inductivo.	159
Figura 5. 2. Montaje sensor magnético.	160
Figura 5. 3. Distancia de montaje sensor magnético.....	160
Figura 5. 4. Posición sensor fotoeléctrico.	161
Figura 5. 5. Posición PT100 dentro del horno de secado.....	162
Figura 5. 6. Centro de control de la máquina automatizada.....	163

Figura 5. 7. Proceso de ensamblaje del centro de control.....	164
Figura 5. 8. Partes del centro de control.....	166
Figura 5. 9. Conexión entre PLC y HMI.....	166
Figura 5. 10. Posición selector y para de emergencia.	167
Figura 5. 11. Salida de conexiones desde el centro de control.	167
Figura 5. 12. Fuente de aire compresor 7.1 cfm 2HP	170
Figura 5. 13. Unidad de mantenimiento ¼ “	170
Figura 5. 14. Conexión neumática de electroválvulas.	171
Figura 5. 15. Salida de las conexiones neumáticas a los pistones.	171
Figura 5. 16. Conexión neumática tipo “X” para pistón racle y rascador con regulador.	172
Figura 5. 17. Conexión neumática para pistón superior con regulador de caudal. .	172
Figura 5. 18. Conexión neumática para pistón mesa.	173
Figura 5. 19. Conexión neumática para válvula abastecimiento de pintura.....	173
Figura 5. 20. Señal de sensor inductivo y magnético.....	175
Figura 5. 21. Señal de sensor fotoeléctrico.	176
Figura 5. 22. Señal de salida hacia niquelina.	176
Figura 5. 23. Señal de salida hacia pistón mesa.	177
Figura 5. 24. Señal de salida válvula de paso de pintura.	177
Figura 5. 25. Señal de salida para pistón racle y rascador.	178
Figura 5. 26. Señal de salida para pistón superior avance.	178
Figura 5. 27. Señal de salida para pistón superior retroceso.....	179
Figura 5. 28. Señal de salida para contactor motoreductor.....	180
Figura 5. 29. Señal de salida para contactor ventilador.	180
Figura 5. 30. Dato de temperatura en el HMI.	181
Figura 5. 31. Partes principales de la maquina automatizada.	182
Figura 5. 32. Encendido de la máquina.....	183
Figura 5. 33. Verificación funcionamiento compresor.	183
Figura 5. 34. Llegada de aire al sistema de control.....	184
Figura 5. 35. Colocación de textil.	184
Figura 5. 36. Selección en teclado modo manual.....	185
Figura 5. 37. Selección modo manual en la imagen.	186
Figura 5. 38. Pantalla en selección modo manual.....	186
Figura 5. 39. Activación tecla pistón mesa.	187
Figura 5. 40. Acercamiento de mesa móvil a matriz de diseño	187
Figura 5. 41. Accionamiento válvula de pintura.	188
Figura 5. 42. Cantidad de pintura sobre la matriz.	188
Figura 5. 43. Selección racle rascador.	189
Figura 5. 44. Activación pistón racle.	189
Figura 5. 45. Activación tecla pistón avance	190
Figura 5. 46. Dispersado de pintura en matriz.	190
Figura 5. 47. Activación racle de caucho.	191
Figura 5. 48. Selección de retroceso de pistón superior.....	191
Figura 5. 49. Trabajo del rascador sobre el diseño y textil.	192

Figura 5. 50. Textil estampado defectuoso.	192
Figura 5. 51. Medida de distancia racles y malla.	193
Figura 5. 52. Textil estampado en modo manual.	194
Figura 5. 53. Encendido de horno	194
Figura 5. 54. Activación de motoreductor.	195
Figura 5. 55. Recorrido de textil por la banda transportadora.	195
Figura 5. 56. Tecla para ingresar variables	196
Figura 5. 57. Pantalla de datos ingresados HMI	196
Figura 5. 58. Ingreso de temperatura en HMI.....	197
Figura 5. 59. Ingreso de tiempo bajo el horno.	198
Figura 5. 60. Ingreso de número de camisetas.	198
Figura 5. 61. Ingreso de cantidad de pintura.	199
Figura 5. 62. Abastecimiento de pintura en la matriz, antes y después.	200
Figura 5. 63. Teclas complementarias de pantalla DATOS.....	200
Figura 5. 64. Selección en display de modo automático.....	201
Figura 5. 65. Tecla selección modo automático.....	201
Figura 5. 66. Pantalla en “MODO AUTOMATICO” en HMI	202
Figura 5. 67. Textiles estampados en modo automático.	204
Figura 5. 68. Malla de diseño deteriorada debido al textil perturbado.	206
Figura 5. 69. Horno ECONOMAX.	213
Figura 5. 70. Estampadora SIDEWINDER	214
Figura 5. 71. Estampadora automática DIAMONDBACK.	215
Figura 5. 72. Grafica movimientos vs tiempo por proceso.	218
Figura 5. 73 . Grafica tiempo vs textiles diario.....	220
Figura 5. 74. Grafica pintura vs # textiles.....	221

INDICE DE TABLAS

CONTENIDOS	Pág.
Tabla 4. 1. Nemotécnicos de variables en el PLC.....	123
Tabla 4. 2. Variables para el control PID.....	125
Tabla 4. 3. Nemotécnicos de constantes de control PID.....	127
Tabla 4. 4. Nemotécnicos de programa PID.	128
Tabla 4. 5. Nemotécnicos inicio de programa.....	129
Tabla 4. 6. Nemotécnicos de programa modo manual.....	132
Tabla 4. 7. Nemotécnicos de programa modo automático mesa serigrafía.	134
Tabla 4. 8. Nemotécnicos de programa modo automático horno de secado.....	137
Tabla 4. 9. Nemotécnicos reset de programa.	138
Tabla 4. 10. Nemotécnicos en software Touch Win del HMI.	144
Tabla 5. 1. Materiales del centro de control principal.....	168
Tabla 5. 2. Características sistema automatizado de serigrafía.....	207
Tabla 5. 3. Costos material eléctrico.....	208
Tabla 5. 4. Costos material neumático.....	210
Tabla 5. 5. Costos material mecánico.	211
Tabla 5. 6. Costo total maquina serigrafía.	212
Tabla 5. 7. Tiempos en el proceso en mesa de estampado.....	216
Tabla 5. 8. Tiempos de secado en horno.....	217
Tabla 5. 9. Tiempo total de trabajo serigráfico por textil.....	217
Tabla 5. 10. Tiempos muertos de la máquina.	219
Tabla 5. 11. Cantidad de textiles por minuto.	219
Tabla 5. 12. Cantidad de textiles por día, semana y mes.	220
Tabla 5. 13. Cantidad de plastisol por textil.....	221
Tabla 5. 14. Costos de producción diaria.....	222

ÍNDICE DE ANEXOS.

CONTENIDOS	Pág.
Anexo 1: Partes de la mesa estampadora automatizada diseñada en el software autocad 2014.	¡Error! Marcador no definido.33
Anexo 2: Hojas de datos de especificaciones técnicas de los cilindros neumáticos marca festo que fueron implementados en la maquina automatizada de serigrafía.	23636
Anexo 3: Especificaciones generales de los componentes eléctricos y electrónicos de la maquina automatizada	¡Error! Marcador no definido.39
Anexo 4: Listas de id, instrucciones de los dispositivos programables PLC y HMI xinge.....	2422
Anexo 5: Cotización de máquinas para la industria serigrafica de procedencia extranjera con distribución en Guayaquil Ecuador.	24747

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE SERIGRAFÍA.

RESUMEN

En el arte de diseño de textiles en el proceso de serigrafía se tiene problemas de producción, debido a la cantidad de artesanos que se necesita, calidad y a su materia prima desaprovechada. Para solucionar este inconveniente se implementó la automatización en este proceso serigráfico, con el uso de dispositivos eléctricos, mecánicos y electrónicos, los cuales son manejados por un autómata programable PLC y un interfaz humano maquina HMI, que son de servicio para la operación de una sola persona. La máquina diseñada y construida que consta de una mesa de estampado y un horno de secado textil de producción nacional se logró beneficios como mejor producción, su costo económico y su buena calidad en el producto terminado.

Palabras Clave: Automatización, PLC, Serigrafía, Textil, Producción.



Simón Bolívar Méndez Rengel

Director de Tesis



Hugo Marcelo Torres Salamea

Director de Escuela



Andrés Eduardo Avila Illescas

Autor de Tesis

DESIGN AND CONSTRUCTION FOR THE AUTOMATION OF A SCREEN PRINTING SYSTEM

ABSTRACT

There are production problems in the art of textile in the process of screen printing design due to the number of artisans needed, as well as in its quality and waste of raw material. In order to solve these problems, automation in the screen printing process was implemented through the use of electrical, mechanical and electronic devices, which are handled by a Programmable Logic Controller PLC, and a Human Machine Interface HMI, which are of service for the operation of one person. The machine designed and built consists of a printing table and textile drying oven produced domestically. Benefits such as better production, economic cost and good quality in the finished product were achieved.

Simón Bolívar Méndez Rengel
Thesis Director

Hugo Marcelo Torres Salamea
School Director

Andrés Eduardo Ávila Illescas
Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by
Lic. Lourdes Crespo

Avila Illescas Andrés Eduardo

Trabajo de Graduación

Ing. Simón Bolívar Méndez Rengel

Octubre, 2015

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE SERIGRAFIA

INTRODUCCIÓN

La Serigrafía en nuestra ciudad se ha caracterizado por tener una gran acogida en las técnicas de propagandas, por la razón que representa beneficios en su bajo costo y particularidad de Impresión en cuanto a su calidad.

Este sistema de estampado está dirigido a superficies planas de diferentes longitudes, cuales pueden variar el color y el diseño determinado.

En la casa Deportiva Dalezka el proceso de Serigrafía forma parte importante en cuanto a su manufactura por una alta demanda en general del producto y complejidad en cuanto a tener perfección en el estampado.

En la actualidad el personal de Dalezka para poder realizar este proceso de serigrafía utiliza marcos de madera que son soportes donde se acentúan las mallas que llevan los diseños a estampar. En este sistema el obrero acerca manualmente la malla hacia una prenda textil para luego llenar de una cantidad de pintura la misma, y así con una paleta de caucho, llamada racle, dispersa la pintura sobre el área donde está el diseño, para luego con una presión considerable con el racle en la malla que esta sobre la prenda se logra el estampado del diseño en la prenda textil.

Así mismo para poder lograr el secado oportuno del diseño ya estampado en la prenda, un segundo obrero lleva la misma hacia una plancha eléctrica que a base de calor se puede obtener la figura lista sobre el textil.

Muchas de las veces según el propietario se tienen que rechazar labores, pues este proceso ocupa una gran cantidad de tiempo y mano de obra, donde se necesita de dos personas para poder cumplir con este trabajo de impresión textil. Así mismo por fallas en el estampado por razones de una presión manual no constante del obrero se debe elaborar otra prenda nueva, por la razón que se mancha con tinta en el área fuera del diseño.

También por el movimiento del cuadro que lleva la malla y de la prenda cual se desplaza y se distorsiona el diseño. Sin dejar de lado que otro inconveniente es el tiempo de secado sobre la plancha eléctrica que muchas de las veces distorsiona el diseño.

Se puede verificar que en la Casa Deportiva Dalezka es necesario automatizar este proceso de serigrafía por medio del control de un HMI (interfaz humano maquina), PLC que gobernara componentes eléctricos como motoreductor, niquelina, ventilador, electroválvulas, y así mismo neumáticos como los pistones se puede disminuir los tiempos muertos de producción, mejorar sus ventas y ofrecer una mejor calidad en su producto.

Para realizar el diseño y construcción para la automatización de un sistema de serigrafía se tomara aspectos importantes como: Estudiar los procesos de la máquina, Investigación teórica de los parámetros relacionados con el diseño y construcción, Diseñar y montar los elementos de la nueva máquina, Programar el firmware de la máquina, y así mismo realizar las diferentes pruebas que demuestren su correcto funcionamiento.

Para el progreso de la elaboración de la tesis se emplea el uso de investigación bibliográfica consistiendo en la selección de teoría relacionada con el tema, que es encontrada en catálogos, libros, navegador de internet. Así también se empleara el sistema experimental, pues se deben realizar diferentes pruebas de funcionamiento de las diferentes partes de la máquina, logrando así una buena marcha en la automatización y funcionamiento en este proceso de serigrafía.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SERIGRAFÍA

1.1 Conceptualización de serigrafía.

“Es una técnica empleada para la reproducción de imágenes, logotipos, letras, que son transferidas por medio de tinta a través de una malla que es tensada sobre un marco de madera, esta transferencia se realiza por el paso de un racle de caucho donde se bloquea la tinta textil en los espacios donde no existe la imagen mediante una solución, dando paso en las áreas donde pasa la tinta.

Este proceso se lo realiza tantas veces hasta que la impresión sea bien definida. Donde la impresión es secada por medio de la transferencia de calor de una plancha eléctrica.” (Manual electrónico de serigrafía ver.2004)

1.2 Reseña histórica de la serigrafía.

“La serigrafía es un sistema que tiene sus inicios hace miles de años, la cual se supone que tuvo sus comienzos en la China, en la que se utilizaban sedas que se pegaban en cabellos de mujer formando figuras impermeables, de ahí su nombre. La palabra serigrafía proviene del latín *sericum* (seda) y *graphe* (escribir), por el uso de la seda como elemento principal.” (Manual electrónico de serigrafía ver.2004)

1.3 Aplicación de la serigrafía.

Este proceso de impresión se lo puede encontrar en:

- Reproducción de obras de arte, pinturas y diseños.
- Estampado en textiles como camisetas, bolsos y diferentes telas.
- Impresión en materiales como plásticos, maderas, aluminio, placas de circuitos impresos.
- Decoración en cristales y cerámicas.

- Rotulación en materiales de propaganda como adhesivos.
- Señalizaciones en la industria, tableros de control.
- En artículos de papelería como lápices, esferos y papel.

Cada aplicación esta conllevada con el tipo de tinta de impresión, la cual esta depende del material donde se desea impregnar el diseño o escrito. Debemos considerar que las aplicaciones son varias por el desarrollo evolutivo que tiene este proceso de serigrafía sobre diferentes tipos de bases.

1.4 Descripción del proceso actual y elementos de la Serigrafía.

El proceso de serigrafía consta de diferentes pasos secuenciales, los cuales son elaborados por parte del obrero con los diferentes elementos que conforman esta impresión en el textil. A continuación detallaremos el proceso actual utilizado en la casa deportiva.

1.4.1 Recepción de Orden de Trabajo.

La casa deportiva por su gran acogida de clientela y requerimientos de estampado en serigrafía, se maneja con formatos de órdenes de trabajo, para poder organizar su labor diario, los cuales se describe los siguientes ítems:

- Cliente
- Diseño de Impresión de serigrafía
- Cantidad de Prendas a estampar.
- Tiempo de Entrega
- Valor total y condiciones de pago.

1.4.2 Elaboración de arte gráfico.

Luego de obtener el diseño requerido por el cliente, se procede a elaborar las figuras, letras o números que se desea imprimir.

Este arte gráfico se lo realiza por medio de los diferentes programas de computación que dan la facilidad para poder elaborar estos diseños, como por ejemplo Word, Paint, Photo Shop, etc.

1.4.3 Impresión de Diseño.

“Para poder obtener una matriz de foto revelado se requiere imprimir el arte gráfico opaco a la luz en un papel acetato que es transparente, el cual acepta bien la tinta. Este diseño se imprime en color negro. En el papel acetato el color negro produce áreas abiertas en la matriz, así como la transparencia produce áreas cerradas.”(Manual electrónico de serigrafía ver.2004)

1.4.4 Matriz

La matriz está conformada por un marco como estructura que soporta una malla la cual está el diseño a estampar. El diseño en la malla se lo obtiene en la casa deportiva por dos métodos:

- Foto revelado
- Por plantillas.

1.4.5 Marco

El marco es una estructura de madera por la razón de fácil acceso en cuanto a costo y mayor facilidad de trabajo en cuanto a movilidad.

Este tiene como objetivo principal soportarla malla que contiene el diseño a estampar, el cual tiene diferentes características de longitud descritas a continuación:

a) Tamaño del Marco

Las medidas del marco utilizado se basan a la longitud del diseño impreso en el acetato en tamaño aproximado a una A4 (210mm x 300mm). Las medidas utilizadas del marco en la casa deportiva se describen a continuación en la ilustración:

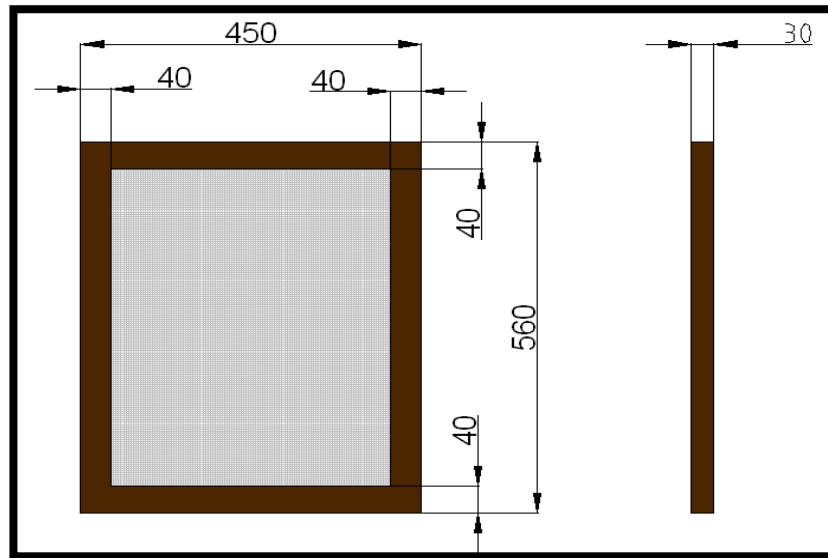


Figura 1. 1. Medidas del marco en milímetros

Fuente: Autor.

1.4.6 Malla

“La función de la malla se basa en lograr el paso de la tinta textil por las zonas libres de bloqueos que son realizados por foto revelado. Logrando el diseño requerido. La malla se grapa al marco de madera para poder tensar la misma y el diseño conserve su forma legítima.

El material de la malla usado es de nylon, este viene de diferentes medidas dependiendo del material que se desea realizar la serigrafía. La medida se mide por cantidad de hilos sobre centímetro cuadrado. La medida utilizada es la # 61, pues es aplicable para tintas textiles a base de agua y plastisol.” (Serigrafía el marco y las mallas).

CANTIDAD HILOS / CM.	APLICACIÓN RECOMENDADA
13	TINTAS ESCARCHADAS , GLITER Nº8 , 11, 15 SHIMMER
13	
21	PEGAMENTOS PARA FOIL , FLOCK , CAVIAR , BASE ROCA , TINTA PUFF BASE HIELO , 3D , TINTAS CERAMICA
32	
37	
45	
55	TINTAS TEXTILES AL AGUA Y BASE PLASTISOL , FONDO BLANCO Y DELINEADOS
61	
77	
90	IMPRESIÓN DE PAPELES , MADERA CARTON , TINTAS SUBLIMABLES , CROMIAS SOBRETELAS DIRECTAS
100	
120	
120	IMPRESIÓN PVC , ACRILICOS , CROMIAS TRANSFER PLASTISOL
130	
140	IMPRESIÓN DE FRASCOS PE , PP (MALLAS DE NYLON)
150	
150	CIRCUITOS IMPRESOS , CROMIAS CON TINTAS VINILICA , STICKERS , TECLADOS DE MEMBRANA , METALES , TINTA UV PLENOS
165	
165	
180	
180	TINTAS Y BARNIZES UV , CROMIAS , CDS , DVD Y DELINEADOS FINOS
180	

Figura 1. 2. Medida de malla y aplicación

Fuente: <http://www.neopixel.com.mx/articulos-neopixel/51-tecnicas-tradicionales/1401-el-marco-y-las-mallas.html>

1.4.7 Foto revelado.

Este paso se describe en impregnar la imagen del acetato hacia la malla, a base de un proceso con ayuda de las condiciones físicas y elementos químicos. El foto revelado se utiliza para poder tener diseños muy precisos y con figuras bien definidas en la matriz de serigrafía.

a) Proceso de foto revelado.

Para poder realizar este proceso se lo realiza en un cuarto con condiciones de intensidad luminosa muy baja, por las razones que se utilizan emulsiones de revelado que no deben ser expuestos a la luz antes de la transferencia de imagen entre el papel y la malla.

Solo con una intensidad luminosa de un foco rojo en el cuarto se dispersa una emulsión de PVC de revelado sobre la malla de nylon. Logrando un secado posterior con una fuente de calor que es una secadora de cabello.

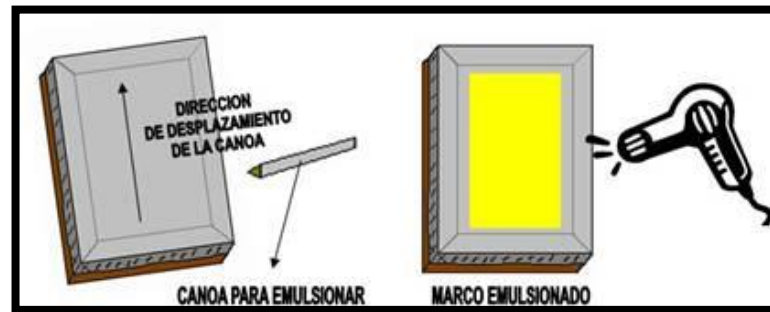


Figura 1. 3. Emulsionado y secado de matriz

Fuente: <http://www.emagister.com/curso-serigrafia-como-realizar-estampado/serigrafia-foto-screen>

A continuación se coloca la matriz sobre el acetato que se sitúa sobre una mesa con un vidrio y tubos fluorescentes. Se enciende la fuente luminosa de la mesa y es encargada de dar los rayos ultravioletas que interactúan con la emulsión y se produce la transferencia de imagen desde al acetato a la malla. El tiempo utilizado es de 4 minutos según las características de la mesa de revelado y experiencia del artesano.



Figura 1. 4. Foto revelado con fuente luminosa.

Fuente: Autor

Luego se procede al lavado de la malla por medio de chorros de agua, quitándose las figuras, letras o detalles de color negro. Así quedando unos espacios libre en el nylon para el paso de pintura textil en el proceso de impresión según el diseño requerido.

1.4.7.1 Matriz de diseño por plantillas.

Cuando se requiere el estampado serigráfico de letras o diseños no muy complejos se utiliza este método. Comenzando con la impresión del diseño en una hoja bond tamaño A4, a continuación se corta el diseño con un estilete, para luego pegarlos con cinta adhesiva en la matriz y así proceder a la impresión.

1.4.8 Elementos de la impresión serigráfica.

La impresión es el proceso de impregnar el diseño que se encuentra en la matriz hacia la prenda textil situada sobre una mesa de apoyo. Los elementos básicos utilizados son la pintura para impresión y racle.

1.4.9 Pintura para impresión

“La pintura utilizada se llama plastisol la cual está compuesta de partículas de PVC disueltas en un plastificante líquido, así también con otros componentes que le da el color.

Cuando esta pintura interactúa con el calor, se mezcla el PVC con el plastificante hinchándose y mezclándose entre sí, formándose una capa llamada elastómero.

La tinta es revisada por el artesano antes de cada impresión, verificando su consistencia, agregando adelgazante para mejorar su movilidad en la matriz.

La cantidad de pintura utilizada por experiencia de la casa deportiva es de 2 kilos de pintura cada 1000 camisetas, con un valor en el mercado de \$ 7.00 dólares por kilo.” (El sitio de la serigrafía 2013).

1.4.10 Racle.

El racle es un elemento que sirve para la dispersión y presión de la pintura de serigrafía a lo largo de la malla donde se encuentra el diseño a imprimir. Se debe considerar que el racle debe ser 20mm más ancho a cada lado del área de impresión. Su estructura del racle está conformado por la agarradera y rectángulo de goma.

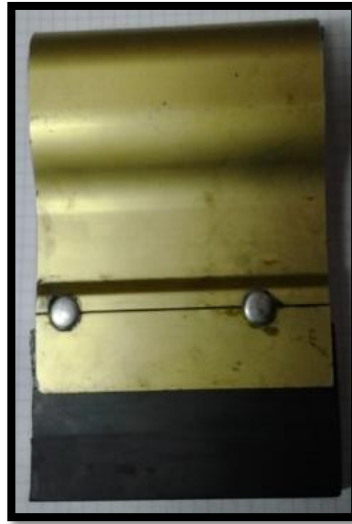


Figura 1. 5. Racle

Fuente: Autor.

El racle está conformado de diferentes elementos que tienen sus características según la necesidad del operador.

a) Agarradera.

La agarradera es de material de aluminio reforzado con una forma ergonómica para presiones manuales.

Las medidas que se utiliza en la casa deportiva son de 9 cm de alto, espesor de 3cm y de ancho es variable según la longitud de diseño a estampar.

b) Rectángulo de goma.

Es una tira de caucho que debe ser acoplable a la agarradera. El espesor es de 9mm y su ancho está determinado con el ancho de la agarradera de aluminio.

c) Material de la goma.

“Es un material sintético que varía dependiendo de su resistencia a los solventes, a la presión y sobre todo del precio. El utilizado en la casa deportiva es Caucho o Nitrilo de color rojo y no tan resistente a la abrasión.” (El sitio de la serigrafía 2013).

d) Dureza de la goma.

“La dureza se mide en shores en una escala hasta 100, indicando su mayor dureza el número más alto. Para la impresión textil se utiliza de 50 a 70 shores por la razón que produce mayor espesor de tinta.” (El sitio de la serigrafía 2013)

e) Perfil de la goma.

“El perfil define el espesor de la capa depositada en la malla y sobre todo la definición de impresión. El perfil que utiliza el artesano es perfil cuadrado de borde recto que es utilizado en la impresión textil para detalles finos. Existe un ángulo de inclinación manual que se realiza al momento de la impresión, de acuerdo a experiencias el artesano inclina de 40 a 50 grados el racle para una impresión perfecta.” (El sitio de la serigrafía 2013)



Figura 1. 6. Perfil de goma.

Fuente: Autor.

1.4.11 Máxima área de impresión.

- La máxima área de impresión debe tener en cuenta base de las recomendaciones del artesano. Considerando que:
- El área de impresión de 210 mm x 300mm.
- Se debe dejar 60 mm a cada lado desde el borde del racle hasta el margen interno lateral del marco de madera.
- En la parte superior e inferior de la malla dejar 90 mm de espacio desde los bordes del grafico al marco, por motivos de cargado de pintura de serigrafía.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones descritas por el operador tenemos las medidas a utilizar.

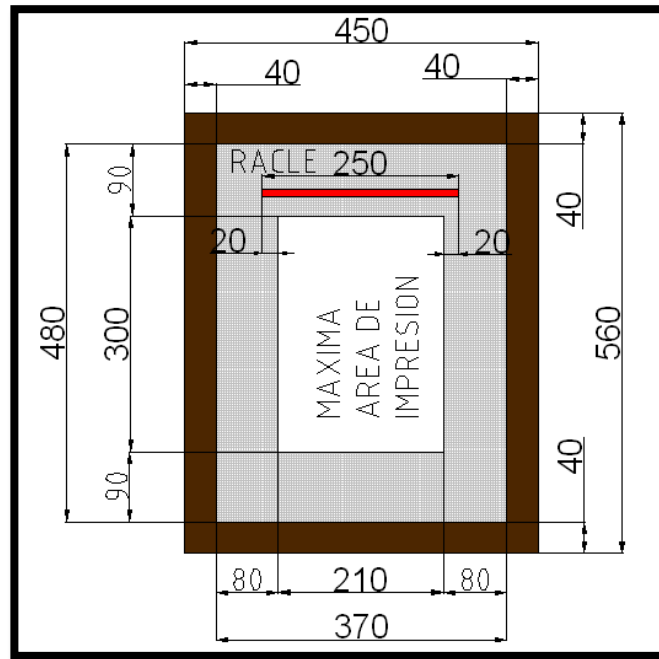


Figura 1. 7. Área máxima de impresión en milímetros.

Fuente: Autor.

1.4.12 Secuencia de Impresión.

Para poder realizar el estampado del diseño en el textil, se debe seguir seis pasos importantes descritos a continuación.

a) Colocación de textil.

Como primer paso el obrero sitúa el textil sobre una mesa de apoyo de madera. Sobre la mesa se coloca pega para textiles y así se tiene una fijación firme de la prenda sobre su apoyo.

b) Colocación de la matriz sobre el textil.

Se procede a colocar la matriz sobre la prenda textil, situándolo de una manera centrada el diseño en la prenda a estampar, tomando en cuenta el posicionamiento solicitado por el cliente.

La separación recomendable según el artesano entre la malla y la prenda es de 2m a 4mm para poder tener una buena calidad de impresión.

c) Cargado y Distribución de la Tinta.

En el tercer paso se vierte cierta cantidad de pintura dependiendo el tamaño del diseño a imprimir sobre un espacio sobre la malla. Con el racle se dispersa uniformemente el plastisol sobre el área del dibujo a estampar, con una presión no tan considerable para que no pase la pintura al textil en lugares no deseados. El obrero lo realiza en una sola pasada continua.

d) Secuencia de Impresión.

Con una presión manual considerable del racle sobre la malla se revuelve la tinta pasando sobre el diseño grabado, quedando impreso el dibujo sobre el textil.

La correcta impresión depende de la presión continua del obrero sobre la empuñadura, así también del material de la malla. Según la experiencia del artesano este proceso se lo realiza en dos pasadas sobre el diseño, tomando en cuenta que varía de persona a persona.



Figura 1. 8. Proceso de impresión.

Fuente: Autor.

e) Retiro de la matriz.

Como último paso se retira la matriz con demasiado cuidado que no se pegue el textil sobre la malla. Quedando así libre la prenda para poder retirarla de la mesa de apoyo.

f) Secado Térmico.

Luego de obtener el diseño impreso en el textil, se dirige la prenda hacia una fuente de calor que es una plancha eléctrica que funciona a 110V de alimentación, dando a una temperatura de 140°C y por un tiempo de 10 segundos sobre la prenda, se logra el fijado de los pigmentos de la pintura evitando que se desintegren del textil.



Figura 1. 9. Plancha eléctrica para secado térmico.

Fuente: Autor.

Completando estos pasos y con la ayuda de los elementos definidos se puede cumplir con el proceso de serigrafía, obteniendo la prenda textil con el arte gráfico que fue requerido por el cliente. Repitiendo este trabajo cuantas veces sea la cantidad solicitada.

CAPÍTULO 2

CONSIDERACIONES TEÓRICAS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

2.1 Concepto de automatización.

“La automatización es el remplazo considerable de la interacción humana en la operación de un proceso. Este remplazo se lo realiza con el uso de sistemas de control computacional, electrónica y mecánica.

La automatización del proceso de serigrafía va ser enfocada a la intervención directa con el artesano en disminuir la necesidad mental y sensorial. De esta manera presentara la ventaja de mejorar la producción y presentar un producto de calidad.”
(Autómatas programables 2001)

2.1.1 Ventajas del uso de automatización.

Las ventajas del uso de automatización en la serigrafía son:

- Se establecería una producción continua en este proceso de serigrafía, eliminando los tiempos muertos por distorsión de diseño y daños de las prendas.
- La automatización proceso de estampado de serigrafía nos lleva a una buena competencia en el mercado, teniendo la ventaja que todos los materiales se los encuentra a nivel local a precios accesibles.
- Al ser una construcción y diseño nacional se podría tener un mejor precio a consideración de una maquina importada y así mejoraría el costo de producción de este proceso.
- Por las ventajas de automatización de esta máquina existirá solo la necesidad de un operador, mejorando así también el costo de producción, aprovechando la mano de obra en otros procesos.

2.1.2 Partes del sistema de automatización serigráfica.

“El sistema automatizado de serigrafía constara de dos partes fundamentales, cuales son la parte de mando y la parte operativa.” (Autómatas programables 2001)

a) Parte operativa.

“En la parte operativa del sistema automatizado constara de elementos que actuaran directamente sobre la máquina de impresión serigrafica. Estos serán encargados de realizar la función de mover la máquina y realizar las operaciones deseadas.” (Sobrevila, Marcelo Antonio. sensores eléctricos)

Los elementos que forman parte de la parte operativa de la máquina automática de serigrafía son: sensores, elementos neumáticos (cilindros neumáticos y electroválvulas), y accionadores eléctricos. (Motoreductor y niquelina).

b) Parte de Mando.

“Esta parte estará centrada en la tecnología de mando, que se situara en el centro de todo el sistema automatizado, capaz de tener conexión con todos los elementos, gobernándoles en sus funciones específicas.

Tenemos como unidad a los controladores lógicos programables, y así también un interfaz de comunicación con el humano, permitiendo un mejor lenguaje de comunicación hombre-máquina como son las pantallas táctiles.” (Sobrevila, Marcelo Antonio. sensores eléctricos)

2.2 Sensores.

Para poder lograr que nuestra maquina automatizada de serigrafía funcione correctamente, se necesita que todos sus elementos estén en conexión con el curso de su funcionamiento. Para esto se utilizan sensores que ayudan con la interpretación e interconexión entre sus partes.

2.2.1 Definición de Sensores.

“El sensor es un dispositivo eléctrico o mecánico que se encarga de recibir una magnitud física no necesariamente eléctrica, para luego transformarlas en señales medibles eléctricas que puede ser un nivel de tensión o corriente con un valor mínimo.” (Sobrevila, Marcelo Antonio. sensores eléctricos)

2.2.2 Principio de Funcionamiento del Sensor.

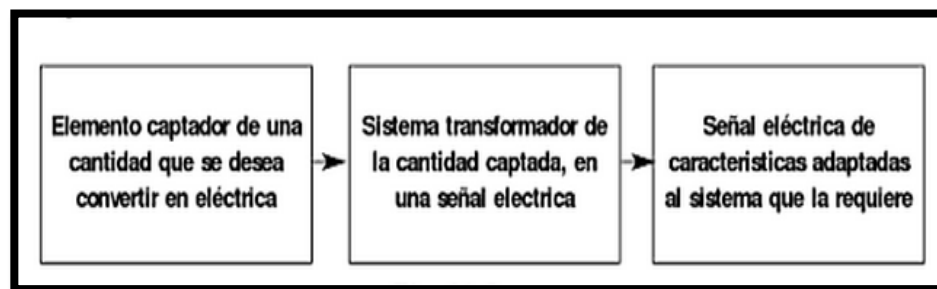


Figura 2. 1. Funcionamiento de sensor.

Fuente: Sensores Eléctricos. Librería y Editorial Alsina

“En la figura se describe el proceso de funcionamiento de un sensor. En la primera etapa se percibe la magnitud medible la cual es proporcional al valor que se desea medir o procesar. Esta no es una medida eléctrica.

En la segunda etapa, se transforma la entrada a una señal eléctrica, esta señal se puede amplificar para poder tener una magnitud más precisa a la medida que se requiere.

La última etapa se conecta a un elemento digital o analógico, o aun sistema de control automático que permite contribuir en un proceso complejo de automatización. Los sensores pueden entregar la salida con la misma potencia como la de entrada, o también se puede adicionar un circuito amplificador.” (Ecured sensores).

2.2.3 Características de un sensor.

“Un sensor tiene características que describen su comportamiento en régimen permanente, los cuales son:

- Rango de medida: Dominio en la magnitud en la cual puede medir el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo del sensor.
- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetibilidad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.
- Error: Diferencia de valor medido y valor real.
- Excitación: Corriente o voltaje para el funcionamiento del sensor.
- No lineales: la desviación de la medida de su valor real.
- Estabilidad: es una medida de la posibilidad de un sensor de mostrar la misma salida en un rango en que la entrada permanece constante.” (Ecured sensores).

2.2.4 Sensores en la Industria.

“Los sensores en la actualidad son cada vez más aplicados en los diferentes procesos industriales, así mismo en cada caso de ingeniería que se requiera un proceso automatizado. La mayoría de máquinas los usan como parte de su control y así poder agilizar los diferentes procesos de fabricación. Al tener un sistema automático si se produce una variación de medida o una magnitud, se produce un efecto en otro lugar.

Son diferentes acciones que se producen en un sistema automático que dependen de sus funciones, por esto se tiene diferentes tipos de sensores que efectúan su trabajo en cada etapa de una maquina automatizada.

A continuación se resume los diferentes tipos de sensores.” (Ecured sensores).

MAGNITUD	TRANSDUCTOR	CARACTERÍSTICA
Posición lineal o angular	Potenciometro	Analógica
=	Encoders	Digital
Desplazamientos y deformación	Transformador diferencial	Analógica
=	Galga extensiométrica	Analógica
Velocidades lineales y angulares	Dinamo tacométrica	Analógica
=	Encoder	Digital
=	Detector inductivo	Digital
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
=	Sensor de velocidad	Digital
Fuerza y par	Galgas	Analógico
Presión	Membranas	Analógica
=	Piezoeléctricos	Analógica
Caudal	Turbina	Analógica
=	Magnético	Analógica
Temperatura	Termopar	Analógica
=	PT100	Analógica
=	NTC	Analógica
=	PTC	L/O
=	Bimetal	L/O
Sensores de presencia	Inductivos	L/O
=	Capacitivos	L/O
=	Ópticos	L/O Analógica
Sensores táctiles	Matriz de contactos	L/O
=	Piel artificial	Analógica
Visión artificial	Cámaras de video	Procesamiento digital
=	Cámaras CCD	Procesamiento digital

Figura 2. 2. Funciones y tipos de sensores.

Fuente: <http://robotik-ijlg.blogspot.com/2009/05/persepcion.html>

2.2.5 Sensores de Temperatura.

“En la actualidad se puede disponer de varios tipos de sensores de temperatura, los cuales se ha mejorado según las necesidades de cada ingeniería de control de procesos en verificar los diferentes cambios de temperatura, en las diferentes etapas de la industria. En la siguiente tabla muestra una variedad de medidores de temperatura.” (Dispositivos de medición de temperatura).

DISPOSITIVOS DE MEDICION DE TEMPERATURA			
Eléctricos	Mecánicos	Radiación térmica	Varios
• Termocuplas • Termorresistencias • Termistores • Diodos • Sensores de silicio con efecto resistivo	• Sistemas de dilatación • Termómetros de vidrio con líquidos • Termómetros bimetalicos	Pirómetros de radiación - Total (banda ancha) - Óptico - Pasa banda - Relación Termómetros infrarrojos	• Indicadores de color - Lápiros - Pinturas Sondas neumáticas • Sensores ultrasónicos • Indicadores pirométricos • Termómetros acústicos • Cristales líquidos • Sensores fluidicos. • Indicadores de luminiscencia (Termografía)

Figura 2. 3. Medidores de temperatura.

Fuente: <http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un-sensor.html>

En las industrias se utilizan una parte de estos sensores, por la razón que son fáciles de usar en sistemas electrónicos como microcontroladores y PLC's, para poder conseguir los resultados de medición de temperatura.

Rangos de temperatura correspondientes a los métodos mas comunes de medición	
SISTEMA	RANGO EN °C
Termocuplas	-200 a 2800
Sistemas de dilatación (capilares o bimetalicos)	-195 a 760
Termorresistencias	-250 a 850
Termistores	-195 a 450
Pirómetros de radiación	-40 a 4000

Figura 2. 4. Sensores en la industria.

Fuente: <http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un-sensor.html>

Cabe recalcar que los sensores de tipo eléctricos son los más utilizados en las fábricas, por las cualidades que tienen por ser más convenientes en un proceso de trabajo.

2.2.6 Termocuplas

“Las termocuplas es la unión en los extremos de dos alambres de distintos material, al instante de aplicar una cierta temperatura en la unión de estos metales se genera un pequeño voltaje, el cual este aumenta en función de la temperatura aplicada.

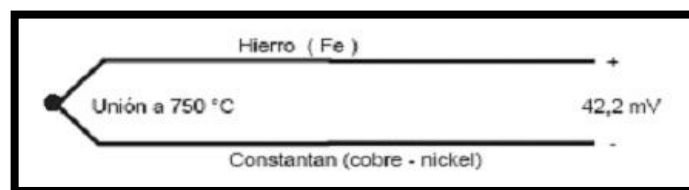


Figura 2. 5. Esquema de termocupla.

Fuente: <http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un-sensor.html>

Estos dispositivos suelen ir encapsulados en vainas que son de un material de acero inoxidable, que los protege de las condiciones externas del proceso industrial que desean controlar, de modo que en un extremo este la unión y el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido por una caja de aluminio (cabezal). Por las distancias a los controladores que procesan la baja señal eléctrica, se utilizan cables compensados para transportar esta señal sin que sea modificada o reversible para los dispositivos de tratamiento de la señal. El cable compensador más utilizado es de platino.

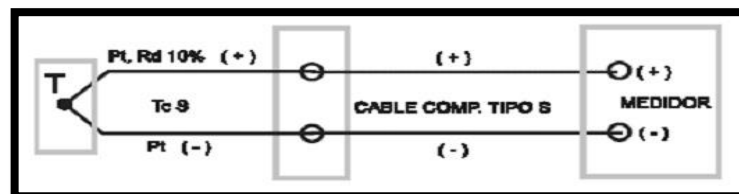


Figura 2. 6. Esquema de compensación de señal.

Fuente: <http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un-sensor.html>

Los cables de compensación tienen su polaridad de conexión (+) y (-), es importante saber que estos cables sean utilizados para cada tipo de termocupla empleada, y así mismo que estén conectados con la polaridad correcta.” (Sensores para la industria 2011)

Clasificación de termocuplas

“Los diferentes tipos de termocuplas se caracterizan por su material, tolerancias, desviaciones, etc. Existen varios organismos de estandarización que a lo largo de los tiempos los han logrado normalizar la variedad de este tipo de sensores y así mismo unificarlos. En la actualidad existen siete tipos de termocuplas que son representadas con letras elaboradas por el Instrument Society of America (ISA). El U.S. National Bureau of Standardg (NBS), estas características se mantienen vigentes en todas las normas europeas y americanas en cuanto a la correlación de temperaturas y f.e.m así como en lo que hace a las tolerancias de estas f.e.m.” (Sensores para la industria 2011)

Tipo	Denominación	Composición y símbolo	Rango de temperaturas (1)	Diámetro del alambre apropiado (2)	F.e.m.en mV (3)
B	Platino-rodio 30% vs. platino-rodio 6%	PtRh 30% - PtRh 6%	0 ...1.500 (1.800)	0,35 y 0,5 mm	0...10,094 (13,585)
R	Platino-rodio 13% vs. platino	PtRh 13% - Pt	0...1.400 (1.700)	0,35 y 0,5 mm	0.16,035 (20,215)
S	Platino-rodio 10% vs. platino	PtRh 10% - Pt	0...1300(1.600)	0,35 y 0,5 mm	0...13,155 (15,576)
J	Hierro vs. constatan	Fe - CuNi	-200 ... 700 (900)	3 mm 1mm	-7.89 ... 39,130 (51,875)
K	Niquel-cromo vs. níquel (Chromel vs. Alumel)	NiCr - Ni	-200 ... 600 (800) 0...1000(1.300)	3 ó 2 mm	-7.89 ... 33,096 (45,498) 0...41,269 (52,398)
T	Cobre vs. constatan	Cu - CuNi	0 ... 900 (1.200) -200 ... 700 (900)	1,38 mm 0,5 mm	0...37,325 (48,828) -5,60 ... 14,86 (20,86)
E	Niquel-cromo vs. constatan (Chromel vs. constatan)	NiCr - CuNi	-200 ... 600 (800)	3 mm	-9,83 ... 53,11 (68,78) -8,83 ... 45,08 (61,02)

Figura 2. 7. Características técnicas de tipos de termocuplas.

Fuente: <http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un-sensor.html>

Características de cada tipo de termocupla.

- **“Tipo B:** Capacidad de medir temperatura levemente altas, resultan adecuadas para uso en atmosferas oxidantes a temperaturas hasta 1700 °C. No usar en atmósferas reductoras como hidrogeno o monóxido de carbono.
- **Tipo R:** Se pueden utilizar en atmósferas oxidantes hasta 1400 °C. Tiene mayor f.e.m que la tipo B. No usar en atmósferas reductoras.
- **Tipo S:** Es de material platino-rodio, puede ser utilizado en atmósferas oxidantes hasta 1480 °C. Tiene las mismas limitaciones que la tipo B y R.
- **Tipo J:** Para uso en atmosferas oxidantes hasta 760 °C. Su ventaja es el bajo costo
- **Tipo K:** Para uso continuo en atmosferas hasta los 370°C. Resulta adecuadas para mediciones para lecturas bajo 0°C.
- **Tipo E:** Posee mayor f.e.m de salida que las anteriores. Su rango de medición es de -200°C. a 980 °C. Tiene gran oposición a la corrosión.” (Sensores para la industria 2011).

Tipo	Atmósfera oxidante	Atmósfera reductora	Atmósfera inerte	Vacío	Atmósfera sulfurosa	Temperaturas subcero	Vapores metálicos
B	SI	NO	SI	SI durante corto tiempo	NO	NO	NO
R	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
S	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
J	SI	SI	SI	SI	NO > 500°C	NO	SI
K	SI (1)	NO	SI	NO	NO	SI	SI
T	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
E	SI	NO	SI	NO	NO	SI (2)	SI

Figura 2. 8. Particularidades de termocuplas.

Fuente: <http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un-sensor.html>

2.2.7 Sensores de presencia.

En las industrias es de suma importancia conocer el proceso de funcionamiento de su maquinaria.

Para ello es necesario conocer la posición de sus diferentes elementos que actúan de forma secuencial. Para esto se utilizan sensores que emiten las señales correspondientes que verifican su posición.

2.2.8 Detector de presencia fotoeléctrico.

“Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo conformado por un circuito electrónico, el cual se acciona en respuesta a la variación de la intensidad de la luz generada por su emisor. Interpretando este cambio un receptor.

La señal de luz es generada por un foto-emisor proyectándose hacia un foto-receptor. Esta señal de luz percibida es tratada por un circuito lógico electrónico que la transforma a una señal eléctrica fácil de detectar por un controlador lógico.

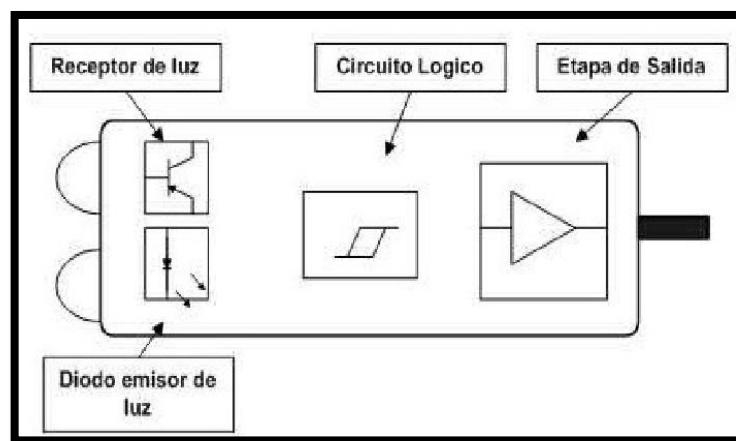


Figura 2. 9. Diagrama de un sensor fotoeléctrico.

Fuente: <http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un-sensor.html>

El propósito principal de estos sensores es la detección o posicionamiento de diferentes cuerpos.” (Sensores para la industria 2011).

2.2.9 Detección magnética de posición.

“Estos sensores se utilizan para la detección de posiciones de elementos, sin un contacto ni desgaste físico en la posición de las tecnologías de control.

La detección se activa en el instante que el imán ha alcanzado la curva de conmutación. Estos detectores están conformados por resistencias GMR (giant magneto resistive effect), que forman varias capas ferromagnéticas y no magnéticas. Si un puente de Wheatstone clásico se combina con dos GMR apantalladas y dos no apantalladas, en el caso de una presencia de un campo magnético se obtiene una gran señal proporcional a mencionado campo. Luego se activa una señal por medio de un comparador.” (Scrib detectores magneticos).

Características de un detector magnético.

- “Diseño compacto con alcance hasta 70mm.
- Diferentes diseños para aplicaciones diferentes.
- Posibilidad de montaje enrasado o no enrasado.
- Diferentes frecuencias de conmutación para diferentes aplicaciones.
- Aplicable en detección en cilindros neumáticos

Para la aplicación de un sensor magnético como detector de un cilindro, se debe elegir un generador de señales de accionamiento magnético a pequeñas dimensiones, el cual se monta en el cuerpo del cilindro neumático en sus ranuras para emitir las señales correspondientes a su posición.” (Automatización industrial. Sensores y detectores. Curso 2001).



Figura 2. 10. Montaje de un sensor en un cilindro neumático.

Fuente: Automatización industrial. Sensores y detectores.

2.2.10 Detección inductiva de posición.

“Este tipo de detectores de posición tienen como elemento receptor un inductor, y además un elemento capacitor que realiza la resonancia en el sensor. Un circuito lógico compara la señal de capacitor con una señal modelo fijada. El momento que el sistema se encuentra en resonancia, el capacitor se carga completamente de tensión. En esta situación el comparador no entrega una señal de salida. Al momento que se acerca un objeto de metal al inductor, el sistema genera corrientes de Foucault que se desprende de la resonancia. En este instante el capacitor se descarga, en consecuencia el comparador entrega señal de salida igual a la diferencia entre la tensión máxima y la actual cargada en el capacitor.” (Automatización industrial. Sensores y detectores. Curso 2001).

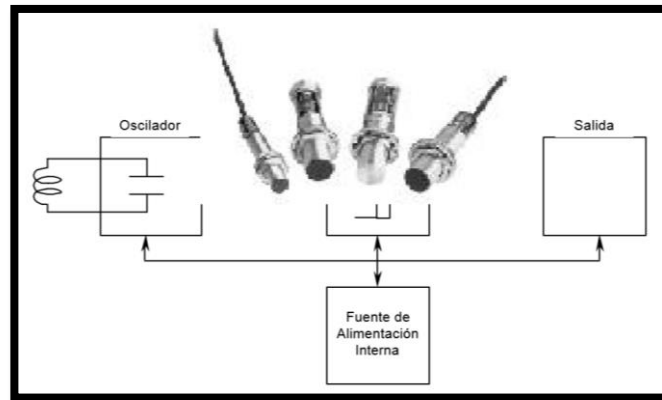


Figura 2. 11. Diagrama de sensor inductivo.

Fuente: Automatización industrial. Sensores y detectores.

2.3 Elementos Neumáticos.

En nuestra maquina semi-automática de serigrafía, se utilizaran sistemas neumáticos para los procesos de impresión sobre el textil. Estos sistemas constan de la parte de la ejecución que son los actuadores neumáticos, así también la parte que los controla como las válvulas neumáticas distribuidoras.

2.3.1 Actuadores neumáticos.

“Los actuadores neumáticos realizan trabajos rotativos o lineales. El movimiento rotativo se lo realiza por medio de sistemas de tipo piñón cremallera. El movimiento lineal se lo adquiere por cilindros de émbolo.

El tipo de actuadores neumáticos lineales son los más utilizados en los sistemas neumáticos de accionamiento en las diferentes aplicaciones requeridas.” (Escalera Jesús, Rodríguez Antonio. actuadores neumáticos).

Existen dos diferentes tipos esenciales los cuales tienen una estructura diferente.

- Cilindro neumático de simple efecto.
- Cilindro neumático de doble efecto.

2.3.2 Cilindro neumático de simple efecto.

“Estos cilindros desarrollan un movimiento en un solo sentido. El émbolo retorna por medio de resortes u otro accionamiento mecánico externo. A comparación de los cilindros de doble efecto de las mismas dimensiones tienen un consumo más bajo de aire comprimido. Así mismo necesitan tener un diámetro interno de émbolo para tener la misma fuerza, debido a la fuerza contraria del resorte interno. Son utilizados para sujeción, expulsión, etc.” (Bernal Víctor Hugo. automatización.)

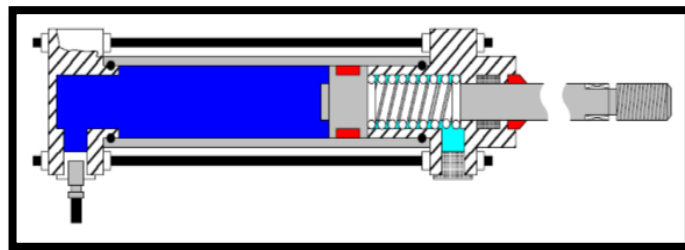


Figura 2. 12. Cilindro de simple efecto.

Fuente: <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>.

2.3.3 Cilindro neumático de doble efecto.

“Los cilindros de doble efecto tienen el movimiento lineal de avance y retroceso con la acción del aire impulsador inducido. Su acción en doble sentido se debe a que se emplea aire comprimido a las dos caras del embolo.

Su estructura interna es muy parecida a los cilindros de simple efecto, con la diferencia notoria en un segundo orificio roscado para realizar la inducción del aire comprimido. Tienen una mayor aplicación a comparación que los de simple efecto, así no sea utilizada carga alguna en los dos sentidos, esto corresponde a que aseguran su posicionamiento debido a que contiene aire en una de sus dos cámaras.

Estos cilindros no pierden fuerza alguna por tener no muelle de retorno. También estos cilindros tienen una mayor carrera que los de simple efecto, por no existir volumen de alojamiento.

Se debe tomar en cuenta que tienen un desfase entre fuerzas y velocidades en las carreras, debido a la diferencia de presión. Esto sucede cuando una de las dos cámaras recibe al aire comprimido y la otra tiene contacto con la atmosfera. Partiendo de la fórmula:

$$F=P.A$$

Donde F es la fuerza inducida sobre el vástago con un área conocida A.” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

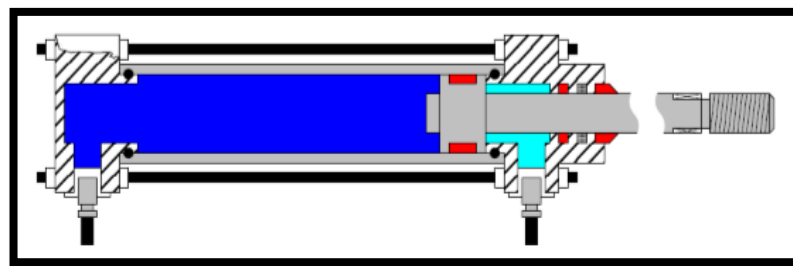


Figura 2. 13. Cilindro de doble efecto.

Fuente: <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>.

Amortiguación neumática.

“En los diferentes accionamientos generados a velocidades significativas y la cantidad de peso conllevado, se genera un golpe del émbolo contra la parte de la camisa del cilindro que puede causar el daño del actuador neumático. Para estos casos se usan cilindros con amortiguación interna. Los cuales contienen en su interior unos casquillos de regulación ubicados en las culatas del actuador, que son reguladores de caudal, utilizando uno para cada dirección del pistón.

Al momento del primer movimiento del cilindro, el aire fluye por el alojamiento de la culata y por el regulador.

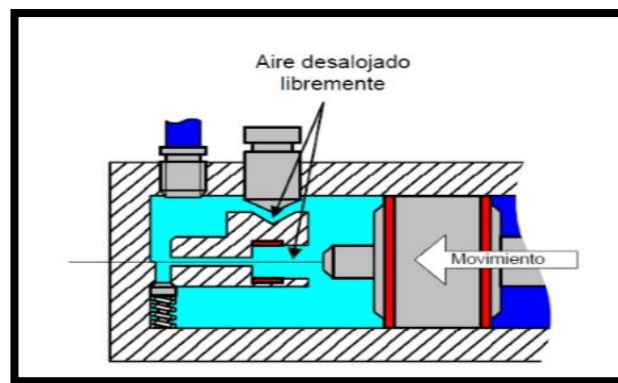


Figura 2. 14. Amortiguación de cilindro neumático.

Fuente: <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>.

Luego de que el casquillo entra en contacto con el alojamiento, se genera una obstrucción en el punto de fuga y el aire sobrante va hacia el regulador de caudal. Por esta razón se contiene una regulación de velocidad en los últimos milímetros de carrera del cilindro.” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

Estructura de cilindro neumático.

“El cilindro neumático de émbolo se compone de: tubo (camisa del cilindro 1), tapa posterior (fondo 2) y tapa anterior (3) con cojinete y aro rascador.

Para hermetizar el vástago (4), se acopla en la tapa anterior un collarín obturador (5). De la guía de vástago se hace cargo un casquillo del cojinete (6), que puede ser de bronce o metálico. Delante del casquillo, se encuentra un aro rascador (7).

La junta dinámica (8), hermetiza las cámaras. Las juntas tóricas o anillos toroidales (9), se emplean para la obturación estática, porque deben pretensarse, y esto causa pérdidas elevadas por fricción en aplicaciones dinámicas.” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

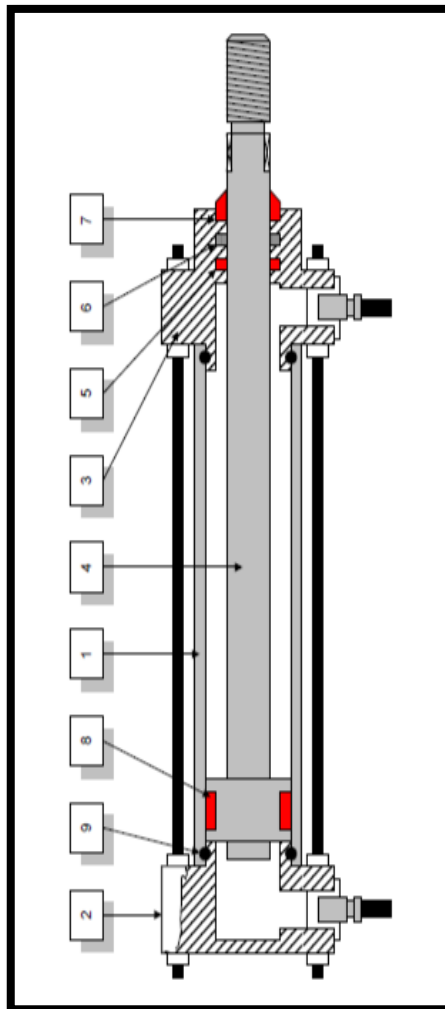


Figura 2. 15. Partes de un cilindro neumático.

Fuente: <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>.

Consideraciones para dimensionar un cilindro.

“Se definirán los aspectos importantes para poder determinar las características de un cilindro según nuestras necesidades de empleo. Así mismo cabe recalcar que se deben consultar los datos del fabricante.” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

Longitud de la carrera.

“La longitud de la carrera depende del tipo de trabajo que tenemos previsto, ya sea para fijaciones, arrastres, empujes, etc. Con esto tenemos una dimensión aproximada de trabajo.

Tener en cuenta que la carrera no debe exceder de los 2000 mm de longitud, por la razón que sus costos son elevados y el consumo de aire es exagerado. Si por alguna razón se deben emplear carreras grandes se debe aumentar el diámetro del vástago. Otra solución también tenemos de guiar el vástago mecánicamente, así evitamos el desgaste de los cojinetes y pandeo del vástago.” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

Velocidad del embolo.

“Este parámetro de velocidad de actuación del embolo, depende de la fuerza de la presión del aire, longitud de la tubería, y caudal que circula por el mando. La velocidad promedio verificada está entre los 0.1 m/s y 1.5 m/s.

Esta velocidad puede ser regulada con elementos de regulación de entrada de aire comprimido hacia el cilindro neumático.” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

Fuerza del embolo.

“La fuerza que necesita el embolo depende directamente del área del cilindro y presión de trabajo que causa el aire inducido. Se calcula con la fórmula:” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

$$F=P.A$$

2.3.4 Válvulas Distribuidoras.

“Las válvulas distribuidoras tienen la capacidad de admitir, dirigir y así mismo suspender el paso de aire comprimido hacia los actuadores neumáticos. Estas válvulas son las que establecen la acción de mando de los sistemas neumáticos. También son usadas en funciones para el procesamiento de señales, como receptoras y emisoras.

Dependiendo el requerimiento en los diferentes procesos de empleo, se derivan las características principales de selección que son: el número de vías y el número de posiciones.” (Bernal Víctor Hugo. automatización).

2.3.4.1 Numero de Vías.

“Son el número de agujeros de unión de la válvula distribuidora. Tenemos como número de conexiones desde 2, 3, 4, 5 o más vías.” (Comeval, sl. dpto. técnico).

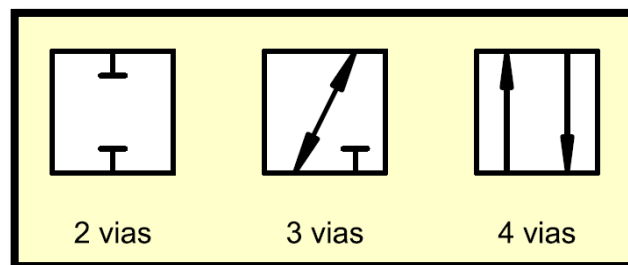


Figura 2. 16. Numero de vías de conexión.

Fuente: Michelle, Válvulas Direccionales I, 2012, Pág. 6

2.3.4.2 Numero de Posiciones.

“Se distingue por el número de posiciones del elemento de mando, en la mayoría de los casos se utiliza de 2 o 3 posiciones.

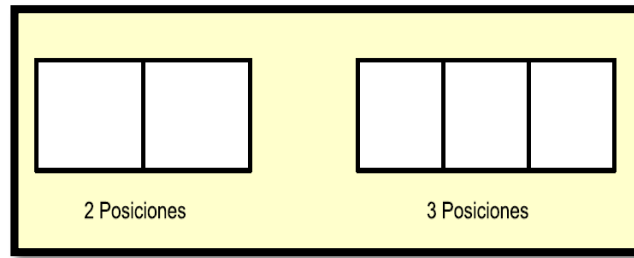


Figura 2. 17. Numero de posiciones.

Fuente: Michelle, Válvulas Direccionales I, 2012, Pág. 6

Estas dos particularidades son las que nombran a las válvulas por el número de vías y posiciones y son definidos de la siguiente manera:

N° Vías / N° posiciones

Como ejemplo de las válvulas más utilizadas tenemos las siguientes:

- 2/2 dos vías / dos posiciones: actúan como válvulas de paso, son NO o NC.
- 3/2 tres vías / dos posiciones: permiten descarga en conmutación, además de alimentar al sistema.
- 4/2 cuatro vías / dos posiciones: operan en las 2 posiciones de mando.
- 5/2 cinco vías / dos posiciones: posee 2 escapes dando la posibilidad de control de velocidad.
- 5/3 cinco vías / tres posiciones: incluye una posición central adicional que ayudan a la detención intermedia del actuador en cualquier posición.” (Comeval, sl. dpto. técnico).

2.3.4.3 Representación simbólica de una válvula.

“A la funcionalidad de las válvulas distribuidoras la representamos mediante símbolos. Los cuales están compuestos de un bloque central, que define el número de posiciones del elemento de interacción y sus vías de conexión para cada una, y de dos elementos externos representando el mando para controlar la actuación de la válvula.

Las características simbologías de una válvula son las siguientes:

- Las posiciones de interacciones de la válvula se representan con cuadrados. Mientras mayor número de posición se aumentara el número de cuadros.
- Las funciones se grafican en el interior de los cuadrados, indicando con flechas la dirección de paso de aire inducido. Así también por medio de líneas transversales en cada línea se representa como boca cerrada.
- Las conexiones exteriores de tuberías hacia los actuadores se representa con líneas adyacentes a los cuadrados.

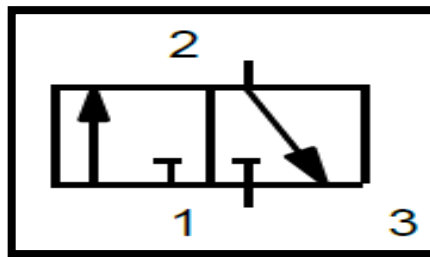


Figura 2. 18. Simbología de una válvula 3 vías 2 posiciones.

Fuente: http://www.comeval.es/pdf/cat_tec/valvulas_control_lineales_comeval.pdf

Los mandos de control de las válvulas pueden ser musculares, mecánicos, manuales, eléctricos y neumáticos.” (Comeval, sl. dpto. técnico).

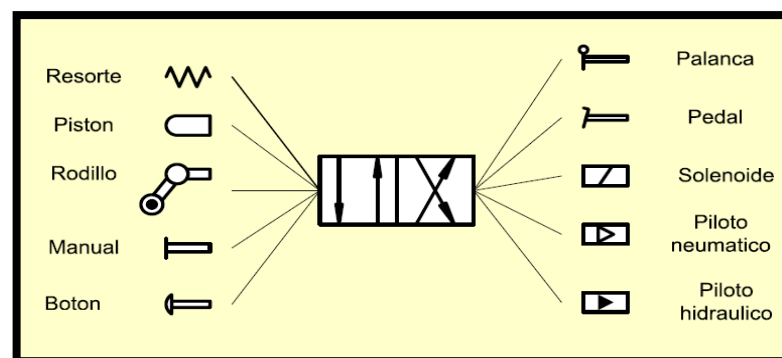


Figura 2. 19. Tipos de accionamiento.

Fuente: Michelle, Válvulas Direccionales I, 2012, Pág. 9

2.3.5 Accionamiento eléctrico de válvula distribuidora (Electroválvula).

“Son llamadas electroválvulas cuando el arranque de la conmutación se da por una señal eléctrica, creándose una excitación al solenoide acoplada al elemento, y este por medio de un campo magnético mueve a un núcleo interno que provoca el paso o no del aire comprimido que depende de la estructura interna de sus orificios de conexión.” (Comeval, sl. dpto. técnico).

2.3.6 Accionamiento neumático de válvula de pistón.

“Este tipo de válvulas son accionadas por control neumático el cual realiza presión en el pistón presando su muelle elástico, y así levantando tapón permitiendo el paso del fluido. Al momento de la desconexión de aire en el mando el pistón regresa a su posición inicial al tapón que obstaculiza la travesía del fluido a través de la válvula.

Estas válvulas también son llamadas válvulas de asiento inclinado que vienen normalmente cerradas.” (Comeval, sl. dpto. técnico).

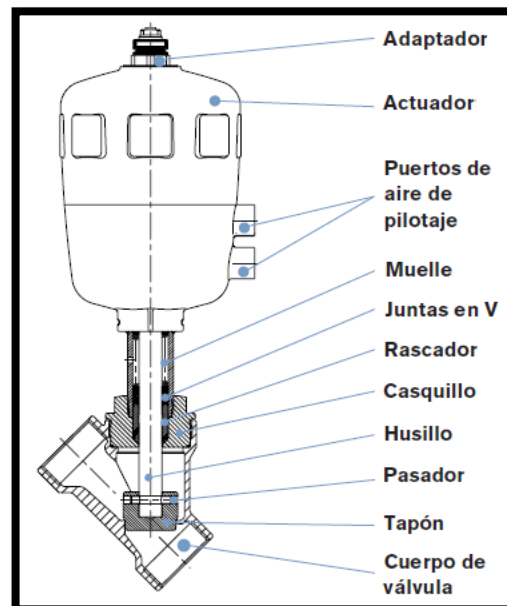


Figura 2. 20. Estructura de válvula de asiento.

Fuente: BURKET, Válvulas de control de asiento inclinado, 2013, Pág. 3

2.4 Actuadores Eléctricos.

El sistema automatizado de impresión serigráfica tendrá su proceso de secado, en el cual estará compuesto de dispositivos eléctricos de movimiento (motores), y de generación de calor (niquelina o resistencia térmica).

2.4.1 Motores Eléctricos.

“Los motores eléctricos son elementos que tienen la capacidad de transformar la energía eléctrica inducida en energía mecánica. Podemos utilizarlos en diferentes ámbitos en la industria como bandas transportadoras, ventiladores, etc.” (Bunca. motores eléctricos).

2.4.1.1 Principio de Funcionamiento.

“Este principio se basa en la circulación de energía eléctrica sobre el bobinado de cobre que está ubicado en el estator del elemento, así creando un campo magnético. Al tener contacto este campo magnético con el rotor móvil se crea un movimiento mecánico.

El motor eléctrico consta de polos magnéticos o imanes que atraen al rotor y así producir el movimiento del mismo. El rotor tiene un eje que sale hasta el exterior del motor, el cual se encarga de transmitir el movimiento mecánico.

La potencia de salida del motor está definida por el torque y la velocidad. Las cuales vienen definidas en velocidad como el número de veces que gira el eje del rotor en la unidad de tiempo minuto, y el torque es la fuerza del rotor por distancia que ejerce en cada giro.” (Motores eléctricos, Unidad 11).

2.4.1.2 Estructura principal de un motor eléctrico.

“Su composición está definida generalmente por una parte fija (estator), una parte móvil (rotor), carcasa, entrehierro y elementos adicionales.” (Motores eléctricos, Unidad 11).

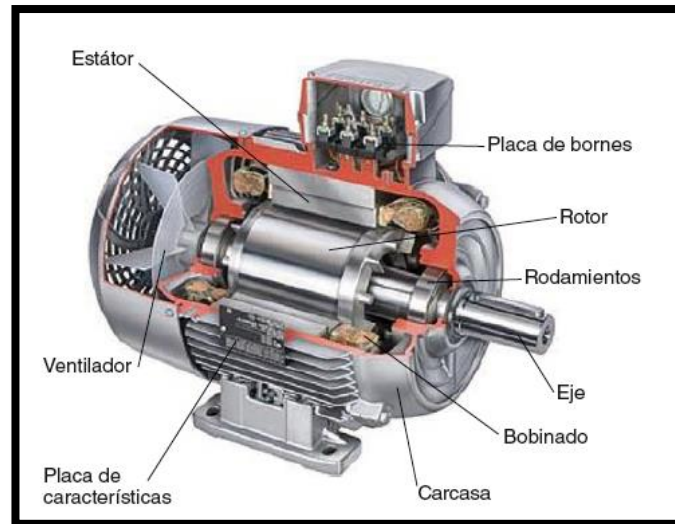


Figura 2. 21. Partes de un motor eléctrico.

Fuente: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

Rotor.

“Esta parte del motor que se asienta sobre rodamientos realiza el giro a una velocidad de acuerdo a las características de fabricación. Esta velocidad se mide por revoluciones por minuto e inversamente proporcional al número de polos magnéticos del estator. El diseño del estator puede ser devanados de cobre o barras conductoras.” (Motores eléctricos, Unidad 11).

Estator.

“Constituye a la parte fija del motor donde se encuentran los polos magnéticos y el bobinado de alambres de material de cobre.” (Motores eléctricos, Unidad 11).

Carcasa.

Es el recubrimiento externo del motor eléctrico con diferentes formas y protecciones según la aplicación o uso del mismo. Adjunto a este se encuentra aletas que realiza la acción de enfriamiento del motor.

Entrehierro.

“Es el espacio físico comprendido entre el estator y el rotor, donde se produce la generación de campo magnético.” (Motores eléctricos, Unidad 11).

Elementos adicionales.

- “Caja de Bornes
- Ventilador
- Rodamientos
- Base
- Placa de datos eléctricos
- Tapas” (Motores eléctricos, Unidad 11).

2.4.2 Clasificación de motores eléctricos.

“De acuerdo al tipo de aplicación y corriente de alimentación utilizada, se clasifican en:

- Motores de corriente continua con diferentes tipos de excitación
 - Independiente
 - Serie
 - Derivación
 - Compuesta
- Motores de corriente alterna:
 - Síncronos.
 - Asíncronos:
 - Monofásicos
 - De bobinado auxiliar.
 - De espira en corto circuito.
 - Universal
 - Trifásicos:

- De rotor bobinado.
- Jaula de ardilla.

Los motores de corriente alterna monofásicos o trifásicos se los encuentra fácilmente en la industria y mercado por su fácil mantenimiento, conexiones y costos, por estas razones importantes en nuestra aplicación de automatización del sistema de serigrafía utilizaremos un motor monofásico de corriente alterna, ya que nos permitirá el movimiento de una banda transportadora que pasara por un horno de secado los textiles a procesar.

Las velocidades están definidas por la fórmula:

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

Siendo:

n = Numero de revoluciones por minuto.

f = Frecuencia.

p = Numero de pares de polos.

Los motores asíncronos de corriente alterna son llamados así por la razón que su rotor gira a una velocidad diferente a la del sincronismo.

A pesar de que la frecuencia de utilización es fija para un tipo de motor, se puede variar la velocidad por medio de moto-reductores o variadores de frecuencia.” (Motores eléctricos, Unidad 11).

2.4.3 Motores Monofásicos Asíncronos.

“Los motores monofásicos son los más utilizados en el ambiente de talleres artesanales u hogares que no dispongan de la red trifásica. Estos a comparación de los motores de tres fases tienen un factor de potencia y eficiencia menor.” (Sánchez Martínez Roberto. electromecánica).

Funcionamiento del motor monofásico.

“Este tipo de motor como la mayoría de motores eléctricos, tiene un circuito magnético que conforma el estator, donde está colocado el bobinado inductor y el rotor que se ubica el bobinado inducido o jaula de ardilla. Sobre el bobinado inductor pasa una corriente alterna, creando un flujo constante, el cual es constante y no es suficientemente útil para hacer girar el rotor.

Si el rotor esta ya girando, sobre el bobinado inducido se crean fuerzas electromotrices que crean una corriente que circula por el rotor, permitiendo un flujo de reacción con un desfaseamiento de 90 grados eléctricos en comparación del principal. La unión entre estos dos flujos permite que el rotor siga girando. Esto nos indica que el motor monofásico es incapaz para poder arrancar por sí solo, pero si ya está en uso funciona perfectamente hasta su apagado.

Para poder tener un oportuno arranque se adiciona al estator un bobinado auxiliar que funciona en su arranque y se desconecta después de que el rotor ya está en rotación continua. Para realizar esta desconexión del bobinado auxiliar se acoplan interruptores centrífugos acoplados al eje del motor.

Los bobinados se conectan con sus terminales de alimentación externa en paralelo. Debido a su factor de potencia y eficiencia relativamente bajas se recurre a la conexión en serie de un condensador al bobinado auxiliar, con esto nos permite un mejor rendimiento y potencia del motor monofásico.

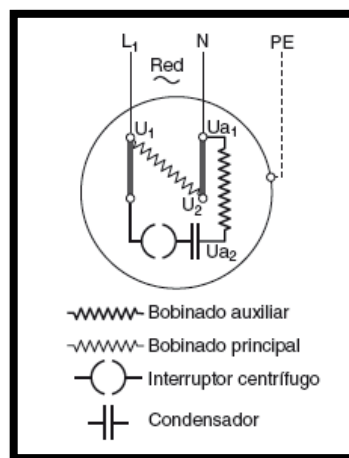


Figura 2. 22. Esquema interno del motor monofásico

Fuente: SANCHEZ MARTINEZ Roberto. Electromecánica, Maquinas o aparatos de uso industrial.

Para poder tener una inversión de giro de los motores monofásicos, se invierte las conexiones de los bobinados en los terminales exteriores. Tener en cuenta de no confundir la inversión con los terminales de energía, ya que el motor sigue girando en el mismo sentido.

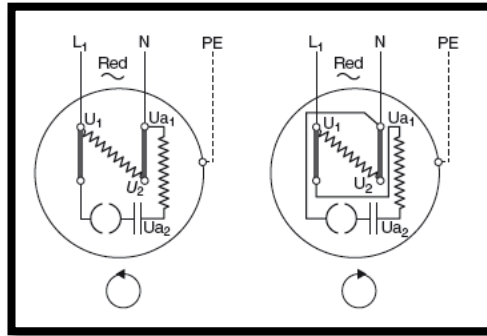


Figura 2. 23. Esquema para la inversión de giro del motor monofásico.

Fuente: SANCHEZ MARTINEZ Roberto. Electromecánica, Maquinas o aparatos de uso industrial.

En los motores de fabricación actual, los bobinados de arranque se conectan con la energía eléctrica a través de un condensador en serie, produce un desfase entre las corrientes de los devanados de arranque y de servicio el cual es sobrado desconectarlos, ahorrándonos el uso del interruptor centrifugo. En el caso de invertir el giro en los motores actuales se puede seguir el siguiente esquema.” (Sánchez Martínez Roberto. electromecánica).

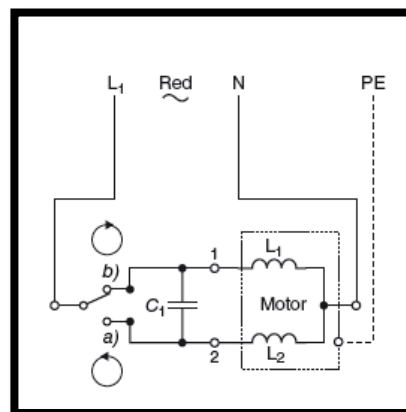


Figura 2. 24. Esquema para la inversión de giro del motor monofásico actual.

Fuente: SANCHEZ MARTINEZ Roberto. Electromecánica, Maquinas o aparatos de uso industrial.

2.4.4 Protección de los motores eléctricos.

“Se debe tener una protección adecuada para la vida útil de los motores eléctricos. El fallo de los motores se debe principalmente a cortos circuitos, sobrecargas (aumento de intensidad) y contactos directos.

Cuando existe un aumento de temperatura habitual de funcionamiento, se genera un desgaste en los aislamientos del motor eléctrico. Así este efecto no influya inmediatamente, con el tiempo existirá averías graves como cortocircuitos. Para esto se utilizan protecciones como:

- Protecciones contra contactos directos:
 - Se coloca interruptores diferenciales complementados con la puesta a tierra.
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:
 - Las sobrecargas pueden pasar por el desgaste de sus componentes eléctricos, fallas de fase o falta de aislamiento, para evitar este problema se utilizan fusibles o interruptores magneto térmicos, estos al producirse una sobrecarga se dispara un accionamiento térmico desconectando la instalación.

Para una mejorada protección, frente a cortocircuitos y sobrecargas, en los sistemas eléctricos se utilizan los disyuntores. Este aporta una protección más eficaz que los fusibles e interruptores magnéticos, ya que corta la instalación en un tiempo menor.

Los disyuntores a comparación de la magneto- térmicos tienen la posibilidad de variar la intensidad de corte por sobrecarga. Los disyuntores son los más utilizados debido a que en este solo elemento se agrupa los diferentes tipos de protección, y sobre toda la oportuna solución de averías.” (Sánchez Martínez Roberto. electromecánica).

2.4.5 Variación de Velocidad de motores eléctricos.

“Los motores de corriente alterna también pueden variar su velocidad y torque con el acoplamiento a un dispositivo llamado reductor, el cual tiene diferentes características dependiendo del uso que se lo desea dar.

Las velocidades de los motores eléctricos vienen de 1800 a 3600 revoluciones por minuto, la función del motoreductor es disminuir estas velocidades a 50 a 100 rpm, y tomando en cuenta el aumento de potencia.

En nuestro sistema de automatización, utilizaremos una banda transportadora que su velocidad es relativamente baja a comparación de la que nos entregase un motor eléctrico en su salida, para esto necesitamos acoplarlo al sistema de reducción de velocidad como reductores o poleas con correas.” (Sánchez Martínez Roberto. electromecánica).

2.4.6 Motoreductor.

“Los motoredutores son sistemas mecánicos de engranajes encerrados, que permiten la reducción de velocidad de los motores eléctricos, para aplicaciones donde se necesite una velocidad baja en todo tipo de máquinas de uso industrial.

Al utilizar los motoredutores tenemos una serie de beneficios:

- Velocidad estable y potencia firme.
- Eficiente potencia a comparación de la suministrada por el motor.
- Confianza en la transmisión, con reducido costo de mantenimiento.
- Ahorro de espacio físico y tiempo de instalaciones.” (Sánchez Martínez Roberto. electromecánica).

2.4.6.1 Transmisión por engranajes.

“Los engranajes son ruedas dentadas que se acoplan entre ellas, y de modo que se transmiten el movimiento.

Las mayores velocidades ocupan los engranajes de diámetros pequeños, es decir las ruedas que tengan un número de dientes menor. Por ejemplo si tenemos una rueda dentada conducida con la mitad de dientes que la rueda dentada motriz, la conducida girara al doble de velocidad a comparación del engranaje motriz.

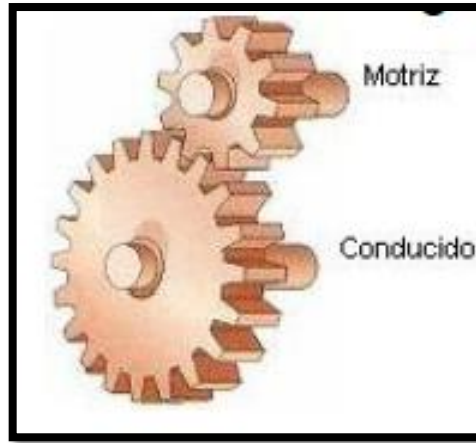


Figura 2. 25. Sistema de transmisión por engranajes.

Fuente: http://www.tecnosefarad.com/wpcontent/archivos/eso_3/unid_didacticas/ud_03_mecanismos.pdf.

Podemos calcular las velocidades de los engranajes con el dato de sus tamaños.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Donde:

- n_2 = velocidad del engranaje de salida.
- n_1 = velocidad del engranaje de entrada
- Z_1 = número de dientes del engranaje de entrada.
- d_2 = número de dientes del engranaje de salida.

La relación de transmisión que se define con la relación de:

$$\bullet \quad i = \frac{n_2}{n_1}; i = \frac{Z_1}{Z_2}$$

En los sistemas de engranajes se llama a la mayor rueda y al pequeño piñón. Donde partiendo de estas características se deriva dos tipos de sistemas:

- Reductor: el piñón es engranaje motriz y la rueda conducida.
- Multiplicador: el piñón es el engranaje conducido y la rueda es la motriz.” (Maquinas simples y mecanismos).

2.4.6.2 Características del Motoreductor.

“Un motoreductor lo podemos distinguir con las siguientes características:

- Potencia de entrada y salida en HP.
- Velocidad de entrada y salida en RPM.
- Torque en la salida en KG/m. PAR
- Relación de reducción entre las RPM de entrada y salida. I.

Así también se debe tener en cuenta las características del tipo de trabajo que va realizar el motoreductor:

- Tipo de maquina motriz. (eléctrico, a gasolina)
- Tipo de acople entre la maquina motriz y el reductor.
- Tipo de carga con choque, continua, discontinua, etc.
- Duración de servicio horas/día.
- Arranques por día, inversión de marcha.
- Humedad o Temperatura.
- Ejecución a 90 o 180 grados.

Existen motores asíncronos monofásicos con su sistema de reducción de velocidad incorporado en un solo elemento, los cuales ya directamente nos permiten una velocidad baja de trabajo.” (Maquinas simples y mecanismos).

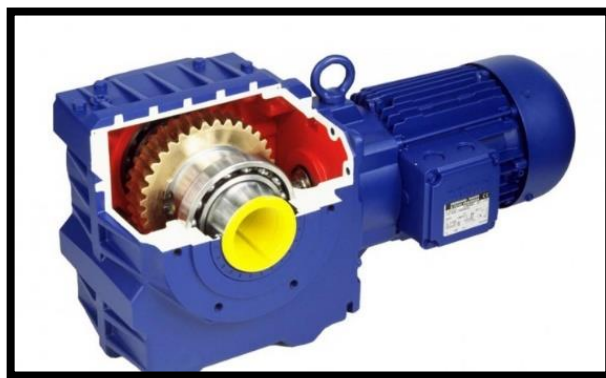


Figura 2. 26. Motor monofásico con sistema de reducción incorporado.

Fuente: http://www.tecnosefarad.com/wpcontent/archivos/eso_3/unid_didacticas/ud_03_mecanismos.pdf.

2.4.7 Reducción de velocidad con poleas y correas.

“Este sistema está conformado por dos poleas ubicadas a una cierta distancia, las cuales giran a la vez por consecuencia de una correa.

De acuerdo al tamaño de las poleas podemos tener el sistema de reducción de velocidad, es cuando la velocidad de la polea conducida es menor que la velocidad que la polea motriz. Se debe a que la polea conducida es más grande que la polea motriz.” (Maquinas simples y mecanismos).

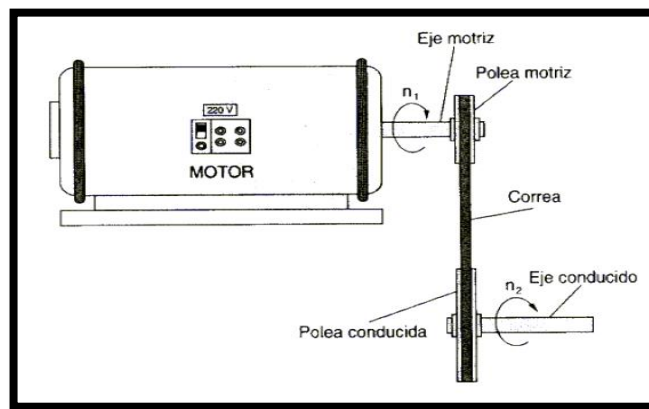


Figura 2. 27. Sistema de reducción de velocidad con poleas y correas.

Fuente: http://www.tecnosefarad.com/wpcontent/archivos/eso_3/unid_didacticas/ud_03_mecanismos.pdf.

Calculo de velocidad de poleas.

“La velocidad de las poleas se lo mide por RPM o vueltas por minuto.

Para el cálculo de las velocidades y diámetros de las poleas se debe conocer la relación de transmisión que se define con la relación de:

$$i = \frac{n_2}{n_1}; i = \frac{d_1}{d_2}$$

Donde:

- n_2 = velocidad de la polea de salida o conducida.
- n_1 = velocidad de la polea motriz o de entrada.
- d_1 = diámetro de la polea motriz de entrada.

- d_2 = diámetro de la polea inducida o de salida.

Partiendo de esta definición tenemos la fórmula que se puede calcular las velocidades de las poleas o diámetros de las mismas con la relación:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Según nuestras aplicaciones podemos calcular las características de los componentes con los diámetros o velocidades que tenemos en marcha.” (Maquinas simples y mecanismos).

2.4.8 Resistencia Térmica o Niquelina.

“Este tipo de resistencia es utilizada para la generación de calor, en nuestro caso necesitamos, para el horno de secado de la pintura serfigráfica impresa en el textil procesado.

El calor producido se denomina como energía que es la capacidad que tiene un dispositivo eléctrico en realizar un trabajo. Esta energía (E), se representa en Joules (J).

Las niquelinas al paso de una corriente generan una resistencia, que será transformada en calor.

Cuando esta corriente fluye por la resistencia eléctrica, los electrones disipan energía en el interior del conductor chocando entre sí, entonces la energía eléctrica se disipa en calor. Si la sección del conductor es fina, este se calienta hasta llegar a la incandescencia.



Figura 2. 28. Calefactores formados con niquelinas.

Fuente: <http://www.catlab.com.ar/notas.php?idm=947&accion1=notas&PHPSESSID=11dddefa7cfe4e876b6f25a281c354db>.

La cantidad de calor está relacionada con la potencia (P), que está definida en la relación de consumo de energía en una unidad de tiempo.

Expresada en:

$$P = \frac{E}{t}$$

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ julio}}{1 \text{ segundo}}$$

Por esta última relación deducimos que cuando consumimos 1 julio de potencia por 1 segundo, estamos consumiendo también 1 watt de energía eléctrica.

Otra forma de calcular la potencia consumida en un dispositivo eléctrico, viene dado por las formulas:

$$P = V \times I$$

$$P = I^2 \times R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Donde:

V= Tensión suministrada al dispositivo.

I = Intensidad de corriente que fluye por el circuito.

R = Resistencia que posee la carga

Para un mejor manejo de magnitudes a la potencia podemos tratarla con unidades de kilowatt-hora. Entonces podemos deducir que la unidad de energía viene dada por las relaciones:

$$E = P \times t$$

$$1 \text{ kilowatt} = 1000 \text{ watt}$$

$$1 \text{ hora} = 3600 \text{ segundos}$$

Por lo tanto:

$$3.600.0 \text{ Julios} = 1Kw/h \text{ ” (Catlab. La generación de calor a través de resistencias eléctricas en equipos)}$$

2.5 Controlador Lógico Programable (PLC).

“Un programmable logic controller (PLC), es un dispositivo electrónico, programable en un tipo de lenguaje no informático. Su diseño esta direccionado para controlar procesos industriales secuenciales en un tiempo real.

Este dispositivo reacciona bajo las señales recibidas por los captadores, y su estructura interna comanda los actuadores.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

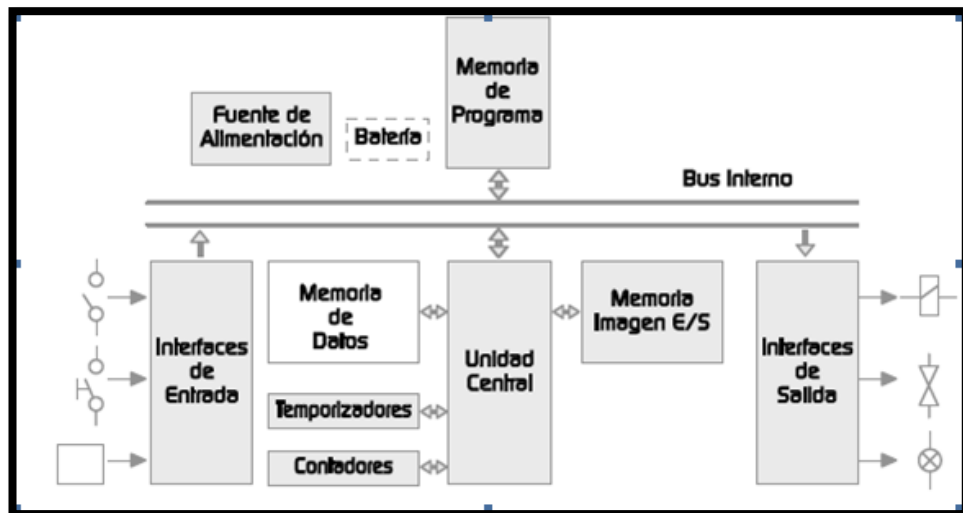


Figura 2. 29. Arquitectura interna del PLC.

Fuente: <http://automatismosstmeu.blogspot.com/2011/09/arquitectura-de-un-plc-jaime-acuna-j.html>

2.5.1 Aplicaciones del PLC.

“Sus aplicaciones van esencialmente a las industrias donde se necesite control, monitoreo, maniobra, etc.

Por sus características físicas, tiene una facilidad de montaje, por su almacenamiento y edición de programas y luego su oportuna utilización, etc., todas estas particularidades hace que su campo de aplicación sea extenso en procesos que necesiten:

- Espacios pequeños.
- Dispositivos económicos.
- Procesos industriales cambiantes.
- Secuencia de procesos.
- Instalación de maquinaria compleja.
- Maniobra de maquinarias.
- Señalizaciones y controles.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

2.5.2 Funciones específicas de un PLC.

- “Detección:
 - Lectura e interpretación de los captadores del sistema automatizado.
- Mando:
 - Accionamiento de los actuadores y pre actuadores.
- Dialogo Hombre – Máquina:
 - Información de los estados de los procesos.
- Programación:
 - Introducción, edición del programa en el autómata programable.
- Redes de Comunicación:
 - Permiten intercambio de datos y memorias entre autómatas.
- Sistemas de supervisión:
 - Admiten comunicación del autómata con un ordenador provisto con programas de supervisión industrial. Esta conexión se realiza por medio del puerto serie.
- Control de Procesos Continuos.
 - Disposición de módulos de entradas y salidas analógicas que permiten el control de procesos continuos.
- Entradas y Salidas Distribuidas:
 - Estas pueden estar distribuidas a lo largo de los sistemas automatizados, comunicándose con el autómata por medio del cable de red.
- Buses de Campo:
 - Mediante cables de comunicación se puede conectar al bus accionadores y captadores. El autómata realiza sus acciones cíclicamente y actualiza el estado de los actuadores.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

2.5.3 Estructura del PLC.

“Un autómata programable está conformado por una estructura interna, la cual está constituida por diferentes elementos tales como:

- CPU.
- Fuentes de alimentación.
- Interfaces.
- Unidad de programación.
- Entradas y salidas
- Memoria del PLC.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

CPU.

“El central procesing unit (CPU), es la parte donde interpreta la esencia del programa y consultando las entradas de los captadores, manda a funcionar a los actuadores deseados dependiendo de los estados de los captadores e información del programa.

El CPU está constituido por:

- Procesador:
 - Está constituido por un microprocesador el cual realiza operaciones de tipo lógico, aritmético y de control de transferencia de información.
- Memoria monitor del sistema.
 - Memoria tipo ROM, que contiene rutinas de reset, test, intercambio de información con unidades exteriores y lectura, escritura de interfaces de entrada y salida.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

Fuente de alimentación.

“La fuente de alimentación depende directamente de los valores de tensión que se utiliza en los diferentes circuitos que se usa en el sistema automatizado.

La alimentación al CPU en algunos casos puede ser en 24 VCD voltaje continuo o en voltaje alternos de 110/220 VCA. En la mayoría de las situaciones la CPU es la encargada de alimentar a los diferentes interfaces conectados a través del bus interno.

Los circuitos de E/S pueden alimentarse, dependiendo el caso, en 48/110/220 VCA o en continua en 12/24/48 VCD.

Por razones de seguridad y mantenimiento el autómata programable puede tener una batería, cuando no se tiene una energía de alimentación externa.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

Interfaces.

“Los controladores lógicos programables tienen como característica manejar tensiones bajas y altas en nivel de industria, debido al bloque de circuitos de interfaz de entradas y salidas, conectándose con los captadores y actuadores,

Se puede citar los tipos de interfaces que permiten la conexión con elementos específicos dentro de un sistema automatizado:

- E/S especiales:
 - Se encargan de la adecuación de E/S para que puedan ser claras para el CPU, en entradas, o para que sean interpretadas correctamente por actuadores.
- E/S inteligentes:
 - Admisión de múltiples modos de configuración, en forma binaria.
- Procesadores periféricos inteligentes:
 - Son módulos que contienen su propio CPU, los cuales ejecutan una tarea concreta, independiente del CPU principal.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

Unidad de programación.

“Es el conjunto de instrucciones establecidas en un programa, el cual se depura en el autómata programable en diferentes tipos de lenguajes.” (Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

Entradas y salidas.

“Las entradas por medio de un interfaz, recibe una señal y la codifica de modo que el CPU la interprete.

Tenemos dos tipos de entradas:

- Entradas digitales:
 - Permiten conectar captadores del tipo todo o nada como los finales carreras, pulsantes, etc.
 - Trabajan con señales de tensión como 24V equivalente al “1” o cuando tenemos 0V equivale al “0”.
 - Constan de etapas como protección de sobretensión, filtrado y aislamiento.
- Entradas analógicas.
 - Permiten que los autómatas trabajen con la señal de accionadores de mando analógico como termómetros, caudalímetros, etc.
 - Convierten la señal analógica en un número que se deposita en una variable. Lo que se ejecuta es una conversión A/D, ya que el PLC solo trabaja con señales digitales.
 - Pueden leer medidas de tensión o intensidad.

Las salidas decodifican las señales que entrega el CPU, amplificándolas y mandándolas a los dispositivos de salida que son los actuadores.

Existen dos tipos de salidas:

- Salidas digitales:
 - Permisividad sobre accionadores que asientan ordenes todo o nada.
 - El valor digital binario acciona la apertura o cierre de un relé interno.
 - En los módulos estáticos de salida se conmuta con componentes electrónicos como transistores o triacs. Y en los módulos electromecánicos son contactos con relés internos.
 - Los estáticos al entregan tensión, solo actúa con elementos que operen con la misma tensión, en cambio los electromecánicos pueden trabajar a tensiones indistintas.

- Salidas analógicas.
 - Permiten que una cantidad de una variable numérica del PLC se convierta en señal de intensidad o tensión.
 - Realiza conversiones D/A, debido a que el PLC trabaja solo con señales digitales.
 - Estas salidas de tensión o intensidad pueden ser el mando para dispositivos como variadores de velocidad, reguladores de temperatura, etc. Permitiendo un control y regulación de procesos.”
(Sobevara, Marcelo Antonio. Sensores eléctricos)

Memoria del PLC.

“La memoria es la parte de almacenamiento de todos los datos que necesita el autómata para la ejecución del programa de control.

- Datos del proceso:
 - Señales de entrada y salida.
 - Variables internas.
 - Datos alfanuméricos.
- Datos de control:
 - Programa (instrucciones).
 - Configuración del PLC (número de entradas, tipo de funcionamiento).

El autómata consta de diferentes tipos de memorias:

- RAM:
 - Lectura y escritura.
 - Memoria interna.
- ROM:
 - Lectura, no programable.
 - Almacenamiento del programa monitor del sistema.
- EPROM:
 - Solo lectura, reprogramable.
 - Almacenamiento del programa del usuario.

- **EEPRON:**
 - Solo lectura, modificable por medios eléctricos.
 - Memorias de seguridad, salvando el contenido de la RAM.”
(Sobevila, marcelo antonio. sensores eléctricos)

2.6 Pantallas Táctiles.

“En los actuales sistemas de automatización de procesos, se requiere una mejor comprensión e interacción entre hombre-máquina, la cual la mejor opción son las pantallas touch screen o también llamados sensores táctiles. Estas pantallas funcionan como entrada de órdenes y datos, y así también como salida para visualizar el monitoreo de los procesos automatizados.

Las entradas se las puede realizar con el contacto del dedo de un operador con la superficie de la pantalla, funcionando como puntero de ratón o se puede desplegar un teclado virtual para el ingreso de datos.” (Convertronic.net. Pantallas táctiles).

2.6.1 Funcionamiento y tipos de pantallas táctiles.

“El principio de funcionamiento de las pantallas táctiles está basado en la medición de las coordenadas de la alteración de flujo producidas por un objeto o dedo del operador. Estas coordenadas se envían al controlador quien descifra su localización y realiza la conversión de pulsos eléctricos a digitales.

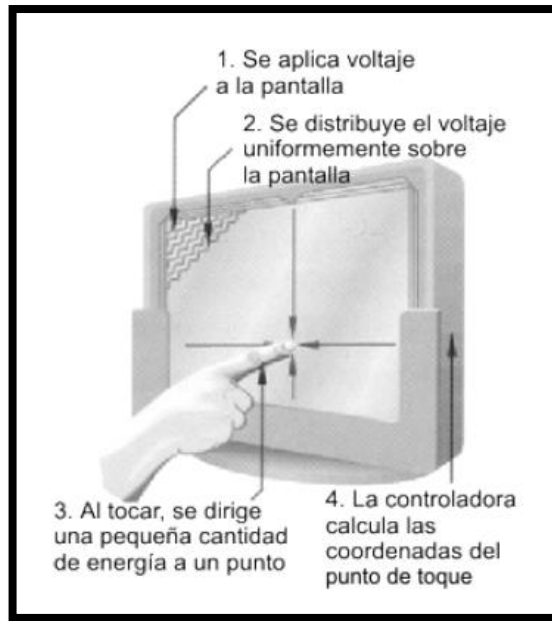


Figura 2. 30. Principio de Funcionamiento de una pantalla táctil.

Fuente: CONDOR Isaac, PAREDES Carlos. Implementación de un sistema de acceso electrónico mediante la huella dactilar y la clave de acceso. 2009.

Tenemos diferentes tipos de pantallas táctiles que varían según sus ciencias aplicadas de invención, las cuales son:

- Resistiva.
- Capacitiva.
- Ondas Acústicas.
- Infrarrojo.” (Convertronic.net. Pantallas táctiles).

2.6.2 Pantalla táctil resistiva.

“Este tipo de pantalla táctil resistiva está conformado por una capa resistiva y otra conductora con una cierta separación. Estas capas son rígidas, flexibles o la combinación de ambas.

Su funcionamiento se asienta cuando se toca la pantalla, sus capas hacen contacto generando un voltaje el cual nos da una coordenada del punto excitado.

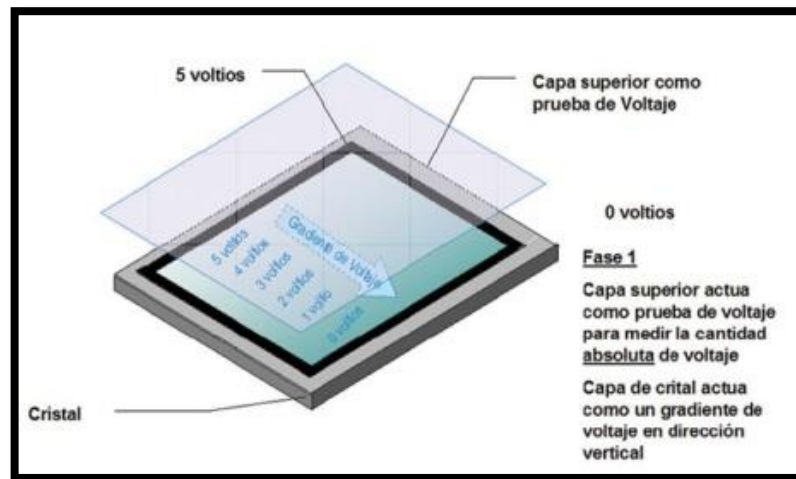


Figura 2. 31. Pantalla táctil resistiva.

Fuente: CONDOR Isaac, PAREDES Carlos. Implementación de un sistema de acceso electrónico mediante la huella dactilar y la clave de acceso. 2009.

Las características principales de este tipo de pantallas resistivas son:

- Están destinadas a procesos industriales, domésticos.
- Sus tamaños son pequeños de fácil manipulación.
- Son resistentes al agua y polvo.
- Tienen fragilidad frente a objetos corta punzantes.” (Convertronic.net. Pantallas táctiles).

2.6.3 Pantalla táctil capacitiva.

“Las pantallas táctiles capacitivas tienen una capa metálica en la que se aplica una tensión que se altera cuando se toca la pantalla con algún objeto o dedo. La tensión se aplica a cada una de sus cuatro esquinas de la pantalla, donde los electrodos crean un campo parejo distribuyendo el voltaje inducido. Cuando existe el toque de la pantalla provoca un cambio de tensión en cada lado el cual es proporcional a la distancia con la esquina. El control calcula las coordenadas del dedo a partir de la variación del flujo.

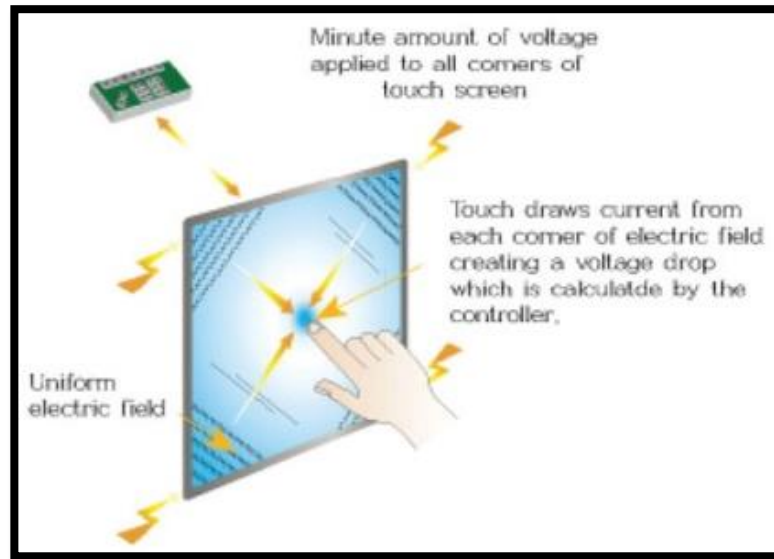


Figura 2. 32. Pantalla táctil capacitiva.

Fuente: CONDOR Isaac, PAREDES Carlos. Implementación de un sistema de acceso electrónico mediante la huella dactilar y la clave de acceso. 2009.

Las características principales de este tipo de pantallas capacitivas son:

- Las situaciones externas no afectan en su funcionamiento como rayones o desgastes.
- Mayor claridad en comparación a las resistivas debido a tener menor número de capas.
- Los sensores no detectan el accionamiento cuando se utilizan guantes.
- Su precio es elevado por su control implementado.” (Convertronic.net. Pantallas táctiles).

2.6.4 Pantalla táctil de ondas acústicas.

“Este tipo de pantallas de ondas acústicas es también llamada como SAW (Surface acoustic wave), su principio de funcionamiento se basa en la transmisión de dos ondas de ultrasonido sobre la pantalla, una horizontalmente y otra verticalmente. Las ondas se propagan en impulsos a lo largo de la pantalla rebotando en reflectores acústicos. Dos sensores reciben las ondas, uno por cada dirección.

Cuando pulsamos sobre la pantalla con algún objeto o dedo, el dedo absorbe una parte de la potencia acústica, disminuyendo la energía de la onda. El control capta el momento en el que se recibe la onda disminuida y se logra calcular las coordenadas del punto de contacto.

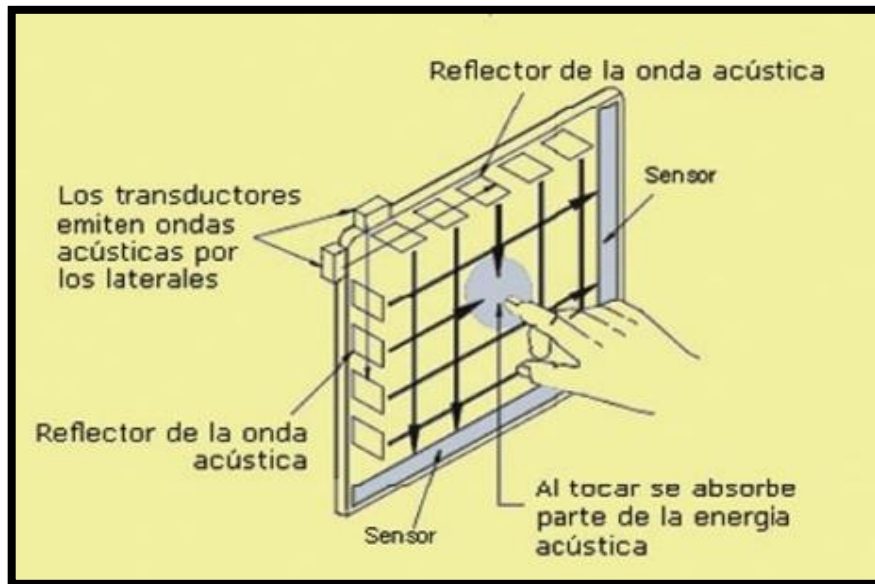


Figura 2. 33. Pantalla táctil de ondas acústicas.

Fuente: CONDOR Isaac, PAREDES Carlos. Implementación de un sistema de acceso electrónico mediante la huella dactilar y la clave de acceso. 2009.

Las características principales de este tipo de pantallas de ondas acústicas son:

- Diferentes grosores en el mercado para evitar vandalismo.
- Afecta el polvo y agua en su funcionamiento (solo para ambientes cerrados).
- Baja resolución.” (Convertronic.net. Pantallas táctiles).

2.6.5 Pantallas táctiles de infrarrojos.

“Este tipo de pantallas táctiles a lo largo del borde del cristal tienen emisores y receptores de infrarrojos, situados en un lado los emisores y en el otro los receptores (en posiciones verticales y horizontales) formando una matriz de rayos infrarrojos.

Al momento de presionar la pantalla, con un objeto o un dedo, se corta un haz infrarrojo vertical y otro horizontal, a continuación el controlador calcula las coordenadas del punto de corte.

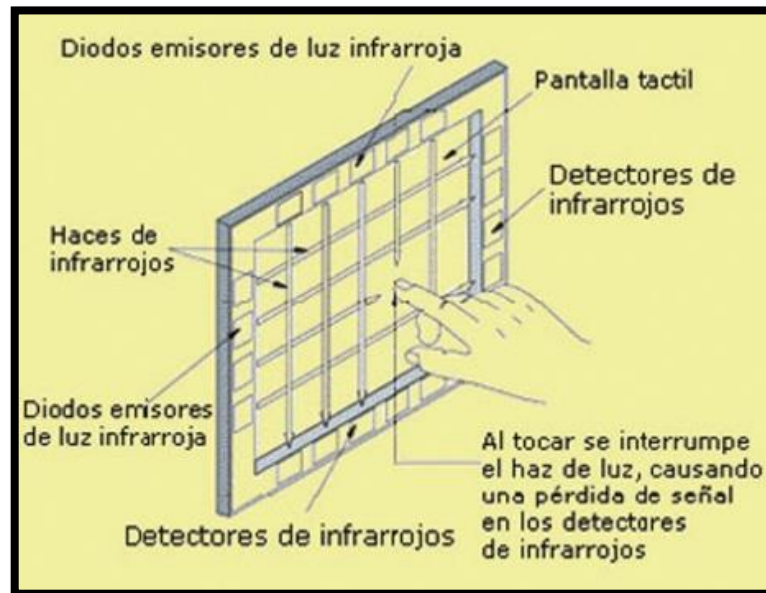


Figura 2. 34. Pantalla táctil de rayos infrarrojos.

Fuente: CONDOR Isaac, PAREDES Carlos. Implementación de un sistema de acceso electrónico mediante la huella dactilar y la clave de acceso. 2009.

Las características principales de este tipo de pantallas de rayos infrarrojos son:

- Tecnología usada en formatos mayores por su baja resolución.
- Al no ser conformado por capas su resolución es óptima.
- Su pantalla es resistente a rayones.
- El accionamiento se puede realizar con guantes o cualquier objeto.
- Su precio es elevado a comparación de los otros tipos.
- Sensibles a polvos o suciedades y pueden activarse por estos agentes.”
(Convertronic.net. Pantallas táctiles).

Toda la teoría descrita en cada uno de los elementos nos ofrece facilidad para la selección de elementos neumáticos, eléctricos y de control para nuestra maquina automatizada, dando un inicio a nuestros diseños correspondientes.

CAPÍTULO 3

PARÀMETROS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

3.1 Descripción general de la maquina automática de serigrafía.

Para un funcionamiento automatizado del sistema de serigrafía, se asentará una máquina que será la encargada de realizar estampado y secado del textil procesado, con toda la secuencia recomendada por el artesano. Esta se conformara de los diferentes pasos automatizados que son:

- Sujeción de matriz de diseño, el cual está conformado de la malla con el arte. Todo este bloque lo nombraremos soporte principal.

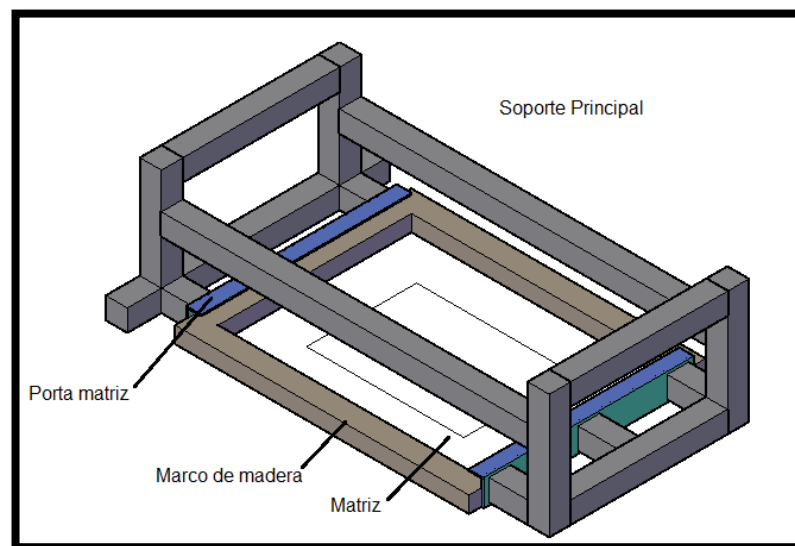


Figura 3. 1 Soporte principal.

Fuente: Autor.

- Acercamiento del textil a estampar hacia la matriz. El textil está situado sobre una mesa móvil en dirección vertical direccionado por un pistón mesa.

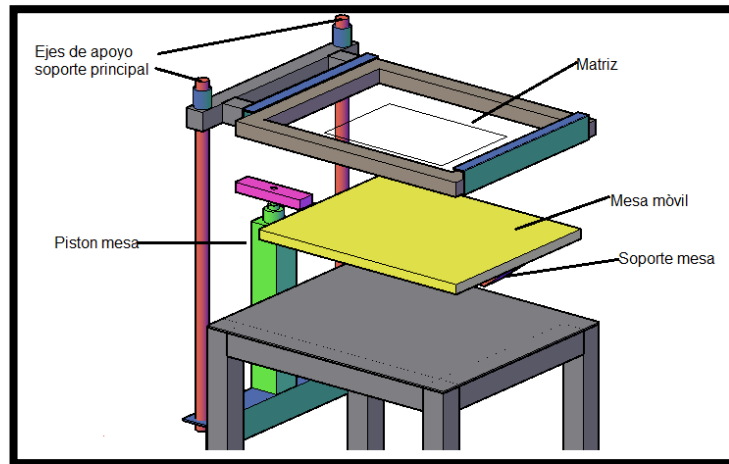


Figura 3. 2. Componentes mesa móvil.

Fuente: Autor.

- Abastecimiento de pintura plastisol sobre la malla. La aplicación automática se realiza por medio del paso del líquido por una válvula pilotada neumática.
- Dispersión de pintura sobre la malla realizado por medio de un rascador de arrastre, el mismo que es accionado verticalmente por un pistón rascador vertical situado sobre una ángulo de apoyo, y un pistón superior que hace recorrer la base que contiene el rascador por el largo de la malla que contiene el diseño elegido.

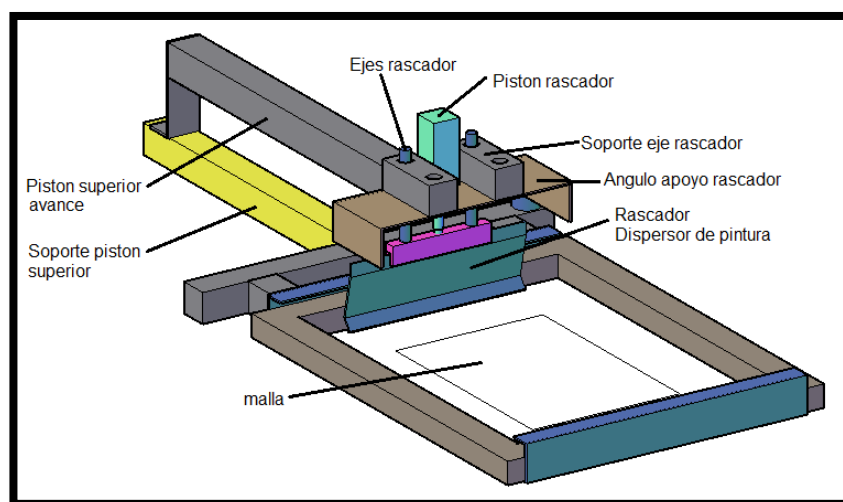


Figura 3. 3. Sistema de dispersión de pintura sobre la malla.

Fuente: Autor.

- Presión de racle sobre la malla y el textil accionado por un pistón racle vertical apoyado en el ángulo soporte. Este sistema es también empujado a lo largo de la malla que contiene el diseño.

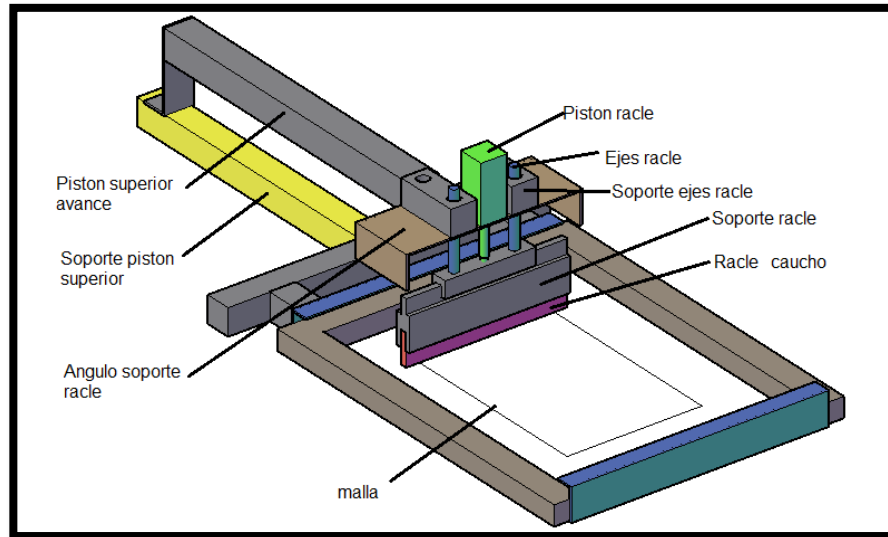


Figura 3. 4. Sistema de presión de pintura sobre la malla

Fuente: Autor.

- Retiro del textil estampado accionado por el regreso del pistón mesa.
- Secado sobre una banda automática que trasladara el textil a lo largo de un horno de secado. Conformado por una niquelina que lograra generar una temperatura en función del secado.
- Todos los datos para funcionamiento de la máquina, el sistema interpretara por medio de la comunicación de un HMI y el controlador PLC que comandara todos los componentes eléctricos e hidráulicos de la maquina serigrafica.

De acuerdo a las recomendaciones que describe el artesano, tenemos en consideración las medidas del área máxima de impresión, distancias de cargado, medidas de racle, tamaño de marco matriz. (Véase Capítulo 1, figura 4).

3.2 Criterio de diseño del sistema de rascador y racle.

“Este sistema se seleccionó en base del diseño de la tesis referida, que tuvo un estudio previo de fuerzas, cargas y distancias de sus pernos.” (LAGUNA, Luis. LOACHAMIN, Víctor. Diseño y construcción de una impresora de serigrafía neumática para superficies planas de funcionamiento automático)

El diseño de la tesis referida se tomó en consideración su parte de sujeción del racle de caucho y el rascador, diseño de rascador y racle. Dándonos una molde de inicio para el diseño de nuestro sistema de dispersión e impresión de la pintura serigrafica sobre el textil.

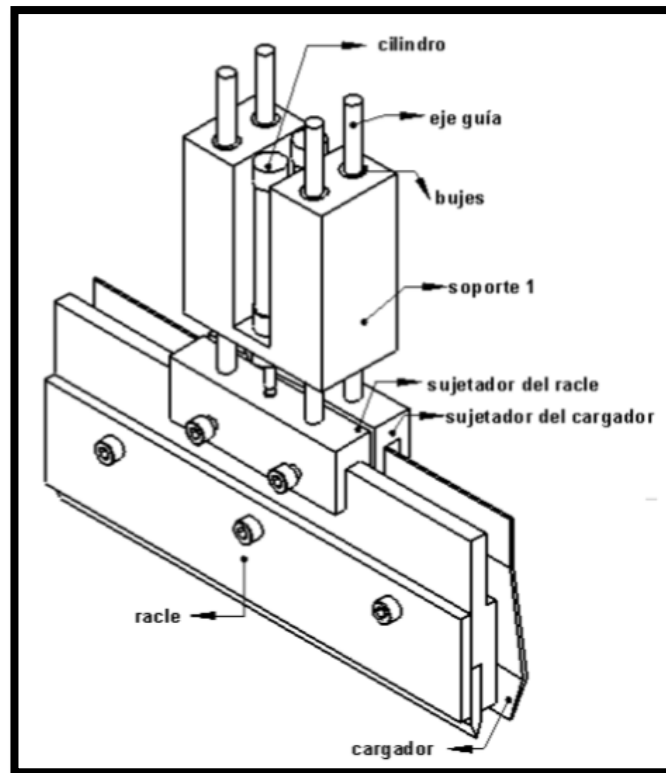


Figura 3. 5. Dispositivo de rascador y racle de la tesis referida.

Fuente LAGUNA, Luis. LOACHAMIN, Víctor. Diseño y construcción de una impresora de serigrafía neumática para superficies planas de funcionamiento automático. Riobamba – Ecuador. Tesis de GRADO. Obtención de título de Ingeniero Mecánico

3.2.1 Diseño del elemento rascador.

Tomando en cuenta el área máxima de impresión (*capítulo 1*), tenemos una longitud de 250 mm del ancho de longitud del rascador, que es considerado con su respectiva sujeción tomada del diseño de la tesis referida.

Dándonos una geometría acorde con las medidas del rascador y una operación correcta del sistema mencionado. Se realiza la platina con un ángulo de 60 grados que permite una dispensación de una capa de pintura considerable sobre el diseño a estampar.

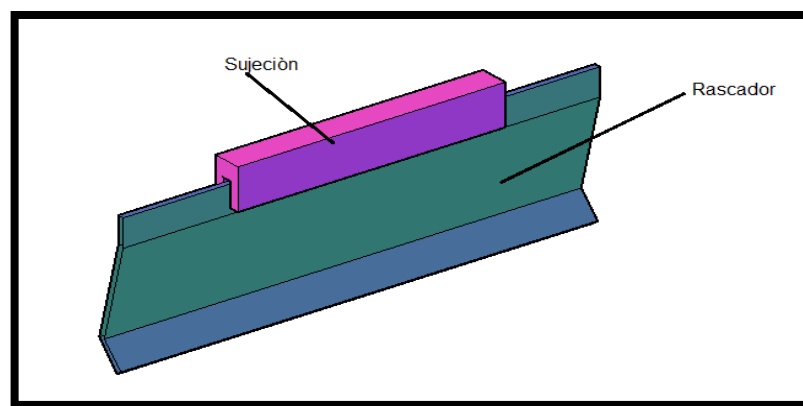


Figura 3. 6. Dispositivo de rascador.

Fuente: Autor.

3.2.2 Diseño del elemento racle.

La medida de longitud del racle de caucho se deriva del área máxima de impresión y las distancias hasta el marco de madera que contiene la matriz del diseño, establecemos una medida de 250mm de ancho de longitud similar a las consideraciones que se tomó del sistema de rascador. La dureza utilizada del caucho es de 70 shores, según las recomendaciones del artesano.

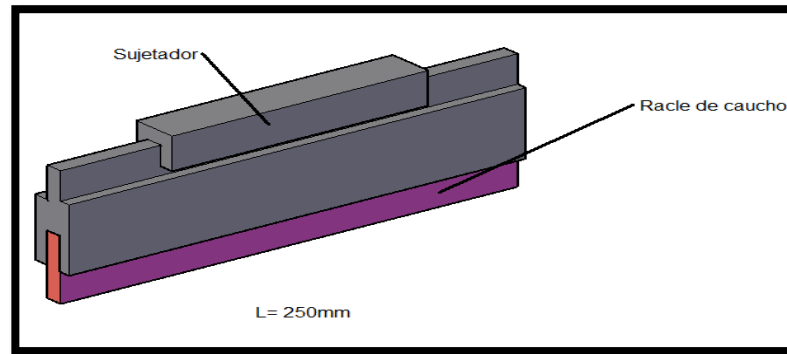


Figura 3. 7. Dispositivo de racle.

Fuente: Autor.

3.2.3 Diseño del sistema del racle y rascador.

Este proceso alternado lo realizamos por medio del accionamiento de dos pistones neumáticos en la secuencia descrita.

Para lograr estos accionamientos con estabilidad del racle y rascador se fijó 2 ejes de 12 mm de diámetro a cada sistema, los cuales pasan por soportes, de aluminio, que en su interior llevan rodamientos lineales permitiendo una fácil movilidad vertical de los ejes. Como soporte principal se diseña un ángulo de platina de 270 mm de largo capaz de apoyar a todo el sistema de racle y rascador, conformado por los elementos descritos en la figura 42.

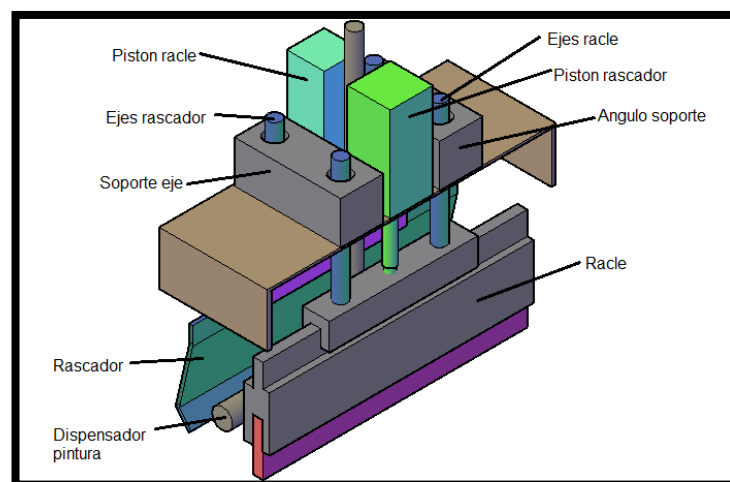


Figura 3. 8. Diseño del sistema de racle y rascador.

Fuente: Autor.

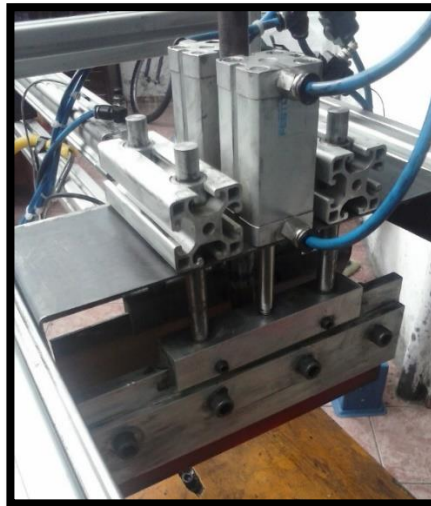


Figura 3. 9. Sistema de racle y rascador.

Fuente: Autor.

A la platina de apoyo se suelda una tuerca de sujeción que permite que el vástago del pistón superior de avance se atornille, así logrando un agarre que accede al movimiento horizontal del sistema de rascador y racle.

La dispersión de pintura se realiza al momento de salida del vástago del pistón y la presión sobre el textil cuando el vástago del pistón regresa a su punto inicial. Para que tenga un apoyo y evitar la deflexión a las partes laterales de la platina se coloca bisagras telescópicas de 400 mm de largo que en su interior tienen rodamientos de bolas dando un movimiento horizontal del sistema.

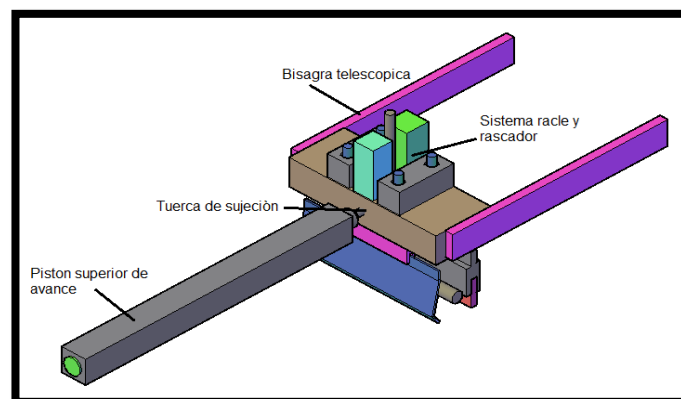


Figura 3. 10. Diseño para el movimiento horizontal del sistema racle y rascador.

Fuente: Autor.

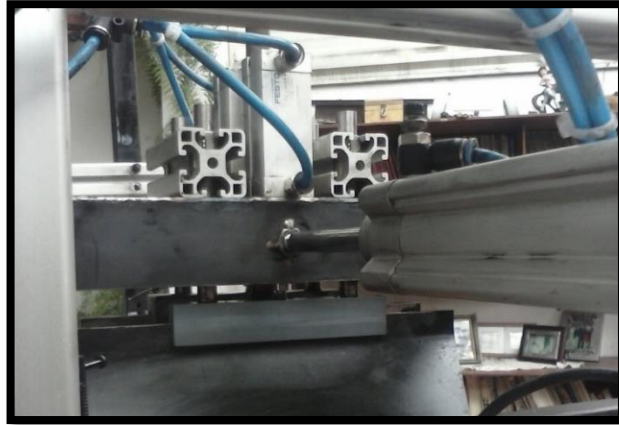


Figura 3. 11. Movimiento horizontal del sistema racle y rascador.

Fuente: Autor.

3.3 Diseño del sistema de soporte principal.

El soporte principal está construido de material de aluminio estructural de máquina de 50 mm x 50 mm, en el cual está fijado por pernos autoroscantes y mariposas de tornillos que permiten variar las medidas de altura del sistema de racle y rascador fijados por las bisagras telescópicas.

En este soporte principal también se asienta un par de perfiles en “C” llamados porta matriz que son los encargados de fijar el marco de madera en su posición de trabajo establecido. La medida de separación entre los porta matriz depende directamente de la medida del marco de madera que es de 560 mm para nuestra máquina. Y por último un soporte principal de aluminio estructural y una platina en “L” que soporta el pistón superior de avance en su parte posterior.

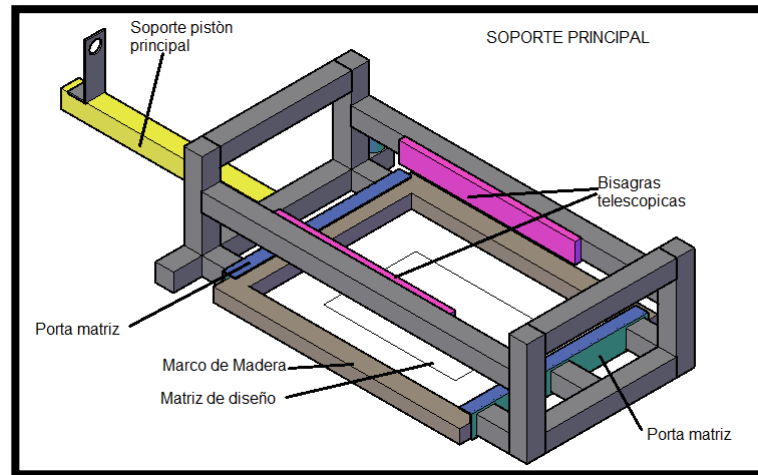


Figura 3. 12. Diseño del soporte principal.

Fuente: Autor.

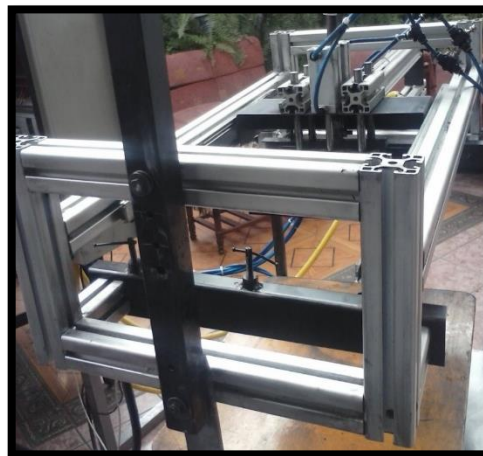


Figura 3. 13. Estructura del soporte principal.

Fuente: Autor.

El abastecimiento de pintura plastisol mas su diluyente se realiza por medio de un tanque de hierro a una altura de 1 metro con referencia de la matriz, este se conecta por medio de una manguera a una válvula de paso, quien es controlada para que cierre o abra el paso de la pintura hacia un distribuidor que abastece de plastisol a la matriz de diseño.

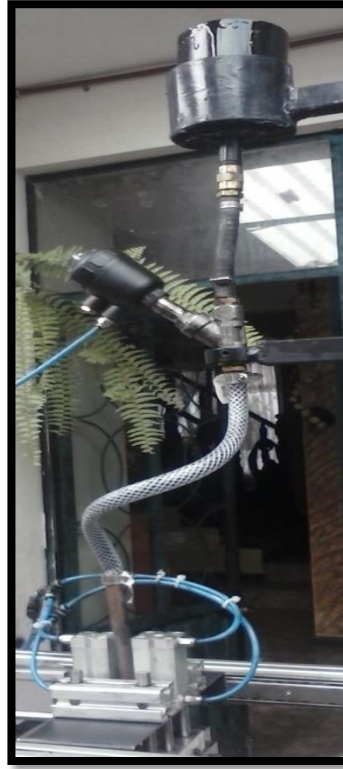


Figura 3. 14. Sistema de abastecimiento de pintura plastisol.

Fuente: Autor.

3.3.1 Elaboración de Matriz de diseño.

La matriz de diseño esta dimensionada con las recomendaciones del artesano (medidas de matriz de cuadro de madera). El arte del diseño y su proceso de foto revelado se lo realizo según mencionadas recomendaciones (Véase capítulo 1). Nuestro proceso de foto revelado consta de los siguientes pasos:

- a) Elaboración del arte en Microsoft Word e impresión en una hoja de tipo acetato tamaño A4.



Figura 3. 15. Diseño de arte en acetato A4.

Fuente: Autor.

- b) La malla de nylon medida 61 la colocamos de una manera tensada sobre nuestro marco de madera y asegurándole con grapas.



Figura 3. 16. Colocación de malla sobre marco.

Fuente: Autor.

- c) El diseño lo pegamos con cinta sobre la malla de nylon tomando en cuenta la posición con sus respectivas medidas.



Figura 3. 17. Diseño sobre malla de nylon.

Fuente: Autor.

- d) Abastecemos con un racle de líquido de emulsión sobre la malla bordeando todo el diseño pegado.



Figura 3. 18. Emulsionado de malla.

Fuente: Autor.

- e) Con la ayuda de una secadora eléctrica hacemos que la emulsión quede secada completamente.

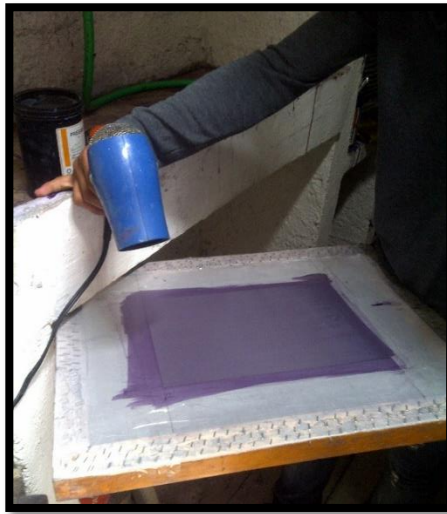


Figura 3. 19. Secado de emulsión.

Fuente: Autor.

- f) En una mesa formada por su base de vidrio y lámparas fluorescentes colocamos la matriz con un peso sobre su diseño y dejamos que por medio de rayos ultravioletas se realice la transferencia de la imagen del acetato hacia la malla de nylon.



Figura 3. 20. Transferencia por lámparas.

Fuente: Autor.

- g) Con leves chorros de agua se desprende la emulsión sobrante que esta sobre el diseño y vamos obteniendo nuestra matriz.



Figura 3. 21. Mojado de matriz para obtener diseño.

Fuente: Autor.

- f) Desprendido toda la emulsión sobrante conseguimos ya nuestra matriz de diseño lista para colocar en la máquina y ser utilizada.

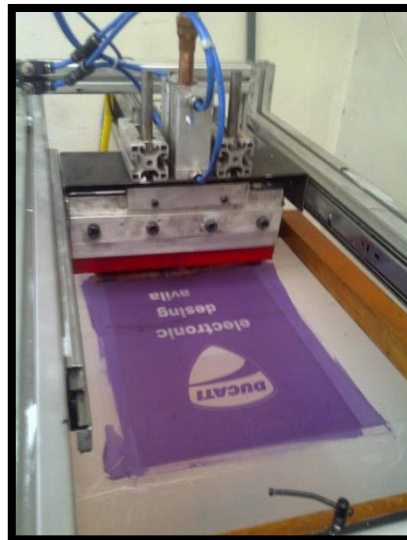


Figura 3. 22. Matriz de diseño lista en la máquina.

Fuente: Autor.

3.4 Diseño del sistema de mesa móvil.

La estructura principal de este sistema es la mesa base, la cual está diseñado de tubo de hierro cuadrado de 50mm x 50mm capaz de soportar el peso de toda la estampadora. Las medidas indicadas por el artesano se describen con la altura de la mesa base con 90cm en relación desde el suelo, largo de mesa 600 mm y ancho de mesa 500mm medidas recomendadas por el artesano por su ergonomía y facilidad de colocación del textil en la mesa móvil.

Al soporte mesa se suelda una base escuadra de platina que soporta el pistón mesa, así también a un par de ejes de apoyo de 25 mm que se acoplan al soporte principal superior, dándole firmeza.

El vástago del pistón mesa se atornilla al soporte de la mesa móvil, que es el encargado de acoplar la mesa móvil con el pistón mesa, logrando un movimiento vertical con el accionamiento del cilindro neumático.

Al instante que se acciona el pistón mesa el vástago empuja a la mesa móvil que contiene al textil a estampar acercándole a la matriz de diseño, luego de cumplir con el proceso el vástago regresa a su posición original y el artesano puede retirar el textil con el diseño impreso.

Las medidas de la mesa móvil son en base en la medida de las camisetas a estampar y relacionado con el tamaño de la matriz de diseño, teniendo una medida de 500 mm de largo por un ancho de 400 mm, y un espesor considerable de 20 mm de madera. Evitando deflexión y la madera no lastima al textil colocado.

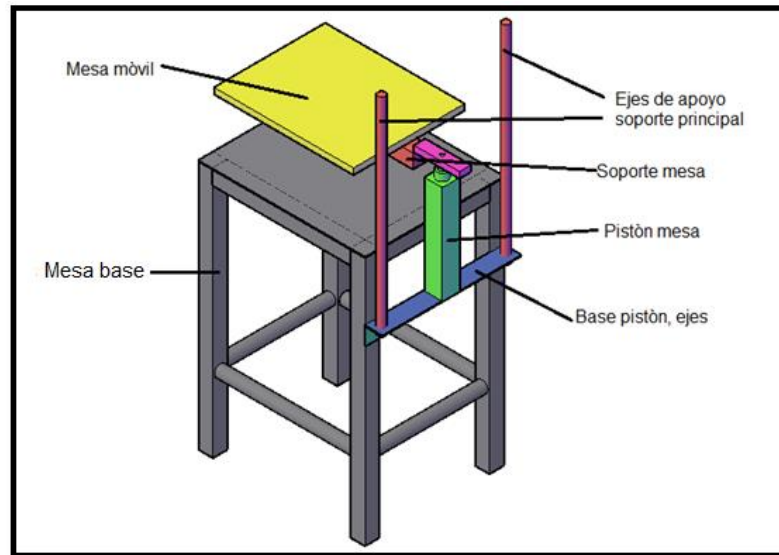


Figura 3. 23. Diseño del sistema mesa móvil.

Fuente: Autor.



Figura 3. 24. Sistema mesa móvil.

Fuente: Autor.

3.5 Esquema del circuito neumático de la estampadora.

Para una visualización del funcionamiento del circuito neumático de la mesa estampadora se presenta todos sus elementos en un esquema detallado a continuación.

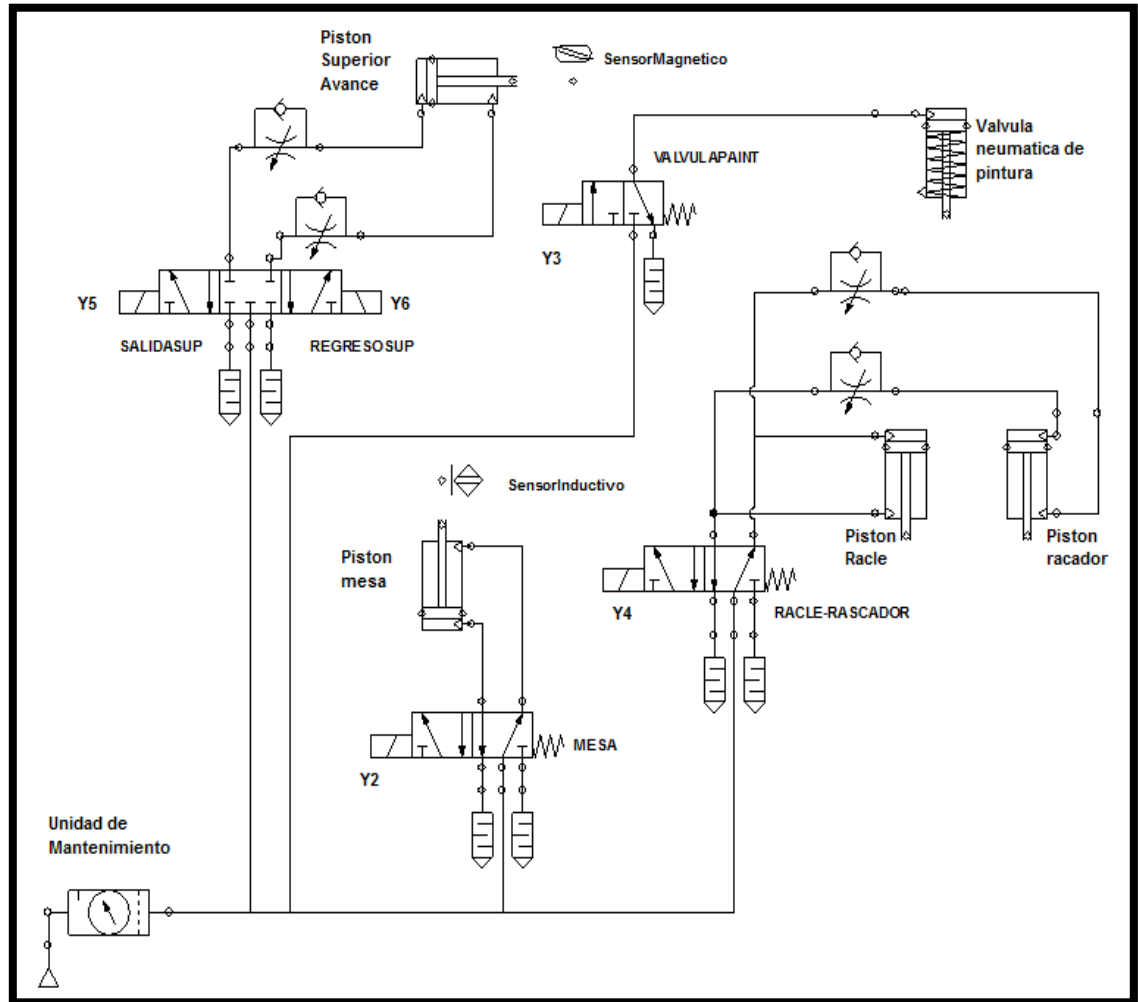


Figura 3. 25. Esquema neumático mesa estampadora.

Fuente: Autor.

En la figura 3.25 tenemos como principal elemento de filtro, regulador de aire y lubricador a la conocida como unidad de mantenimiento, la cual alimenta neumáticamente a 4 partes del circuito, la primera parte va hacia electroválvula Y2 que acciona al cilindro pistón mesa, el que se encarga de acercar la prenda de textil a la matriz de diseño, además este pistón acciona la señal de un sensor inductivo dando orden al PLC de continuar con el proceso de estampado.

Luego de dar la señal inductiva se acciona la segunda parte, alimentando con aire a la electroválvula Y3 que comanda a la válvula de paso neumática, abasteciendo de pintura textil a la matriz de diseño. Al instante que acaba el suministro de pintura entra en funcionamiento la tercera parte que acciona a la electroválvula Y4, la encargada de operar a los dos cilindros pequeños del racle y del rascador, estos están conectados neumáticamente de una manera que cuando uno de los dos están accionado el otro no, denominada conexión en “X”, cada uno de estos cilindros tiene un regulador de caudal para controlar la velocidad de trabajo. La cuarta y última parte abastece de aire a la electroválvula que contiene dos solenoides Y5 y Y6 que maniobra al pistón superior de avance, encargado de mover a los pistones racle y rascador, al momento que el sensor magnético detecta la posición regulada del pistón superior, el PLC hace que el pistón regrese a su posición original, se modifica también su velocidad con 2 reguladores de caudal en el avance y el retroceso. De esta manera termina el funcionamiento del circuito neumático de la mesa estampadora controlada por el PLC.

3.6 Elección de pistones neumáticos.

Para la selección de los pistones neumáticos se utilizara la aplicación on-line de la marca FESTO en la dirección www.festo.com. Ingresamos en la pantalla de productos y seleccionamos el icono de actuadores neumáticos.

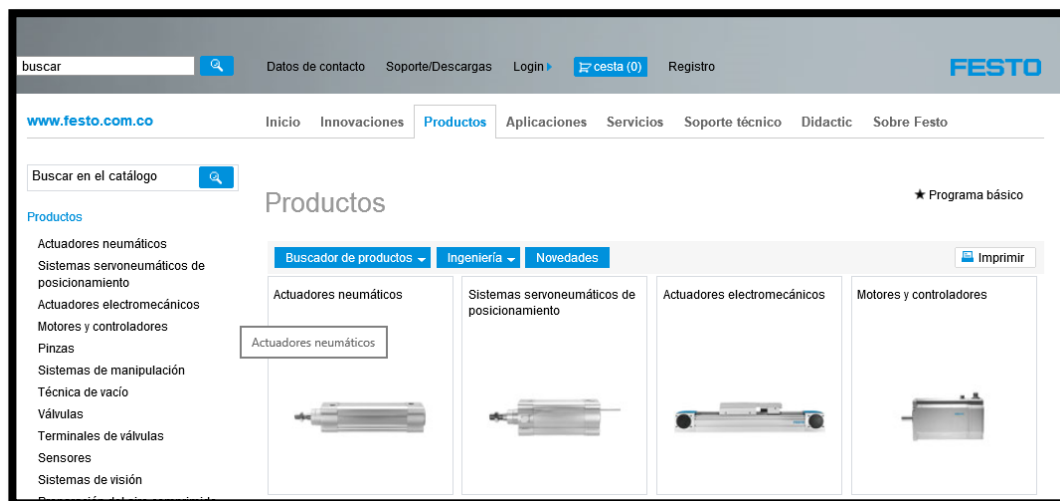


Figura 3. 26. Pantalla de selección de actuadores neumáticos FESTO.

Fuente: Autor.

Elegimos los cilindros con vástago, aplicables para nuestro proceso de estampado. Para ingresar todas las características que necesitamos en cada trabajo de los diferentes pistones, damos clic en “Ingeniería”.



Figura 3. 27. Pantalla de selección de cilindros con vástago.

Fuente: Autor.

Debido a nuestro proceso continuo de estampado, se selecciona pistones de doble efecto que tienen la capacidad de avance y retroceso de su vástago, ya sea para accionar o desactivar un trabajo del proceso de estampado.

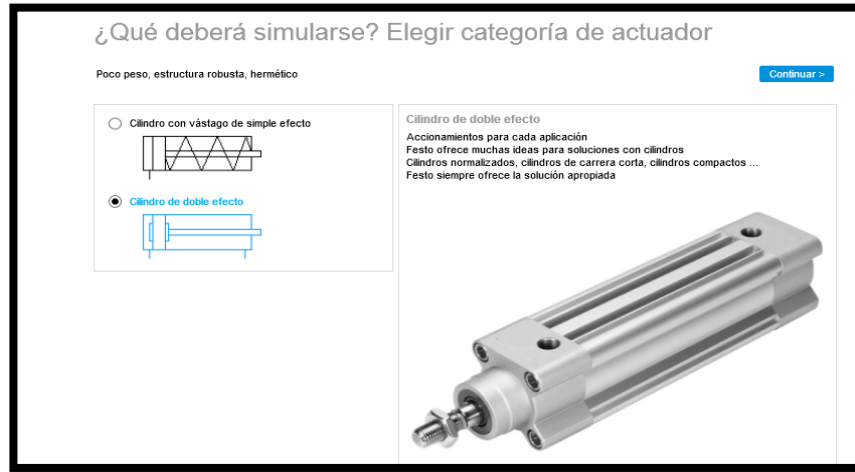


Figura 3. 28. Pantalla de selección de cilindros de doble efecto.

Fuente: Autor.

3.6.1 Elección de pistón mesa.

Para la elección del pistón mesa se considera una distancia considerable entre la mesa de apoyo del textil con la matriz ubicada en el soporte fijo principal. La medida de esta distancia se basa en el espacio de colocación y retiro del textil de la mesa, el cual es de 230 mm, según las medidas que necesita un obrero para este proceso en la maquina estampadora.

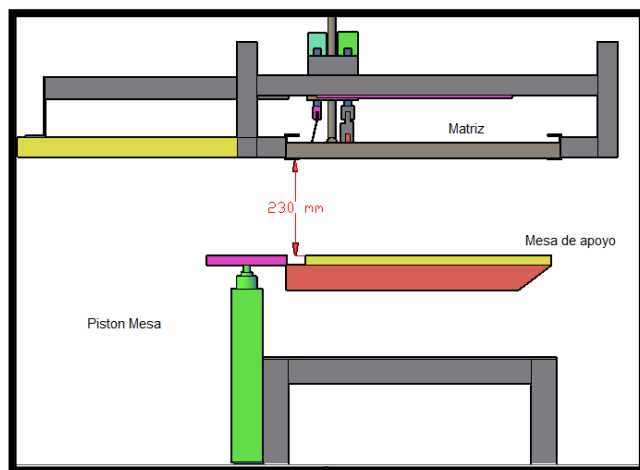


Figura 3. 29. Distancia considerable entre mesa de apoyo y matriz.

Fuente: Autor.

Se considera un tiempo de posicionamiento de 2 segundos, y según el peso de la mesa de apoyo con su soporte de tubo cuadrado de aluminio suma una masa de movimiento de 6 kg. Hacemos clic en continuar.

1. Parámetros del sistema | 2. Selección de los cilindros | 3. Sistema | 4. Simulación | 5. Lista de piezas

Los parámetros del sistema - base para la selección Continuar >

tiempo de posicionamiento esperado: s

quiero alcanzar este tiempo de posicionamiento:

☒ .. Con válvula de estrangulación de retención

Regulación básica del cilindro

Longitud de carrera requerida: mm

Ángulo de instalación: deg

Dirección del movimiento: ☒ extender ☐ retirar

Alimentación de aire comprimido

Presión de funcionamiento: bar

Largo del tubo flexible: m

Equipo de mantenimiento > Válvula: m

Válvula > Cilindro

Regulaciones de la carga

Masa en movimiento: ☒ kg

fuerza de impacto adicional: N

fuerza de fricción adicional: N

Continuar > Cerrar

Figura 3. 30. Pantalla de parámetros del sistema para el pistón mesa.

Fuente: Autor.

En la siguiente pantalla de la simulación se presenta una variedad de cilindros, pero solo se centralizara en el tipo DSBC. De acuerdo a las características necesarias para este proceso se selecciona el tipo DSBC-50-250-PPVA-N3. Con una carrera de 250mm.

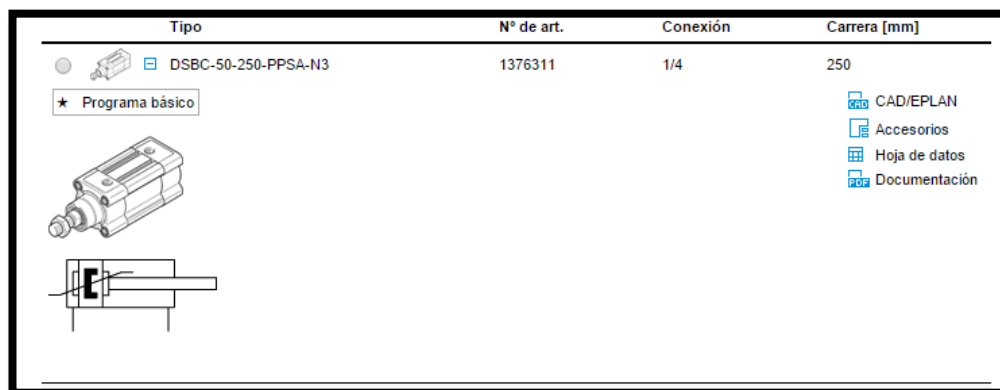


Figura 3. 31. Selección del tipo de pistón mesa.

Fuente: Autor

En el último paso se puede simular el cilindro seleccionado. Se nos presenta valores importantes mostrados en el resultado de simulación.

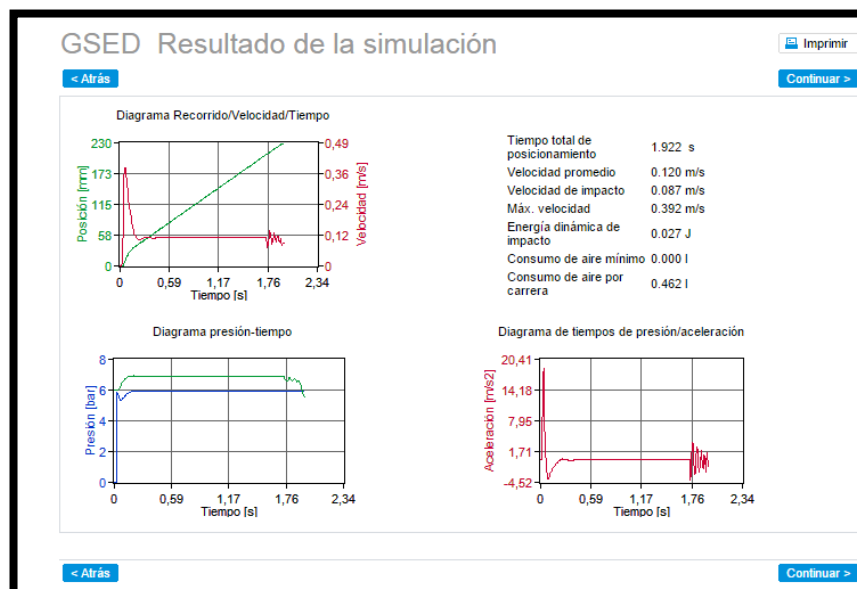


Figura 3. 32. Simulación y resultados del pistón mesa.

Fuente: Autor.

3.6.2 Elección de pistón racle y rascador.

Estos cilindros neumáticos del racle y rascador deben ser de las mismas características, pues se considera por su disposición de trabajo, debido a las medidas de diseño y simetría entre su accionamiento alternado.

Por la labor de dispersión y asentamiento de la pintura sobre la matriz, no se necesita una carrera de vástago alta, se selecciona una medida de 50mm de carrera.

Ingresamos en los parámetros del sistema los datos de tiempo de posicionamiento de 2 segundos, carrera requerida de 50 mm, y una masa en movimiento de 5 kg, debido al peso de los sistemas de racle y rascador.

Figura 3. 33. Pantalla de parámetros del sistema para los cilindros del racle y rascador.

Fuente: Autor.

Al presentarse una gama de cilindros, escogemos el Tipo ADN, tomando en cuenta sus características de trabajo de movimiento sincronizado del racle y rascador seleccionamos el cilindro con serie ADN-20-50-APA.

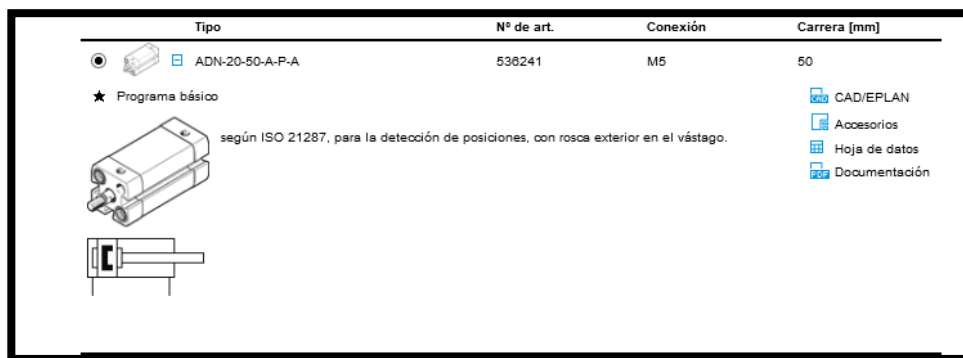


Figura 3. 34. Selección del tipo de pistón racle y rascador.

Fuente: Autor.

Simulamos su trabajo, presentando sus valores de ejecución.

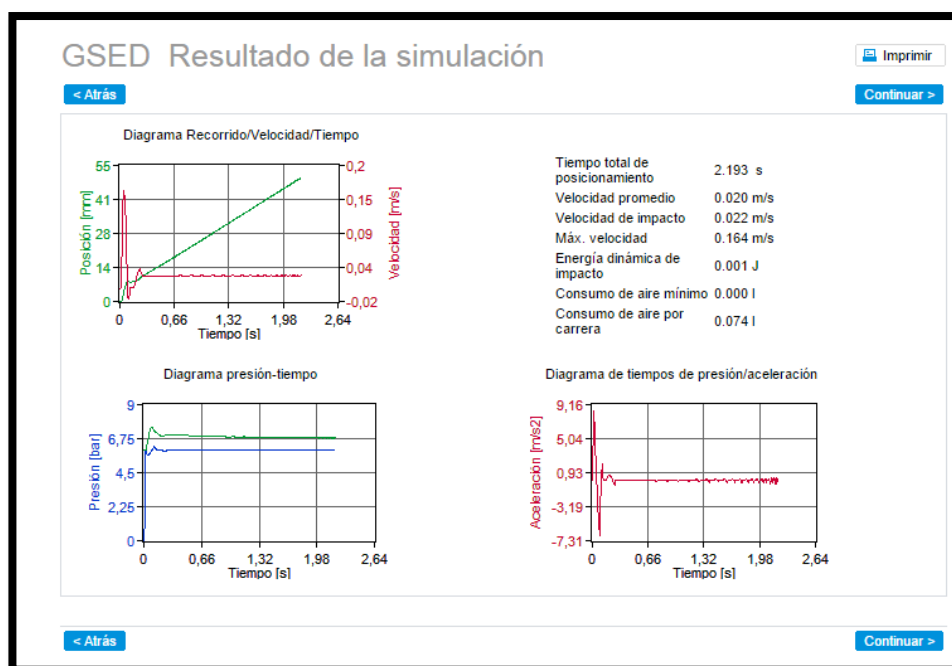


Figura 3. 35. Simulación y resultados del pistón racle y rascador.

Fuente: Autor.

3.6.3 Elección de pistón superior avance.

Para la elección del pistón superior avance se toma en cuenta la carrera del vástago que depende de la medida de la matriz y el elemento sistema de racle y rascador.

Este es el encargado de hacer recorrer el rascador y regresar el racle en el espacio del diseño con medida A4. La medida necesaria es de 390mm.

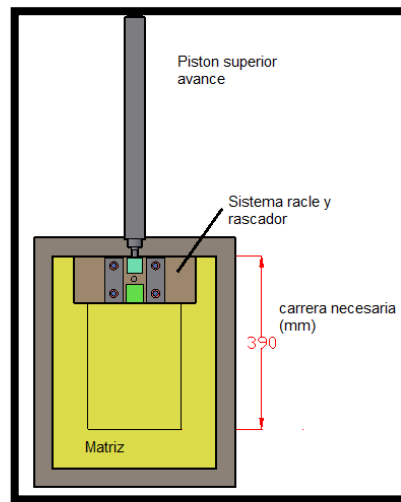


Figura 3. 36. Longitud de carrera requerida para el proceso de estampado.

Fuente: Autor.

El tiempo que se puede considerar es de 2 segundos de accionamiento completo. La masa en movimiento es de 8kg que es del sistema de racle y rascador.

Los parámetros del sistema - base para la selección Continuar >

	tiempo de posicionamiento esperado	quiero alcanzar este tiempo de posicionamiento:	2 s
	☒ ... Con válvula de estrangulación de retención		
	Regulación básica del cilindro	Longitud de carrera requerida	390 mm
	Ángulo de instalación	0 deg	
Alimentación de aire comprimido	Dirección del movimiento	☒ extender ☐ retirar	
	Presión de funcionamiento	6 bar	
Regulaciones de la carga	Largo del tubo flexible	Equipo de mantenimiento	1 m
		> Válvula	1 m
		Válvula > Cilindro	
	Masa en movimiento	8 kg	
	fuerza de impacto adicional	0 N	
	fuerza de fricción adicional	0 N	

Continuar >

Figura 3. 37. Pantalla de parámetros del sistema para el pistón superior avance.

Fuente: Autor.

Se selecciona el tipo de pistón DNC, por razones de tolerancias se escoge el pistón con carrera de 400mm, así también con la característica de detección de posición con sensor magnético que nos permitirá tener una regulación de su accionamiento. Se decidió por el tipo DNC-32-400-PPV-A.

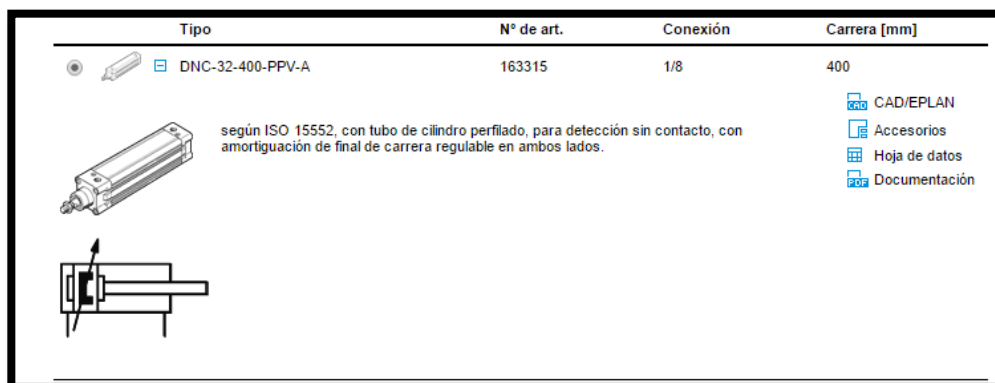


Figura 3. 38. Selección del tipo de pistón superior avance

Fuente: Autor.

Simulamos el pistón seleccionado representando a continuación sus parámetros.

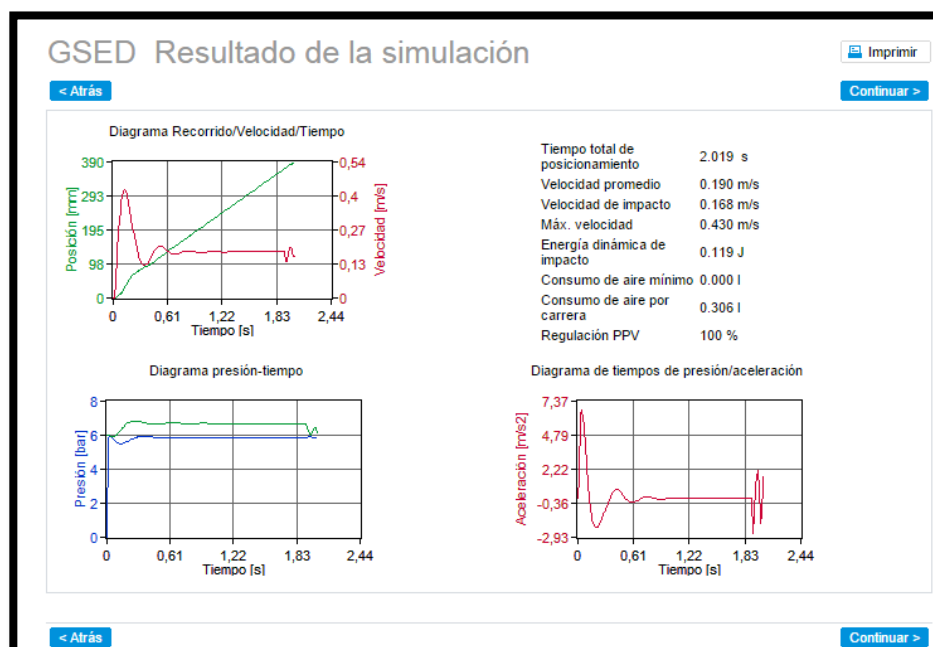


Figura 3. 39. Simulación y resultados del pistón superior avance.

Fuente: Autor.

3.6.4 Elección de válvula de paso de pintura.

Esta válvula será la encargada de abrir o cerrar el paso del líquido, por medio de un pistón interior, el cual es la pintura de estampado plastisol. Tomamos en cuenta la válvula de asiento inclinado de ($\frac{1}{2}$ “) o llamadas también válvulas de pistón. En su interior tiene un tapón de material teflón que en su vida útil es más larga, pues soporta el paso de diferentes líquidos sin permitir corrosión del material.



Figura 3. 40. Válvula de asiento inclinado de $\frac{1}{2}$ “.

Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=valvula+de+asiento+inclinado&>

3.7 Elección de electroválvulas de accionamiento neumático.

Para el control de los pistones seleccionados se demanda electroválvulas para el sistema electro-neumático.

3.7.1 Elección de electroválvula para accionamiento de pistón mesa.

Para la elección del accionador para el pistón mesa consideramos el tipo de fluido que va ser de aire, de material de acero inoxidable por la cantidad de agua que contiene el fluido, su característica técnica debe ser de 5 vías 2 posiciones una solenoide, la conexión de su orificio es de $\frac{1}{4}$ “de acuerdo a la conexión neumática del pistón mesa.

La máxima presión de trabajo que puede soportar la electroválvula debe ser de 12 bares por la presión de funcionamiento máxima del pistón mesa según su hoja técnica. El mando de control seleccionamos un eléctrico que es de solenoide con un voltaje de accionamiento de 110 VAC, con un grado de protección IP65.

“De acuerdo con todas estas especificaciones técnicas se selecciona en el catálogo de Air TAC, la electroválvula con código 4V210-08-AC110V.” (AirTac - Valves Catalog - National Pneumatic)

3.7.2 Elección de electroválvula para accionamiento de pistón racle.

En la elección de la electroválvula consideramos las mismas características del pistón mesa de 5 vías 2 posiciones una solenoide, la conexión de su orificio es de $\frac{1}{4}$ “, la máxima presión de trabajo de 12 bares que está dentro del límite del pistón racle y rascador que es 10 bares, según su hoja técnica. El mando de solenoide con un voltaje 110 VAC, con un grado de protección IP65.

Se selecciona en el catálogo de Air TAC, la electroválvula con código 4V210-08-AC110V.

3.7.3 Elección de electroválvula para accionamiento de pistón superior

Para la elección de la electroválvula del pistón superior de avance discurrimos a su proceso de accionamiento, el cual según a la dimensión del grafico ayude a la detención intermedia del actuador en cualquier posición. Consideramos una electroválvula 5 vías 3 posiciones con doble solenoide con centro cerrado, cual incluye una posición central adicional para mencionado proceso. La longitud de su orificio es de $\frac{1}{4}$ “igual a la conexión del pistón superior avance, la presión de trabajo máxima de 12 bares como la del pistón superior de avance, solenoide de 110V con protección IP 65.

Escogemos en el catálogo de Air Tac el código de electroválvula 4V230C-08-110V.

3.7.4 Elección de electroválvula para accionamiento de válvula pintura

Para el accionamiento de la válvula de asiento inclinado se debe tomar en cuenta una electroválvula con 3 vías 2 posiciones normalmente cerradas que nos permite cerrar o abrir el paso de líquido (pintura de plastisol), en la válvula de pistón. La dimensión de su orificio es de $\frac{1}{4}$ “igual a la entrada neumática de la válvula de asiento inclinado, máxima presión de 12 bares de funcionamiento, 110VAC, protección IP65.

Según los tipos de electroválvulas del catálogo Air TAC, tenemos la electroválvula con código 3V210-08-NC-AC110V.

3.8 Elección de unidad de mantenimiento.

La unidad técnica de mantenimiento debe tener la posibilidad de un ajustar el aire a los elementos neumáticos. El conjunto de esta unidad técnica consta de filtro de aire, regulador de presión y lubricador. De acuerdo a la presión de funcionamiento de los elementos, optamos por la unidad de mantenimiento de Air TAC con código AFC 2000, que consta un filtro con regulador de presión AFR 2000 y una lubricador AL 2000, con dimensión de conexión de $\frac{1}{4}$ “de acuerdo a los elementos neumáticos, un ajuste de presión de 20 psi a 130 psi, un filtro de 40 micras, y un drenaje semi-automático.

3.9 Elección de unidad de generación de energía neumática.

Para el funcionamiento de nuestra mesa estampadora conformada por los diferentes elementos neumáticos debemos abastecer de energía con un compresor de aire, el cual elegimos con de acuerdo a la sumatoria de los diferentes caudales requeridos de los 4 pistones neumáticos y la válvula de asiento inclinado.

Para el cálculo de caudal de nuestro sistema neumático utilizaremos la plataforma on-line de FESTO en la dirección on-line www.festo.com, entramos en la pantalla de productos, luego hacemos clic en Ingeniería y seleccionamos Consumo de aire.

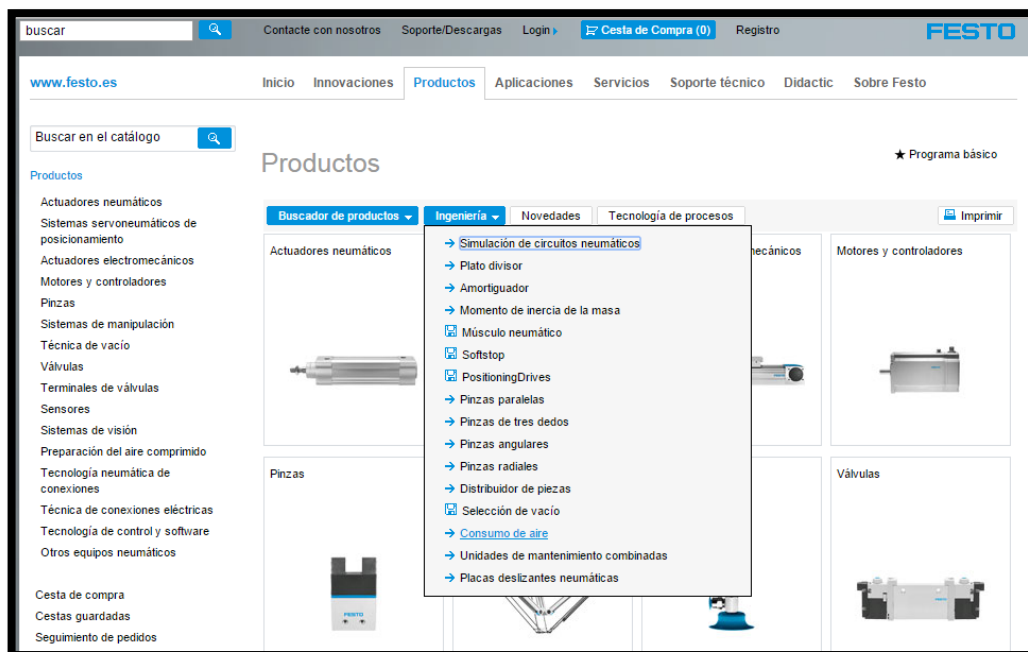


Figura 3. 41. Pantalla de selección de aplicación de Consumo de aire.

Fuente: Autor.

En la siguiente pantalla ingresamos las características de cada uno de los actuadores neumáticos.

Primero comenzamos con el pistón mesa, un cilindro de doble efecto, carrera de 250mm, diámetro de vástago de 20mm y 6 ciclos de trabajo por minuto. La alimentación de aire se la realiza con la manguera de 6mm y una distancia aproximada de 1 metro.

Consumo de aire de los cilindros			
Modo de funcionamiento	☒ de doble efecto		Número de ciclos
			6 1/min
Tamaño	50 mm	Carrera/Longitud	250 mm
NOTA: Usando el diámetro estimado de vástago de 20 mm.			
☐ Ahorro de energía Activar ahorro de energía: diferenciación entre carrera de trabajo y carrera de retroceso			
Diámetro interior del tubo	6 mm	Largo	1 m

Figura 3. 42. Pantalla de ingreso de datos del cilindro pistón mesa.

Fuente: Autor.

El segundo y tercer ingreso es de los pistones racle y rascador, son cilindros de doble efecto, carrera de 50mm, diámetro de vástago de 10mm con 12 ciclos de trabajo por minuto. La alimentación de aire con manguera de 6mm y una longitud de 1 metro. Se repite estos datos una vez más por la razón que son 2 pistones de igual características.

Consumo de aire de los cilindros

Modo de funcionamiento: **8 de doble efecto** 

Número de ciclos: 12 1/min

Tamaño: 25 mm

Carrera/Longitud: 50 mm

NOTA: Usando el diámetro estimado de vástago de 10 mm.

☐ Ahorro de energía Activar ahorro de energía: diferenciación entre carrera de trabajo y carrera de retroceso

Diámetro interior del tubo: 6 mm

Largo: 1 m

Figura 3. 43. Pantalla de ingreso de datos de los pistones racle y rascador.

Fuente: Autor.

Como cuarto dato tenemos el pistón superior de avance de doble efecto con una carrera de 400mm, diámetro del vástago de 12mm, 8 ciclos de trabajo por minuto, e igual dimensión de manguera como los anteriores.

Consumo de aire de los cilindros

Modo de funcionamiento: **8 de doble efecto** 

Número de ciclos: 8 1/min

Tamaño: 32 mm

Carrera/Longitud: 400 mm

NOTA: Usando el diámetro estimado de vástago de 12 mm.

☐ Ahorro de energía Activar ahorro de energía: diferenciación entre carrera de trabajo y carrera de retroceso

Diámetro interior del tubo: 6 mm

Largo: 1 m

Figura 3. 44. Pantalla de ingreso de datos del pistón superior de avance.

Fuente: Autor.

El último registro corresponde a la válvula de asiento inclinado, con una estructura interna de un pistón de simple efecto, tamaño de 10mm, carrera de 30mm, con 60 ciclos por minuto y su alimentación neumática con manguera de 6mm con una extensión de 1 metro.

Consumo de aire de los cilindros			
Modo de funcionamiento	8: simple efecto, empujar		Número de ciclos
			60 1/min
Tamaño	10 mm	Carrera/Longitud	30 mm
☐ Ahorro de energía Activar ahorro de energía: diferenciación entre carrera de trabajo y carrera de retroceso			
Diámetro interior del tubo	6 mm	Largo	1 m

Figura 3. 45. Pantalla de ingreso de datos de la válvula de asiento inclinado.

Fuente: Autor.

Todos los datos ingresados se refleja en la tabla siguiente, por cada cilindro elegido se representa su consumo de aire con sus respectivas mangueras de conexión (tubo flexible). Tenemos una utilización de presión de trabajo de 6 bares, con 8 horas de trabajo diarias.

Borrar tabla

Imprimir

Agregar

Cilindros elegidos y su consumo de aire

Modo de Op.	Tamaño [mm]	Carrera/Longitud [mm]	Presión	Número de ciclos [1/min]	Consumo de aire	
					por Ciclo[l]	por Minuto[l]
 de doble efecto	50	250	6.0	6	6.3225	37.9347
 Tubo flexible	6	1000	6.0	6	0.1696	1.0179
 Tubo flexible	6	1000	6.0	6	0.1696	1.0179
 de doble efecto	25	50	6.0	12	0.3161	3.7935
 Tubo flexible	6	1000	6.0	12	0.1696	2.0358
 Tubo flexible	6	1000	6.0	12	0.1696	2.0358
 de doble efecto	25	50	6.0	12	0.3161	3.7935
 Tubo flexible	6	1000	6.0	12	0.1696	2.0358
 Tubo flexible	6	1000	6.0	12	0.1696	2.0358
 de doble efecto	32	400	6.0	8	4.1871	33.4969
 Tubo flexible	6	1000	6.0	8	0.1696	1.3572
 Tubo flexible	6	1000	6.0	8	0.1696	1.3572
 simple efecto, tirar	10	30	6.0	60	0.0139	0.8313
 Tubo flexible	6	1000	6.0	60	0.1696	10.1788

Utilización

Presión de trabajo

6

▲

▼

bar

Horas de trabajo por día

8

▲

▼

h

Días laborales al año

200

▲

▼

d

Consumo de aire

por Minuto

0.103

m³

por día

49.402

m³

Por año

9880.485

m³

Costos energéticos

Moneda

Precio

0

/m³

↻

por día

0.00

NOTA: Los valores determinados de consumo de aire de esta forma son solo valores de guía. Particularmente con elevadas velocidades de ciclo, las cámaras presurizadas no son completamente vaciadas, lo que significa que el consumo de aire real puede ser sig

Figura 3. 46. Tabla de cilindros elegidos y su consumo de aire.

Fuente: Autor.

En el sistema de mesa estampadora con sus actuadores neumáticos nos genera un consumo de aire de $0.103 \frac{m^3}{min}$ que es igual a un caudal de 3.64 cfm (*pies cubicos por minuto*). Con este valor, podemos ocupar un compresor de 2HP de pistón para el funcionamiento de la máquina. Este compresor producirá 7.1 cfm a una presión de 6 bares. Teniendo un factor de seguridad aproximado de dos, dándonos un correcto funcionamiento. De esto se concluye que el compresor se encenderá aproximadamente cada 5 minutos.

3.10 Diseño y construcción de banda transportadora de secado.

Este elemento de banda tendrá la función determinada de transportar y secar la pintura plastisol, que forma el diseño estampado en el textil. Los elementos que conformar la banda transportadora son:

- Estructura principal de banda.
- Banda.

- Sistema de transmisión de movimiento.
- Motoreductor, acoples.
- Sistema de secado.
- Ventilador y extractor.



Figura 3. 47. Banda transportadora.

Fuente: Autor.

3.10.1 Diseño de estructura principal de banda transportadora.

El material estructural apoyo se seleccionó perfiles en “C” de 15cm de medida, capaz de soportar el peso de la cabina de secado, rodillos, motoreductor, banda de lona y ventilador.

La longitud total de largo es de 2mts, esta fue basada en el espacio de cargado del textil a la banda de 50cm, largo de la cabina de secado de 1m y el espacio de retiro del textil al final de 50cm.

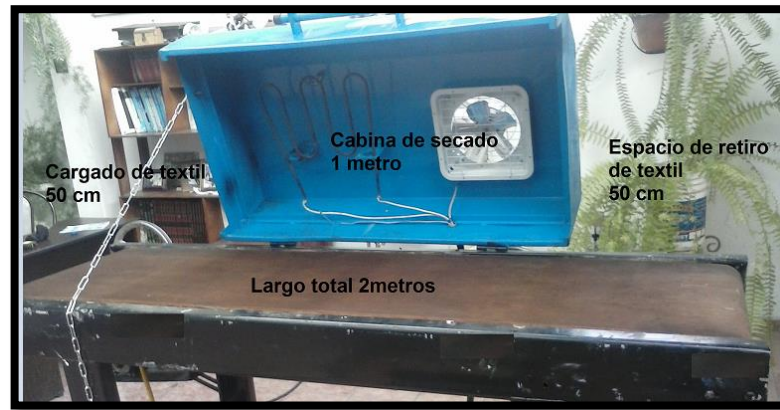


Figura 3. 48. Distribución de medidas de longitud de banda de secado.

Fuente: Autor.

La altura desde el piso es de 95cm, de acuerdo a una correcta ergonomía del artesano. El ancho de la maquina es de 67cm, que está relacionado con el ancho promedio de una camiseta.



Figura 3. 49. Ancho de banda transportadora.

Fuente: Autor.

3.10.2 Selección de banda transportadora.

Para la selección de la banda transportadora del textil para el proceso de secado se tomó en cuenta como principal parámetro de clasificación la temperatura que debe soportar la misma. Según la indicación del artesano fluctúa una temperatura máxima de 140°C. De acuerdo a esta recomendación se escogió una banda de material de lona que está formada por diversos tejidos de nylon para una correcta sujeción del elemento transportado, así también en su alma tiene una capa de caucho que ayuda a su flexibilidad. Además, esta banda de lona tiene buena resistencia a las roturas y humedad.

La medida de la banda transportadora depende directamente del largo y ancho de la estructura principal. Las medidas son:

- Largo= 4,05 metros.
- Ancho= 0,57cm

La medida de su largo está basada en su forma para el transporte del textil, la cual es el largo total de la estructura de la banda transportadora x 2. Para unir y formar un solo elemento a la banda, se ocupa grapas de unión de correas de material acero inoxidable, estas grapas se las encuentra en diferentes medidas en el mercado, que viene directamente ligado al espesor de la banda transportadora.

El espesor de nuestra banda es de 6mm, y según la siguiente representación gráfica:

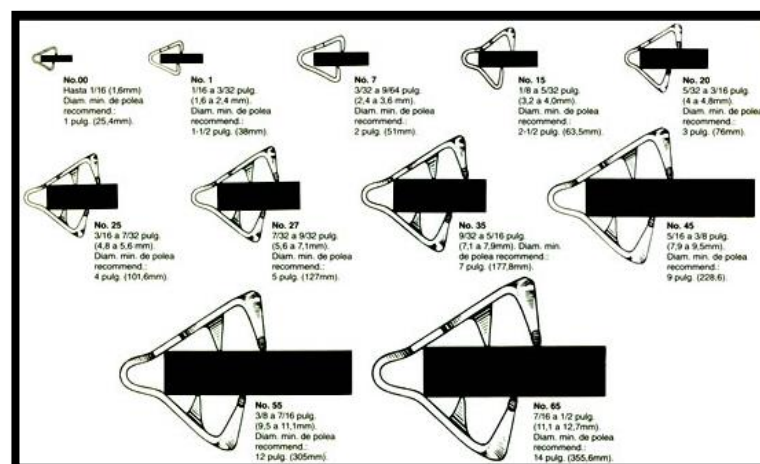


Figura 3. 50. Numero de grapa dependiendo del espesor de banda transportadora.

Fuente: <http://www.comercioindustrial.net/productos.php?id=grap1&mt=grapas>

Para nuestro espesor ocupamos la grapa N°27, según lo especificado. La unión se lo realizo con la ayuda mecánica de herramientas como playo, martillo, desarmadores, etc.

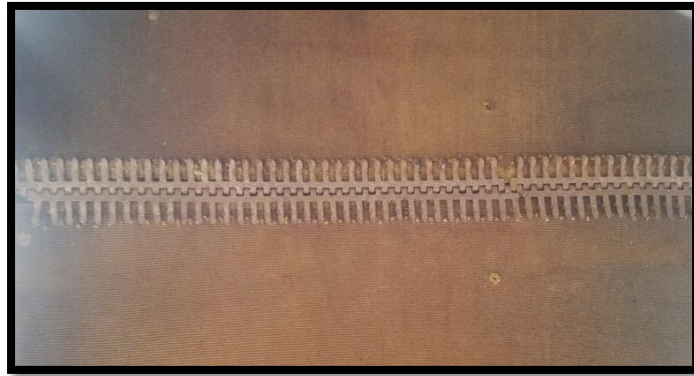


Figura 3. 51. Unión de los extremos de la banda con grapa n° 27.

Fuente: Autor.

3.11 Selección de sistemas de transmisión y movimiento.

Para ayudar a la banda a realizar el movimiento lineal del textil a transportar, se coloca a los extremos de la estructura banda transportadora 2 rodillos de acero inoxidable. Las medidas de cada uno de estos rodillos es de:

- Largo= 57cm (igual al ancho de la banda de lona).
- Diámetro= 10cm (simétrico a la estructura banda transportadora)



Figura 3. 52. Rodillo de acero inoxidable.

Fuente: Autor.

Para el movimiento circular de estos rodillos a los ejes de los mismos se colocan 2 rodamientos con soporte, para el acople con la estructura banda.



Figura 3. 53. Rodamiento con soporte.

Fuente: <http://www.dinamica.net/repositori/documents/productes/es/soportes.pdf>

La medida de cada eje de cada rodillo es de 25mm, en base a esta medida donde según catalogo se escoge rodamientos UFC205.



Figura 3. 54. Acople rodillo con rodamiento con soporte.

Fuente Autor.

3.12 Selección de motoreductor.

Se escoge un motoreductor eléctrico, el cual es el encargado de ejecutar automáticamente el funcionamiento de la banda transportadora de secado. Este elemento automatizado va ser comandado por el PLC, según su proceso en ese instante.

3.12.1 Cálculo matemático de potencia de motoreductor.

Para este cálculo matemático se debe tomar en cuenta todos los parámetros de movimiento que forman parte de la banda transportadora, los cuales van a ser direccionados por el motoreductor.

Comenzamos con el cálculo de inercia para el cilindro hueco, la fórmula es:

$$Inercia = \frac{masa}{8} (diámetro exterior^2 + diámetro interior^2)$$

Para el cálculo de inercia debemos encontrar la masa del cilindro, hallando primero el volumen:

$$Volumen cilindro = \frac{\pi}{4} (diámetro exterior^2 - diámetro interior^2) \times longitud$$

$$Volumen = \frac{\pi}{4} (100^2 - 97^2) 570$$

$$Volumen de cilindro = 2,65 \times 10^{-4} m^3$$

$$masa = Volumen \times \rho$$

$$\rho = densidad de acero = 7850 \frac{kg}{m^3}$$

$$masa = (2,65 \times 10^{-4} m^3) \times 7850 \frac{kg}{m^3}$$

$$masa de cilindro = 2,08 kg$$

Despejamos el dato de la masa encontrada en la fórmula de inercia:

$$inercia de cilindro = \frac{2,08 kg}{8} (0,1m^2 + 0,097m^2) = 5,04 \times 10^{-3} kg.m^3$$

Manejándonos con una velocidad angular de:

$$\omega = 80 \frac{rev}{min} = 8,37 \frac{rad}{seg}$$

Calculamos la aceleración angular de nuestros rodillos partiendo según la fórmula:

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

Como la velocidad angular parte de reposo tenemos:

$$\omega_0 = 0$$

Con un tiempo $t = 0,5$ s

Despejando aceleración angular:

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{8,37 \frac{rad}{seg}}{0,5 seg} = 16,74 \frac{rad}{s^2}$$

Aplicamos la fórmula de torque:

$$\tau = I \times \alpha = \text{inercia} \times \text{aceleración angular}$$

$$\tau = 5,04 \times 10^{-3} (16,74) = 0,084 Nm$$

Como tenemos dos rodillos el torque que necesitamos para moverlos es:

$$\tau \text{ de rodillos} = 0,084 Nm \times 2 = 0,1687 Nm$$

Por ultimo para encontrar la potencia requerida para mover los rodillos tenemos la expresión:

$$Potencia (Kw) = \frac{Torque (Nm) \times Rotacion (rpm)}{9550} = \frac{\tau \cdot \omega}{9550}$$

$$P = \frac{0,1687 (Nm) \times 80 (rpm)}{9550} = 0,00141 Kw = 0,002 HP$$

Siguiendo el mismo procedimiento ahora calculamos la potencia requerida que necesitamos para mover la banda de lona con el peso de camisetas.

Para calcular la inercia de la banda ocupamos la fórmula de inercia de una placa rectangular con las medidas de la banda:

$$Inercia\ banda = \frac{masa}{12} \cdot (longitud^2 + ancho^2)$$

El peso de la banda es de 19,23 libra, a este valor le sumamos 1 libra de peso de camiseta dándonos total de 21 libras redondeadas que es igual a 9,53 Kg. Después de estos pesos interpretados despejamos en la fórmula de inercia de la banda:

$$Inercia\ banda = \frac{9,53\ kg}{12} (0,57^2 + 4,05^2) = 13,28\ kg\ m^2$$

Deduciendo las unidades de la fórmula de torque:

$$\tau = N \cdot m = \frac{kg\ m^2}{s^2}$$

$$\tau\ mover\ banda\ de\ lona = \frac{13,28kg\ m^2}{0,5s^2} = 53,14\ Nm$$

Posteriormente despejamos la fórmula de potencia:

$$Potencia\ (Kw) = \frac{\tau \cdot \omega}{9550} = \frac{53,14Nm \times 80\ rpm}{9559} = 0,445\ Kw = 0,6052HP$$

Sumamos la potencia requerida por los rodillos más la potencia requerida por la banda de lona, el cual donde nos da un valor de

$$\mathbf{P\ total= 0, 6072\ HP}$$

De acuerdo al coste en el mercado de motoredutores (motor eléctrico con caja reductora) se escogió un equipo eléctrico con las siguientes características, y tomando en cuenta lo calculado:

- Motor eléctrico marca: LAFERT
- Voltaje de alimentación 110V / 220V
- Velocidad de motor 1715 rpm
- Potencia ¾ HP



Figura 3. 55. Placa de datos de motor eléctrico.

Fuente: Autor.

Este motor eléctrico va conectado de fábrica a una caja reductora de engranajes con una relación de transmisión $i=40$. La cual según la fórmula:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{velocidad de engranaje de entrada rpm}}{\text{velocidad de engranaje de salida rpm}} = 40$$

Despejamos $n_2=$

$$n_2 = \frac{1715 \text{ rpm}}{40} = 42,8 \text{ rpm}$$

La caja reductora nos entrega una velocidad de salida de 42,8 rpm.



Figura 3. 56. Placa de datos de caja reductora.

Fuente: Autor.

De acuerdo a la velocidad en revoluciones por minuto de la caja reductora que entrega, se pudo verificar su velocidad un valor alto a lo deseado, debido a esta elucidación se debe reducir la velocidad que debe percibir el eje conducido del rodillo de la banda transportadora. Se requiere una velocidad entregada a la máquina de al menos un 40% menos de lo entregado por el motoreductor.

Para esta solución se implementa al sistema una polea motriz, polea conducida y una correa. Las medidas de los elementos son:

- Diámetro polea motriz = 3" = 7,62 cm
- Diámetro polea conducida = 5" = 12,7 cm
- Correa serie AX-47

Al eje conducido del rodillo de la banda transportadora de secado, su velocidad en rpm será:

$$n_2 = \frac{\text{rpm de motreductor} \times \text{diametro de polea motriz}}{\text{diametro de polea conducida}}$$

$$n_2 = \frac{42,8 \text{ rpm} \times 7,62 \text{ cm}}{12,7 \text{ cm}} = 25,7 \text{ rpm}$$

Deduciendo que la velocidad en rpm que se moverá la banda transportadora será de:

Velocidad teórica de banda transportadora= 25,7 rpm



Figura 3. 57. Técnica de reducción de velocidad por poleas.

Fuente: Autor.

3.13 Selección de sistema de secado.

Dentro del sistema de secado de nuestra cabina, para alcanzar una temperatura requerida, se utiliza una niquelina eléctrica de 120 VAC, y Potencia= 1500 W. La cual nos entrega según los cálculos:

$$E = P \times t$$

Siendo:

E = energía entregada de la niquelina en Julios

t = tiempo de encendido de la niquelina en segundos

$$E = 1500 \text{ W} \times 60 \text{ seg}$$

$$E = 90000 \text{ Julios}$$



Figura 3. 58. Niquelina eléctrica usada en el sistema de secado.

Fuente: Autor.

Para realizar la regulación de temperatura del ambiente de la cabina de secado, se acoplo un ventilador eléctrico, el cual va trabajar al momento que el textil pase por debajo del mismo por unos segundos de prendido, según la necesidad del operador. De esta manera ayuda al secado del estampado sobre el textil.



Figura 3. 59. Ventilador eléctrico acoplado en el sistema de secado.

Fuente: Autor.

CAPÍTULO 4

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE FIRMWARE.

4.1 Introducción.

En este capítulo describiremos los bloques de instrucciones de la maquina automatizada de serigrafía compuesta por su mesa, transportador y tablero de control automático. Implementaremos circuitos eléctricos y electrónicos que serán conectados a un PLC (Programmable Logic Controller), el cual recibirá las señales de diferentes sensores, así también desde un HMI (human interface machine), para poder realizar todos los procesos deseados en la maquina automatizada por medio de sus actuadores eléctricos y neumáticos. Para el control automatizado de la maquina necesitamos requerimientos de sensores para el control de la misma.

4.2 Control de mesa móvil.

Para controlar el accionamiento de la mesa móvil que conlleva el textil a estampar hasta el cuadro donde se encuentra la matriz de diseño. Se hace uso de un sensor inductivo, capaz de detectar la posición de la mesa

4.2.1 Características de sensor inductivo de mesa móvil.



Figura 4. 1 Sensor inductivo AUTONICS

Fuente: Autor.

- ✓ **Serie:** PR18-5DN
- ✓ **Distancia de Sensibilidad:** 5mm
- ✓ **Voltaje de operación:** 12 A 24 VDC
- ✓ **Tipo:** Cilíndrico.
- ✓ **Diámetro de cabeza:** 18 mm
- ✓ **NPN:** Normalmente abierto, con indicador led de funcionamiento.

4.3 Control de pistón superior de avance y retroceso.

El pistón superior de avance y retroceso, el cual es el encargado de mover al sistema de racle y rascador a lo largo de la matriz de diseño, será captado su posición por un sensor magnético montado en su carcasa. Dando la señal al controlador lógico programable, y así este último proporcionará la orden de funcionamiento según la secuencia a los pistones racle y rascador.

4.3.1 Características de sensor magnético.



Figura 4. 2. Sensor magnético FESTO.

Fuente: Autor.

- ✓ **Serie:** SME-8M-DS-24V-K2,5

- ✓ **Voltaje de operación:** 24VDC.
- ✓ **N/O:** Normalmente abierto.
- ✓ **3W:** 3 cables de conexión.
- ✓ **Largo de cable:** 2,5 metros.
- ✓ **Máxima corriente de salida:** 80mA.

4.4 Control de banda transportadora.

Para dar el inicio a la marcha de la banda transportadora, que es desplazada con la ayuda del motoreductor eléctrico y sus componentes mecánicos, se crea un automatismo con la acción de un sensor fotoeléctrico, en el que este detecta la presencia del textil ya estampado en la banda de lona para luego dar una señal al PLC y proceda con la sucesión de encendido del motoreductor.

4.4.1 Características de sensor fotoeléctrico.



Figura 4. 3. Sensor fotoeléctrico AUTONICS.

Fuente: Autor.

- ✓ **Serie:** BMS-300-DDT.
- ✓ **Tipo:** Difuso reflectivo.
- ✓ **Distancia de detección:** 300 mm ajustable.
- ✓ **Voltaje de alimentación:** 12 a 24 VDC
- ✓ Led infrarrojo.
- ✓ **Distancia de cable:** 2 metros.

- ✓ Led indicador de accionamiento.

4.5 Control de temperatura horno de secado.

El horno se maneja con una temperatura testada por el operador en el Human machine interface (HMI), y este a su vez dar la orden al PLC (controlador programable), para mandar a prender la niquelina que genera energía térmica.

Un sensor PT 100 estará interpretando el valor de la variable que defina a la temperatura, dando la señal al PLC, y este controlarla según la temperatura deseada al horno de secado.

El sensor seleccionado es una termocupla tipo K que puede soportar de hasta los 370 grados centígrados a dos hilos.

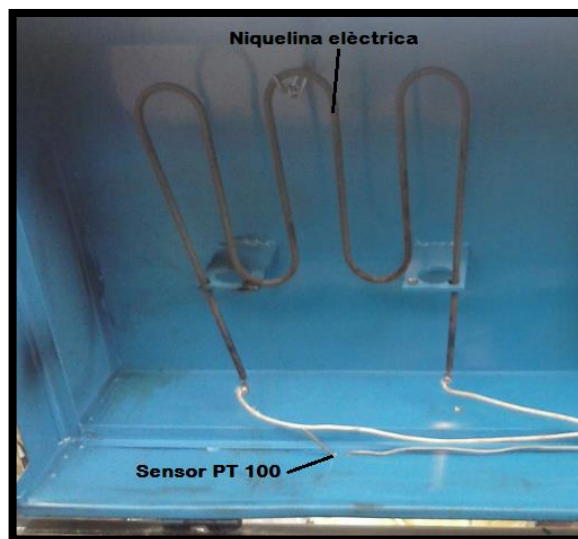


Figura 4. 4. Sensor PT 100.

Fuente: Autor.

Para la adquisición de datos desde el sensor de temperatura PT 100 al controlador lógico programable se debe conectar un módulo de tarjeta de expansión que interpreta los valores de temperatura obtenidos por el sensor hacia el PLC.

4.5.1 Características de módulo de expansión de temperatura.

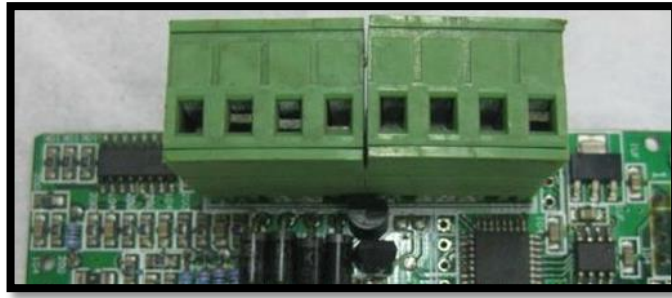


Figura 4. 5. Módulo de expansión de temperatura XINJE.

Fuente: Autor.

- ✓ **Serie:** XC-2AD2PT-BD
- ✓ **Precisión:** 14 bits de entradas analógicas.
- ✓ **Señal de entrada analógica:** Resistor de platino PT 100 2 líneas.
- ✓ **Temperatura de testeo:** -100 a 350 °C
- ✓ **Valor de salida PID:** 0 – K4096

4.6 Diseño circuito de control eléctrico y electrónico.

Para este esquema del circuito control se debe considerar todas las conexiones de entrada y salida que deben ser ubicadas en el PLC. El PLC trabajara con todas las protecciones eléctricas en las salidas con sus actuadores, y así también sus alimentaciones correctas de funcionabilidad.

El mando es automático desde el HMI (human machine interface) que da la orden de control al PLC, así también si existiese alguna falla exterior nos manejaremos con paros de emergencia e interruptor principal.

Se forma la necesidad de tener 3 entradas de sensores al PLC, y 8 salidas para los actuadores de la máquina, así también un tipo de conexión de módulo y panel HMI al PLC.

4.6.1 Esquema de circuito de control de entradas al PLC.

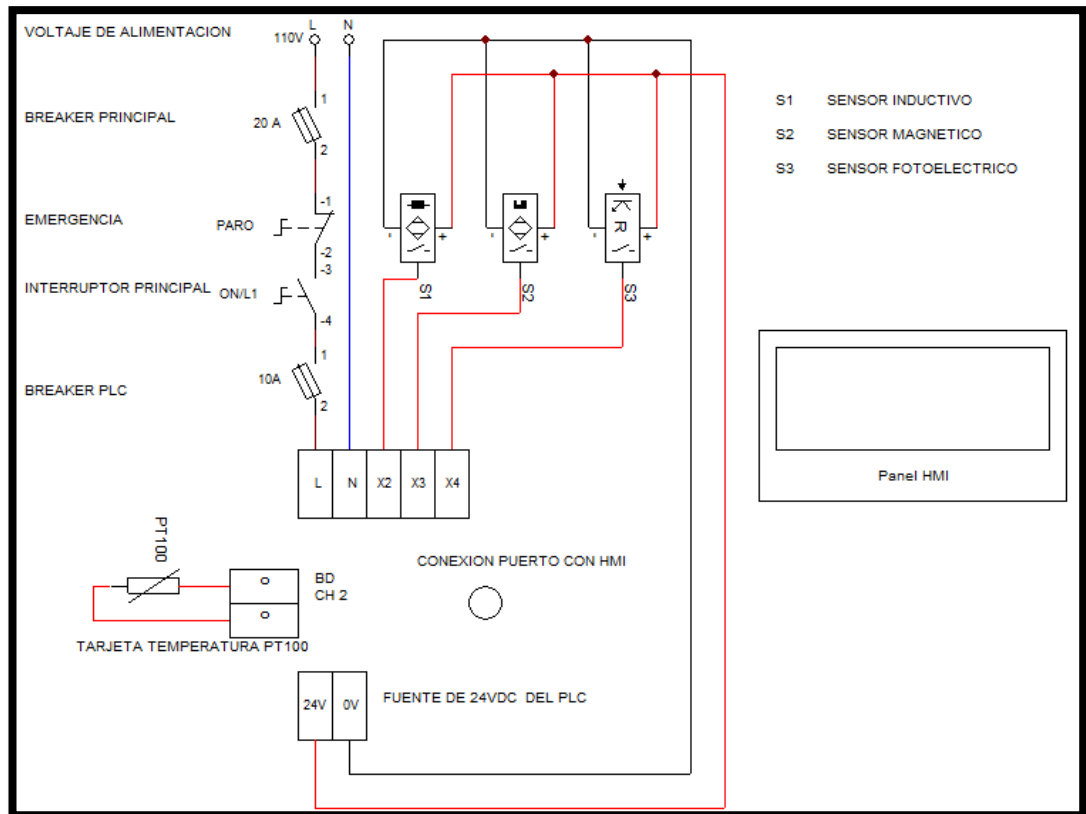


Figura 4. 6. Esquema de circuito de entradas a PLC.

Fuente: Autor.

- ✓ **Alimentación general:** 110 VCA, protegido con un breaker de 20 amperios.
- ✓ **Paro:** Botón de emergencia.
- ✓ **On / L1:** Interruptor principal encendido PLC.
- ✓ **10 A:** breaker de protección de sobrecarga al PLC.
- ✓ **X2:** S1 Sensor Inductivo.
- ✓ **X3:** S2 Sensor magnético.
- ✓ **X4:** S3 Sensor fotoeléctrico.
- ✓ **BD CH2:** Conexión de PT 100 por el canal 2 a la tarjeta de temperatura adaptada al PLC.
- ✓ **24 V:** Fuente de alimentación del PLC a los sensores.

4.6.2 Esquema de circuito de control de salidas del PLC.

Tomando en consideración las protecciones del PLC por el tema de manejo de corrientes eléctricas se conecta relés complementarios a las salidas del mismo. Las salidas hacia el motoreductor y ventilador se realizaran directamente a las bobinas de sus contactores de accionamiento.

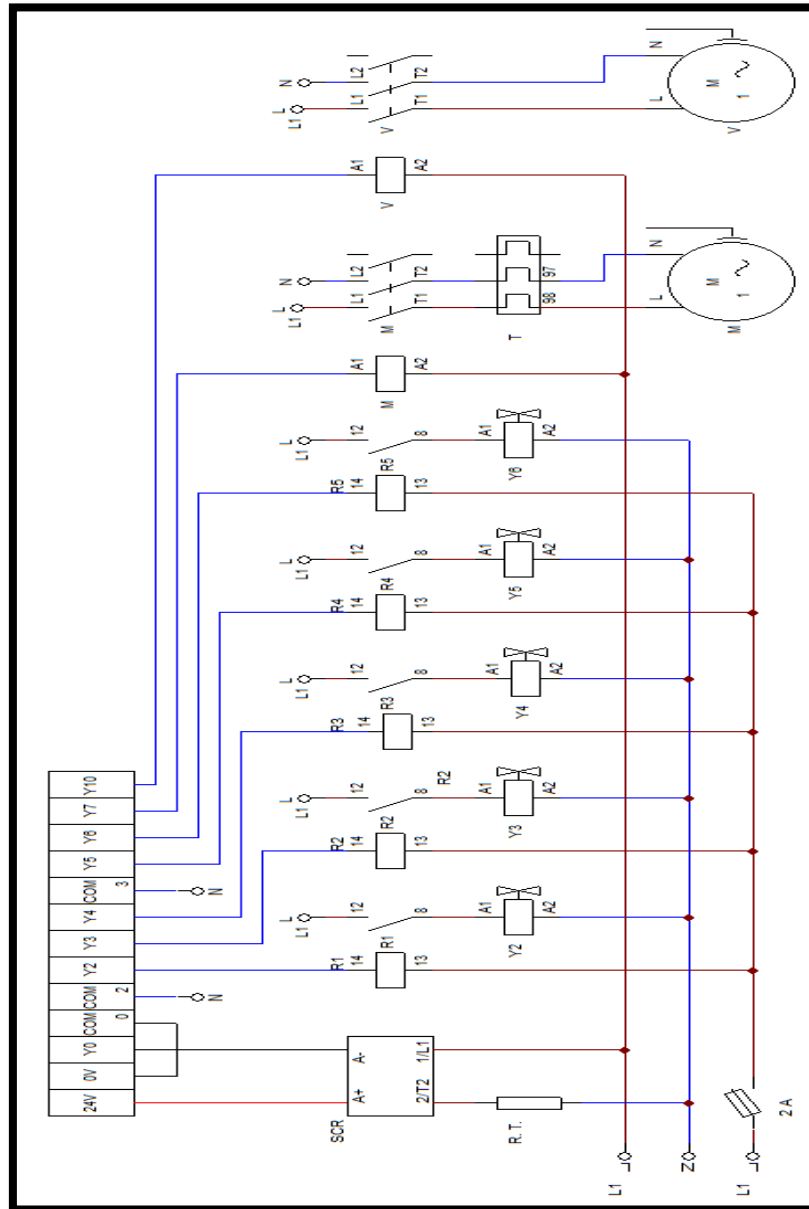


Figura 4. 7. Esquema del circuito de salidas del PLC.

Fuente: Autor.

Las salidas del PLC estarán distribuidas de la siguiente manera:

- ✓ **Y0:** Conexión a niquelina eléctrica por medio de un relé de estado sólido SCR.
- ✓ **COM 0:** Conexión del borne de 0VDC del PLC, para alimentación de control del relé de estado sólido.
- ✓ **COM2, COM3:** Alimentación con 110 VAC, para control de relés auxiliares de electroválvulas y contactores.
- ✓ **Y2:** Relé auxiliar R1 para accionamiento electroválvula Y2 (pistón mesa).
- ✓ **Y3:** Relé auxiliar R2 para accionamiento electroválvula Y3 (válvula de paso de pintura).
- ✓ **Y4:** Relé auxiliar R3 para accionamiento electroválvula Y4 (pistón racle y pistón rascador).
- ✓ **Y5:** Relé auxiliar R4 para accionamiento electroválvula Y5 (pistón superior avance).
- ✓ **Y6:** Relé auxiliar R5 para accionamiento electroválvula Y5 (pistón superior avance).
- ✓ **Y7:** Contactor Motor (M) conectado a un térmico (T), para control de motoreductor.
- ✓ **Y10:** Contactor (V) control de ventilador.
- ✓ **2A:** Protección con un breaker de 2 amperios para las bobinas de los relés auxiliares.

4.7 Elección de elementos eléctricos y electrónicos de control.

4.7.1 Controlador Lógico Programable.



Figura 4. 8. PLC Xinje.

Fuente: Autor.

- ✓ **Voltaje de alimentación:** 110 VAC.
- ✓ **Voltaje de salida:** 24 VDC.
- ✓ **Puerto COM 1 :** RS-232, esté conectado con el ordenador central o HMI para programar o eliminar errores
- ✓ **Puerto COM 2:** RS-485/RS-232, red o conectan con el instrumento, el inversor, el etc. Inteligentes
- ✓ **Puerto COM 3:** Puerto de comunicación extensional de BD temperatura.
- ✓ **Puntos de entrada:** 14
- ✓ **Puntos de salida:** 10 (de transistor y relés)
- ✓ **Interior relay (M):** M0~M2999 【M3000~M7999】
- ✓ **Timer (T):**
 - T0~ T199 : 100ms accumulation
 - T200~ T399 : 10ms accumulation
 - T400~ T599 : 1ms accumulation
- ✓ **Counter (C):** C0~ C634 : high-speed counter.

- ✓ **Data register (D):** D0~D3999
- ✓ **FlashROM Register (FD):** FD0~FD1535

4.7.2 Pantalla HMI.



Figura 4. 9. Pantalla Touch Win TH 465 - MT.

Fuente: Autor.

- ✓ **Serie:** TH -465-MT
- ✓ **LCD Size:** 4,3"
- ✓ **Resolution (pixel):** 480*272
- ✓ **PLC port:** RS232/485/42 2
- ✓ **Download way:** USB-B
- ✓ **Touch panel:** 4-wire resistance mode.
- ✓ **Screen:** 8MB
- ✓ **Input voltaje:** DC24V (Range: DC22V-DC26V).

4.7.3 Relés auxiliares.



Figura 4. 10. Relé auxiliar CHINT

Fuente: Autor.

- ✓ **Serie:** JZX-22F
- ✓ **Alimentación:** 127 VCA
- ✓ **Numero de pines :** 14
- ✓ **Corriente máxima:** 3 amperios.

4.7.4 Relé de estado sólido.



Figura 4. 11. Relé de estado sólido AUTONICS.

Fuente: Autor.

Se hace uso de un relé de estado sólido debido a la necesidad de aislamiento y conmutación sin rebotes ni ruido de la salida del PLC para el accionamiento de la niquelina eléctrica, por la confiabilidad en la protección contra el calor al usar cerámica en su construcción interna del relé.

Características:

- ✓ **Control phase:** 1 fase.
- ✓ **Input Voltage:** 4 - 30VDC.
- ✓ **Load Voltage:** 24 – 240 VAC.
- ✓ **Rate load current:** 40 amperios.
- ✓ **Led de accionamiento verde.**

4.7.5 Contactor y térmico para motoreductor.



Figura 4. 12. Contactor y térmico comando para motoreductor CHINT.

Fuente: Autor.

Características contactor motoreductor:

- ✓ **Corriente de carga:** 12 amperios.
- ✓ **Contacto auxiliar:** 1 N/O
- ✓ **Voltaje de Bobina:** 110 VAC.
- ✓ **3 contactos principales.**

Características térmico motoreductor:

- ✓ **Corriente nominal:** 5.5 amperios – 8 amperios.
- ✓ **Ajustable.**
- ✓ **Botón de paro y restablecer.**
- ✓ **Conexión N/O :** 2 (98 , 97)
- ✓ **Conexión N/C:** 2 (96 , 95)

4.7.6 Contactor para ventilador.

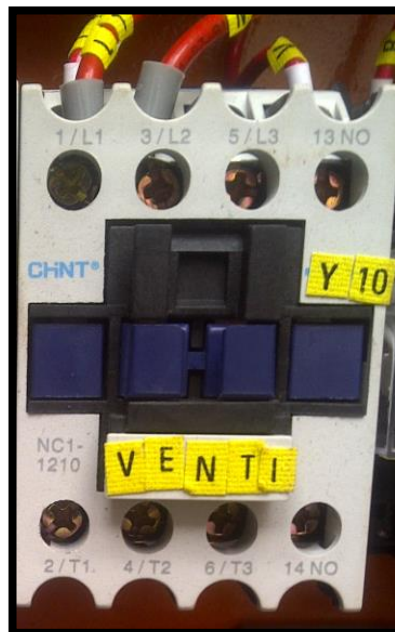


Figura 4. 13. Contactor para ventilador marca CHINT.

Fuente: Autor.

- ✓ **Corriente de carga:** 12 amperios.
- ✓ **Contacto auxiliar:** 1 N/O
- ✓ **Voltaje de Bobina:** 110 VAC.
- ✓ **3 contactos principales.**

4.8 Diseño de programación en el PLC

El diseño del programa se lo realiza en el software proporcionado por la casa de fabricación del Controlador denominado XCP pro. Este software nos permitirá crear todas las instrucciones del proceso de funcionamiento de la máquina con base a sus comandos de programación en forma ladder.

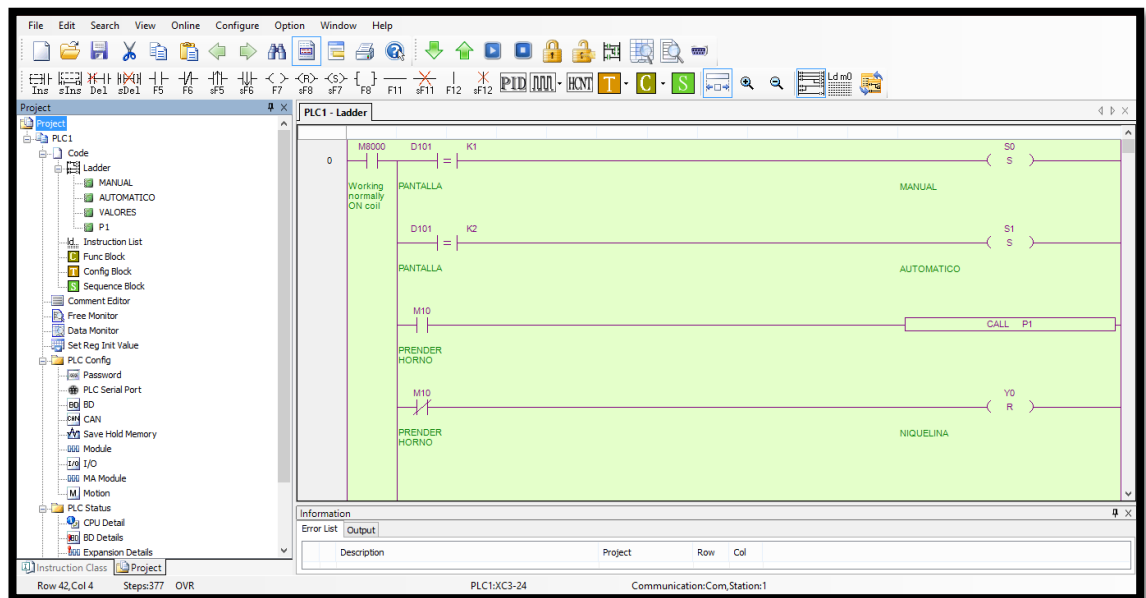


Figura 4. 14. Pantalla de programación en XCP pro.

Fuente: Autor.

4.8.1 Secuencia del programa en su actuación.

a) Ingresar datos. (P0)

- ✓ Temperatura deseada. (FD11)
- ✓ Tiempo de paro en el horno. (FD12)
- ✓ Numero de camisetas a estampar. (FD13)

- ✓ Cantidad de pintura. (FD14)
- ✓ Guardar valores (M2).
- ✓ Prender horno niquelina (M10)
- ✓ Call (P1)
- ✓ Adquisición de datos de la pt100 por medio de la tarjeta BD.
- ✓ Encendido o apagado de niquelina, Y0, PID.
- ✓ Paro general (M70).

b) Selección de modo Manual (D101 = 1)

- ✓ Call S0
- ✓ M3 activa » Y7 motoreductor.
- ✓ M4 activa » Y10 ventilador.
- ✓ M5 activa » Y2 pistón mesa
- ✓ M6 activa » Y3 válvula pintura
- ✓ M7 activa » Y4 pistón racle y rascador
- ✓ M8 activa » Y5 pistón superior avance
- ✓ X3 sensor magnético desactiva » Y5 pistón superior avance
- ✓ M9 activa » Y6 pistón superior retroceso.
- ✓ Paro general (M70).

c) Selección de modo automático (D101 = 2).

- ✓ Call S1
- ✓ M5 » Inicio pistón mesa Y2
- ✓ X2 Sensor inductivo activa » Y3 válvula de pintura.
- ✓ Temporizador de abastecimiento de pintura.
- ✓ Accionamiento racle Y4 con pistón superior de avance Y5.
- ✓ X3 sensor magnético desactiva Y5, Y4.
- ✓ Y6 pistón superior retroceso temporizado.

Banda transportadora:

- ✓ X4 sensor fotoeléctrico activa motoreductor Y7.
- ✓ Temporizador de accionamiento banda hasta debajo de niquelina.
- ✓ Temporizador de espera de textil debajo de niquelina.
- ✓ Temporizador de accionamiento de banda hasta el final.

- ✓ Encendido de ventilador Y10.
- ✓ X4 sensor activa a contador de camisetas C1.
- ✓ M56 alarma de camisetas completas.
- ✓ M59 reset contador de camisetas.
- ✓ Paro general (M70).

4.8.2 Establecimiento del programa en el software XCP pro.

a) Ingreso de variables al PLC.

Las variables son ingresadas a registros FD del FLASH ROOM del PLC, las cuales se les aplica transformaciones de unidades para su posterior uso guardándolas en los registros de datos. (P0)

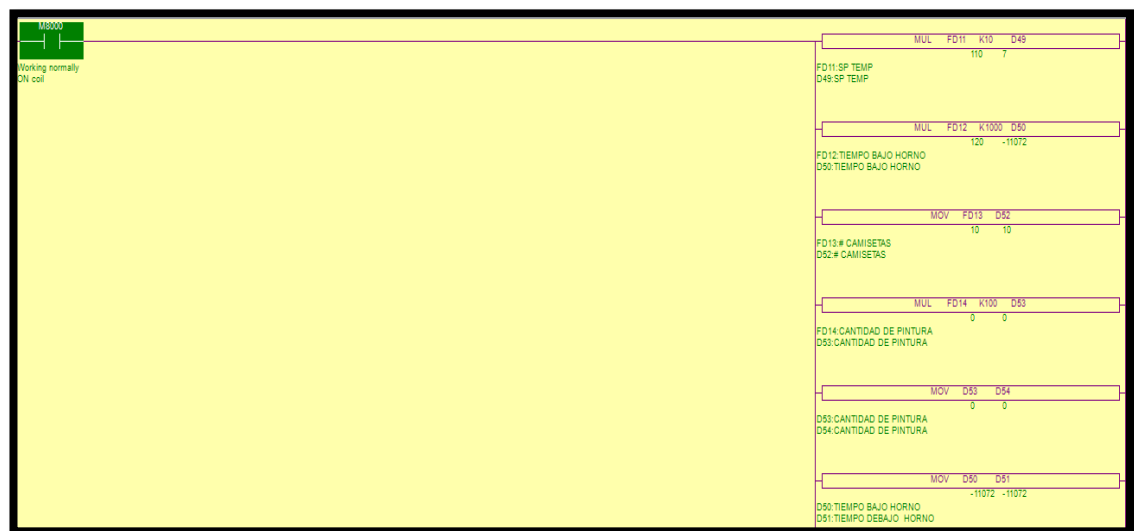


Figura 4. 15. Pantalla de programación ingreso de variables.

Fuente: Autor.

Tabla 4. 1. Nemotécnicos de variables en el PLC.

Nemotécnico	Denominación
FD11	Variable de temperatura.

FD12	Variable tiempo debajo del horno.
FD13	Variable número de camisetas.
FD14	Variable cantidad de pintura.
D49	Temperatura en °C.
D50,51	Tiempo bajo el horno en segundos.
D52	Cantidad de camisetas.
D53,54	Tiempo de caída de pintura.

4.8.3 Control de temperatura PID en el software del PLC.

“El sistema PID se define por combinar las acciones (Proporciona, Integral y Derivativo) descrito en el siguiente gráfico y algoritmo de control:

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] = P + I + D$$

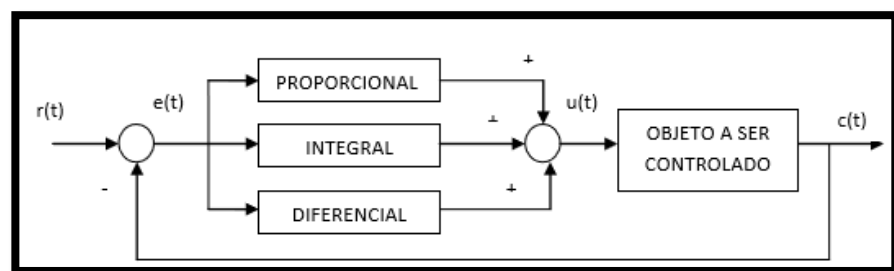


Figura 4. 16. Diagrama de control PID.

Fuente: <http://www.lra.unileon.es/es/book/export/html/>

Acción proporcional (P): es la acción que produce una señal proporcional a la desviación de la salida del proceso respecto al punto de consigna.

Acción integral (I): es la acción que produce una señal de control proporcional al tiempo que la salida del proceso ha sido diferente del punto de consigna.

Acción derivativa (D): es la acción que produce una señal de control proporcional a la velocidad con que la salida del proceso está cambiando respecto del punto de consigna.

Constante de tiempo integral (Ti): es el tiempo, generalmente expresado en minutos, que debe transcurrir para que la acción integral alcance (iguale o repita) a la acción proporcional.

Constante de tiempo derivativa (Td): es el intervalo de tiempo, generalmente expresado en minutos, en el que la acción derivativa adelanta a la acción proporcional.

Cada acción de control tiene una respuesta característica:

- ✓ La acción proporcional varía instantáneamente con el error y alcanza un valor estacionario cuando lo alcanza éste.
- ✓ La acción integral tiene en cuenta la historia pasada del error y se anula cuando se hace cero.
- ✓ La acción derivativa predice los cambios en el error y se anula cuando alcanza un valor estacionario.” (Controlador PID. En línea)

“De acuerdo a especificaciones favorecidas por la casa fabricante del PLC y la tarjeta BD de adquisición de datos de temperatura. Nos proporciona datos de las variables para el sistema PID, así también un ejemplo de la programación de control PID, los cuales se describen:

Tabla 4. 2. Variables para el control PID

Constante	Valor propuesto
KP	30
KI	5
KD	500
DIFF	150

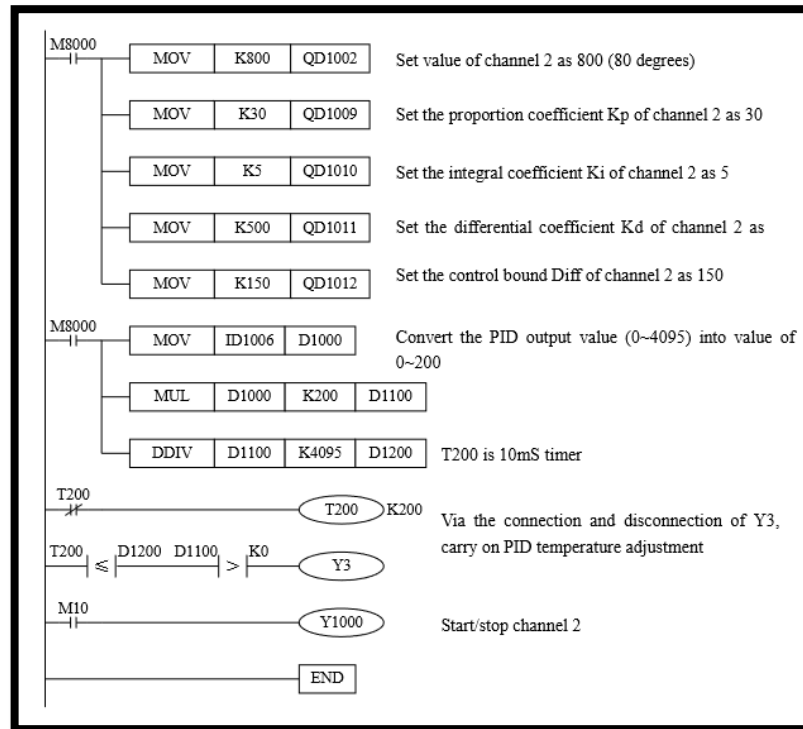


Figura 4. 17. Ejemplo de control de temperatura PID.

Fuente: XC series BD board for special functions. Operate Manual. XINJE Electronic.

El sensor PT 100 va conectado al canal numero 2 de la tarjeta BD de adquisicion de datos en el PLC, presentado en el siguiente esquema:

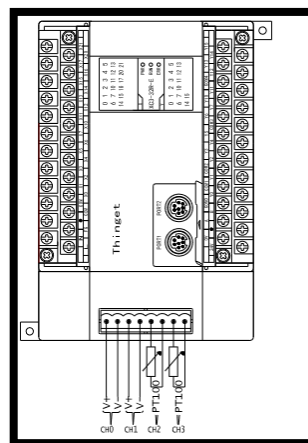


Figura 4. 18. Conexión de sensor Pt100 a CH2

Fuente: XC series BD board for special functions. Operate Manual. XINJE Electronic.

En efecto de la conexión del sensor de temperatura, se debe seguir la distribución de entradas en la programación PID, donde a cada una se enviara directamente al registro del PLC.” (XC series BD board for special functions)

Channel's ID	AD signal/temperature	PID output value	The set data/temperature	Kp	Ki	Kd	Diff	Death	start/stop
0CH	ID1000	ID1004	QD1000	QD1004	QD1005	QD1006	QD1007	QD1008	Y1000
1CH	ID1001	ID1005	QD1001						Y1001
2CH	ID1002	ID1006	QD1002	QD1009	QD1010	QD1011	QD1012	-	Y1002
3CH	ID1003	ID1007	QD1003						Y1003

Figura 4. 19. Distribución de registros de tarjeta BD

Fuente: XC series BD board for special functions. Operate Manual. XINJE Electronic.

Para nuestro control PID de la máquina de serigrafía se sigue las recomendaciones de la casa fabricante XINJE en sus valores y registros de adquisición de datos.

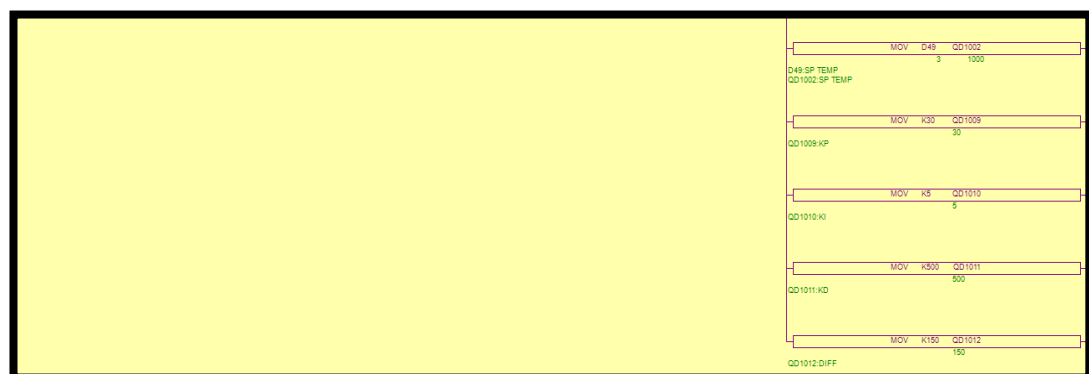


Figura 4. 20. Constantes de proporcionalidad control PID en el PLC

Fuente: Autor.

Tabla 4. 3. Nemotécnicos de constantes de control PID.

Nemotécnico	Denominación
QD1002	Set point temperatura ingresado.

QD1009	Constante de proporcionalidad.
QD1010	Constante integral.
QD1011	Constante derivativa.
QD1012	Constante diferencial.

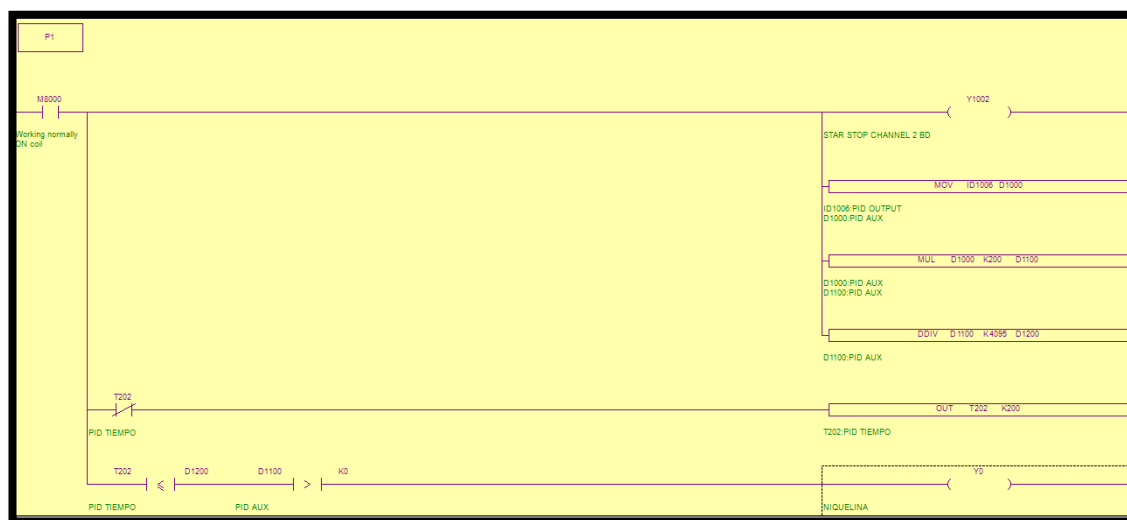


Figura 4. 21. Programa de control de temperatura PID.

Fuente: Autor.

Tabla 4. 4. Nemotécnicos de programa PID.

Nemotécnico	Denominación
Y1002	Star / stop chanel 2.
ID1006	PID output value
D1000, 1100	PID auxiliar
T202	PID tiempo

Y0	Niquelina
----	-----------

b) Inicio de cadena en condición manual o automática.

El registro de datos D101 será el encargado de interpretar el modo de accionamiento de la máquina preferido por el operador, siendo:

- ✓ D101 = 1 (modo manual).
- ✓ D101= 2 (modo automático).

Llamando a sus rutinas “S0” y “S1” respectivamente.

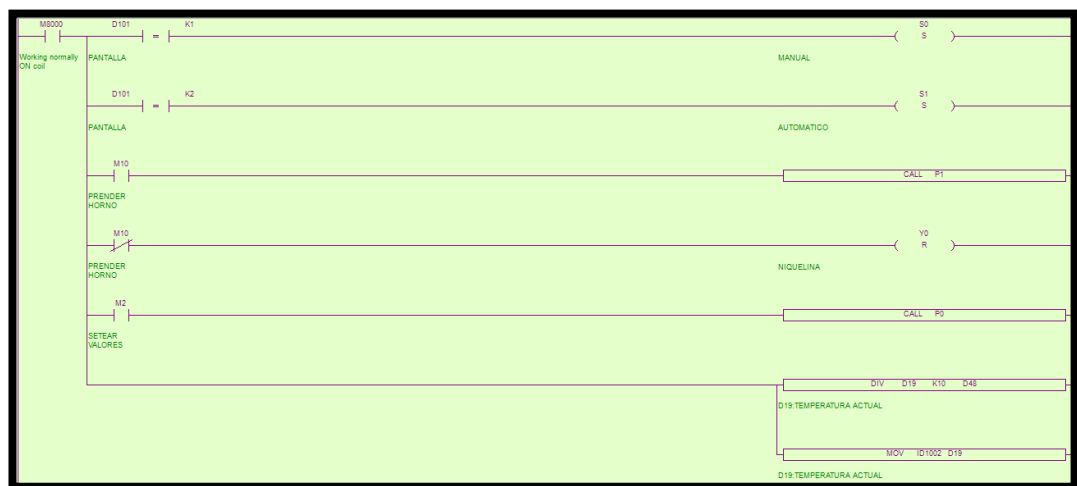


Figura 4. 22. Inicio de cadena de programa en selección de modo.

Fuente: Autor.

Tabla 4. 5. Nemotécnicos inicio de programa.

Nemotécnico	Denominación
M8000	Working normally ON coil
D101	Registro de selección.
S0	Modo manual.

S1	Modo automático.
M10	Encender horno niquelina. Ir a P1
M2	Ingresar valores. Ir a P0
ID1002	AD signal / temperatura.
D48	Valor de temperatura actual.

c) Cadena en condición manual.

- ✓ M3 activa » Y7 motoreductor.
- ✓ M4 activa » Y10 ventilador.
- ✓ M5 activa » Y2 pistón mesa.
- ✓ M6 activa » Y3 válvula pintura.
- ✓ M7 activa » Y4 pistón racle y rascador.



Figura 4. 23. Cadena de programa en modo manual.

Fuente: Autor.

- ✓ M8 activa » Y5 pistón superior avance
- ✓ X3 sensor magnético desactiva » Y5 pistón superior avance
- ✓ M9 activa » Y6 pistón superior retroceso.

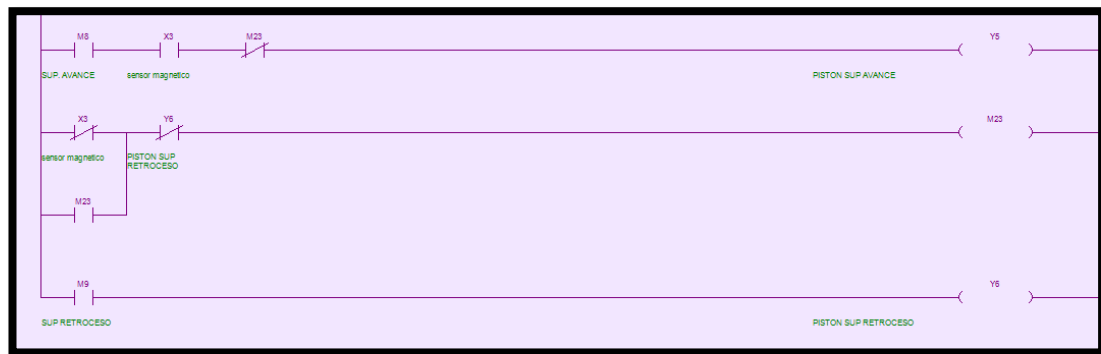


Figura 4. 24. Cadena de programa en modo manual pistón avance-retroceso.

Fuente: Autor.

Al no estar la selección de modo manual con la condición $D101=1$, se realiza un reseteo de todos los estados de las salidas del PLC en sus actuadores y en su modo manual S0.

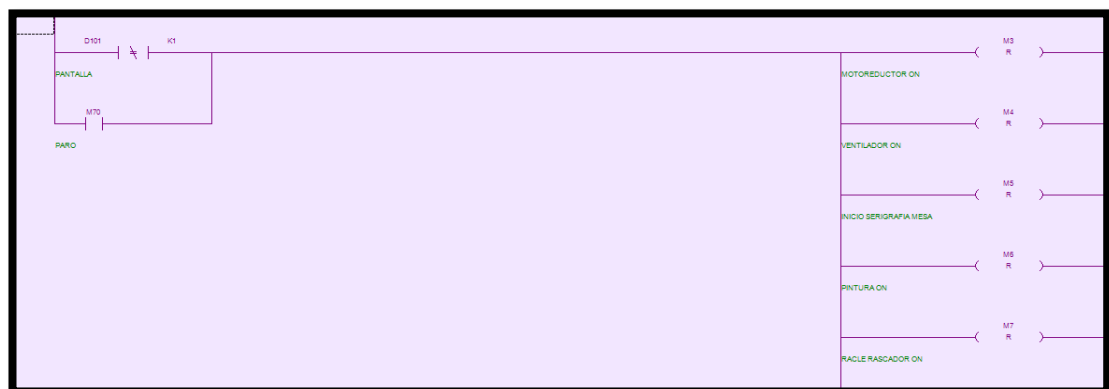


Figura 4. 25. Reset de salidas de PLC en modo manual.

Fuente: Autor.



Figura 4. 26. Reset de salidas de PLC en modo manual pistón superior.

Tabla 4. 6. Nemotécnicos de programa modo manual.

Nemotécnico	Denominación
STLE S0	Modo manual.
M8000	Working normally ON coil
M3	Prender motoreductor
Y7	Contactor y térmico motor
M4	Prender ventilador
Y10	Contactor ventilador.
M5	Accionar mesa pistón.
Y2	Relé auxiliar R1 de electroválvula mesa.
M6	Prender válvula paso pintura.
Y3	Relé auxiliar R2 de electroválvula pintura.
M7	Accionar racle y rascador.
Y4	Relé auxiliar R3 de electroválvula racle.
M8	Accionar avance pistón superior.
Y5	Relé auxiliar R4 de electroválvula avance.
X3	Sensor magnético en pistón superior.
M9	Accionar retroceso pistón superior.
Y6	Relé auxiliar R5 de electroválvula retroceso.
R	Reset de estado de actuadores.
M70	Paro general.

d) Cadena en condición automática de estampadora.

Selección de sistema modo automático en la rutina S1, activando el inicio a la secuencia automática con M5.

Se iniciara el proceso de serigrafía con el acercamiento de la mesa móvil hacia la matriz de diseño, donde va ser detectada su llegada con el sensor inductivo, para luego poder abastecer de pintura plastisol al diseño con la apertura de la válvula en un tiempo ingresado por el operador. Luego actuara el racle y pistón superior avance.



Figura 4. 27. Inicio de programa en modo automático.

Fuente: Autor.

Al llegar a una posición calculada del pistón superior, el sensor magnético detectara la misma, en el cual desactivara el pistón racle y pistón superior avance para activar el pistón rascador y el pistón superior retroceso por un tiempo de 5 segundos hasta su punto de inicio.

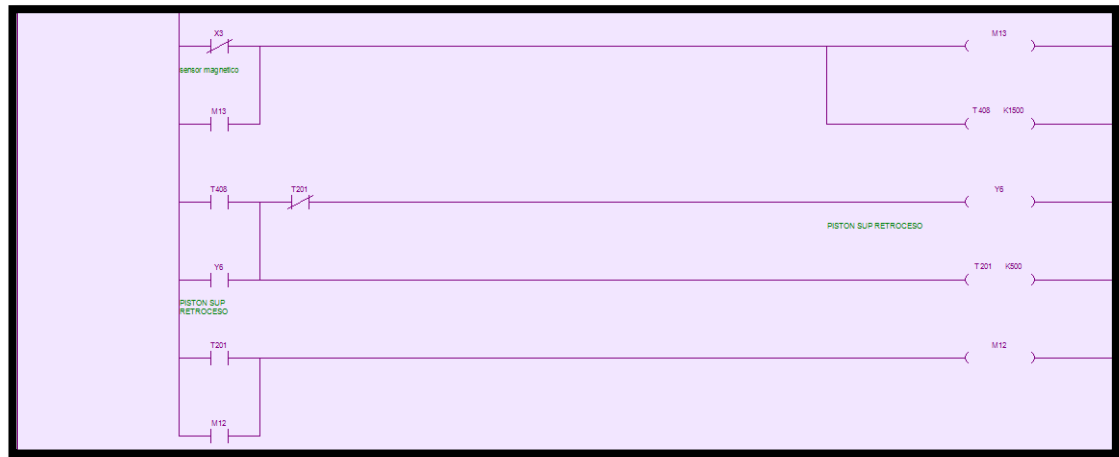


Figura 4. 28. Programa en modo automático de estampadora.

Fuente: Autor.

Tabla 4. 7. Nemotécnicos de programa modo automático mesa serigrafía.

Nemotécnico	Denominación
STLE S1	Modo automático.
M8000	Working normally ON coil
M5	Inicio de sistema automático.
Y2	Electroválvula pistón mesa
X2	Sensor inductivo.
Y3	Electroválvula paso de pintura.
T200	Timer de 10ms sin acumulación con base a D54.
D54	Dato registro ingresado por el operador de pintura.
Y4	Electroválvula pistón racle y rascador.
T404	Timer de 1s para activar racle y rascador.

Y5	Electroválvula pistón superior avance.
X3	Sensor magnético.
M13	Desactiva a pistón racle y pistón superior avance.
T408	Timer de 1,5s para activar pistón retroceso.
T201	Timer de 5s de funcionamiento pistón retroceso.
M12	Desactiva a electroválvula de pistón mesa.

e) Cadena en condición automática de banda transportadora.

En esta parte del programa automático, se acciona el sistema de secado de la banda transportadora a partir de la detección del textil por el sensor fotoeléctrico ubicado al principio de la banda, dando inicio al trabajo del motoreductor unida a la banda de lona la cual transporta al textil por tiempos de accionamiento:

- ✓ Temporizador de accionamiento banda hasta debajo de niquelina.
- ✓ Temporizador de espera de textil debajo de niquelina.
- ✓ Temporizador de accionamiento de banda hasta el final.
- ✓ Temporizador de encendido de ventilador.

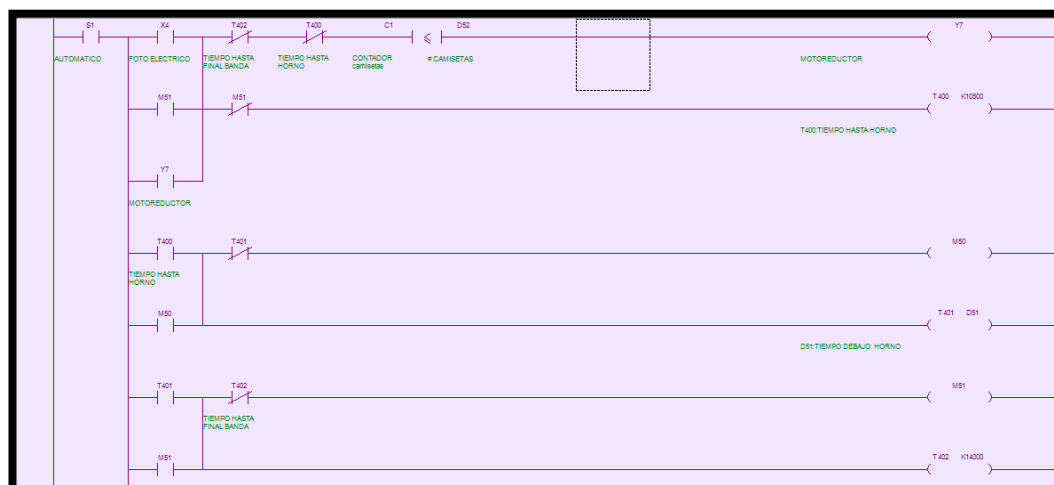


Figura 4. 29. Programa en modo automático de banda transportadora.

Fuente: Autor.

El número de camisetas a estampar será ingresado por el operador, el cual será interpretado por la siguiente secuencia de programación y activará una alarma de aviso intermitente mostrando que se ha cumplido con la producción solicitada, bloqueando todo el sistema de banda transportadora hasta resetear el conteo.

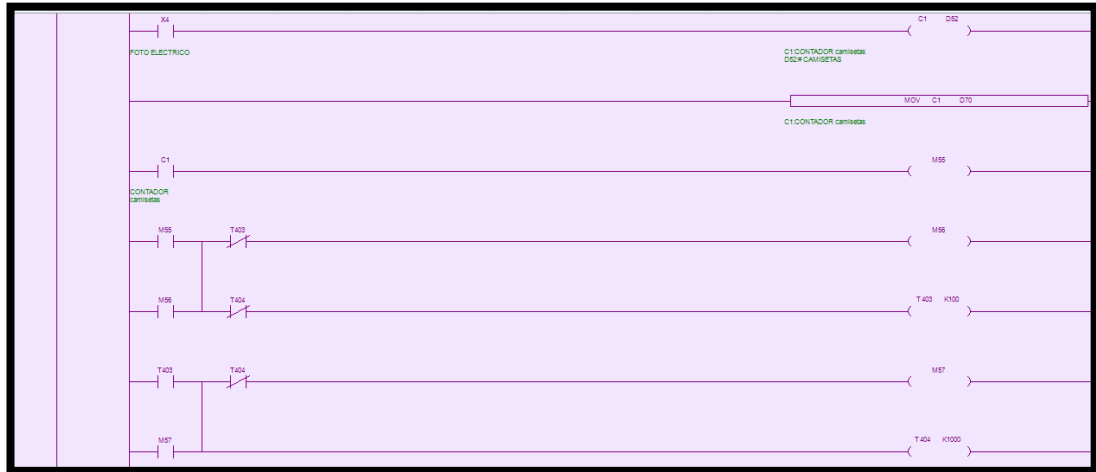


Figura 4. 30. Secuencia de contador de camisetas con alarma.

Fuente: Autor.

Tenemos así también la opción de accionar o desaccionar el funcionamiento del ventilador, según las condiciones de clima del momento a estar en el proceso de secado en el horno. Accionándolo se prendera en el instante que el textil pase por debajo del mismo por un corto tiempo según vaya avanzando el textil.

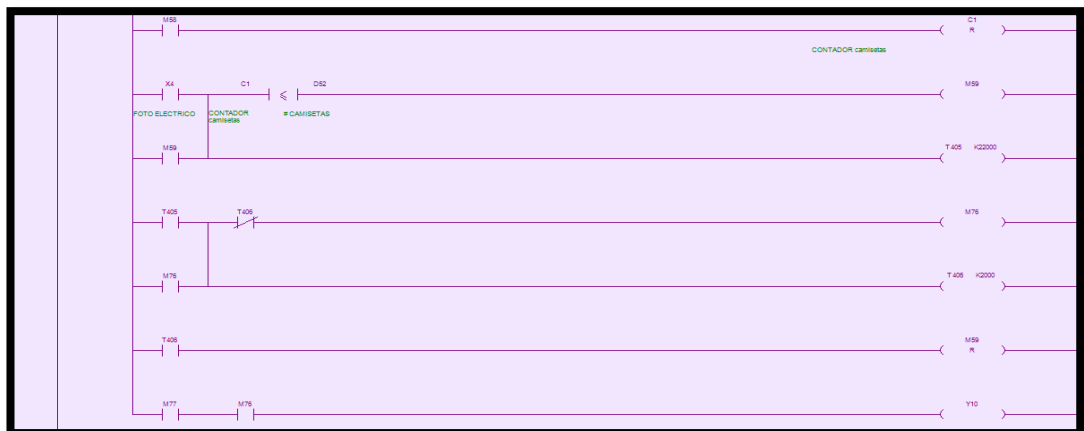


Figura 4. 31. Secuencia de encendido de ventilador

Fuente: Autor.

Tabla 4. 8. Nemotécnicos de programa modo automático horno de secado.

Nemotécnico	Denominación
S1	Modo automático.
X4	Sensor fotoeléctrico.
Y7	Contactor de accionamiento motoreductor.
T400	Timer de 10 segundos de modo ON motor hasta niquelina.
T401	Timer 1ms con base a D51 tiempo debajo de niquelina.
D51	Tiempo ingresado por el operador del textil debajo niquelina.
M50	Relé interior auxiliar a tiempo debajo niquelina.
T402	Timer de 14 segundos modo ON motor hasta final de banda.
C1	Counter en función de D52.
D52	Dato ingresado por el operador de número de camisetas.
M55	Relé auxiliar de accionamiento de alarma.
M56	Alarma de producción completa.
T403	Timer de 0,1s de prendido de alarma.
T404	Timer de 1s de apagado de alarma.
M58	Relé de reset de alarma.
C1 (R)	Reset de alarma.
M59	Relé auxiliar interno para timer de ventilador.
T405	Timer de 22s para encender a ventilador desde que detecta X4.

M76	Relé auxiliar interno de tiempo encendido ventilador.
T406	Timer de 2s de encendido de ventilador.
M77	Encendido de ventilador según uso de operador.
Y10	Contactor encendido ventilador.
D101 ≠ 2	Reseteara todo el sistema en modo automático.

f) Cadena de programa en paro general.

Por razones de seguridad o error en los valores ingresados, se tiene un bloque de programa destinado al paro general y reseteo de todos los actuadores en su funcionamiento o datos.

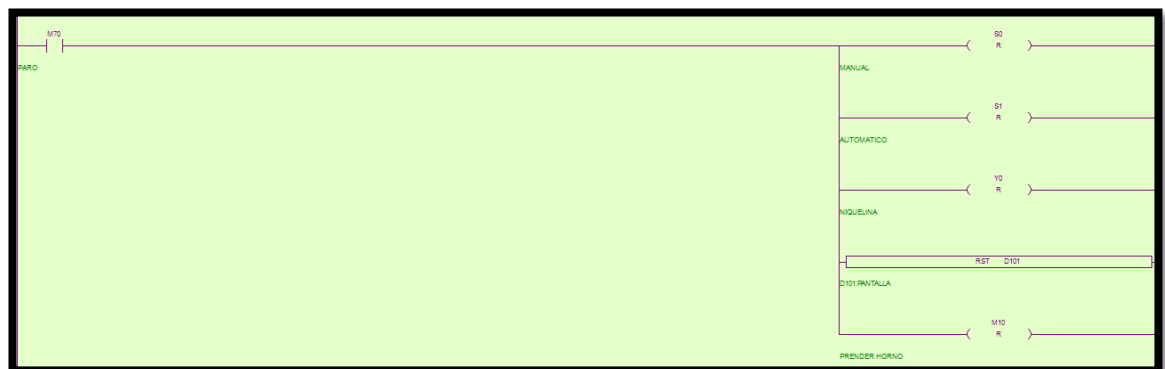


Figura 4. 32. Secuencia de paro general.

Fuente: Autor.

Tabla 4. 9. Nemotécnicos reset de programa.

Nemotécnico	Denominación
M70	Selección paro.

S0 (R)	Reset de modo manual.
S1 (R)	Reset de modo automático.
Y0 (R)	Reset de encendido niquelina.
RST D101	Reset de selección de modo.
M10 (R)	Reset de encendido de horno.

4.9 Sistema SCADA.

“En nuestro sistema utilizaremos un sistema SCADA que se define por Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), el cual es un software que puede ordenar a un HMI Human Interface Machine (interface humano maquina), permitiendo inspeccionar y controlar procesos industriales, proporcionando una retroalimentación con los actuadores con la conexión del PLC para el control de producción, control de variables, verificación de fallas y almacenamiento de datos.

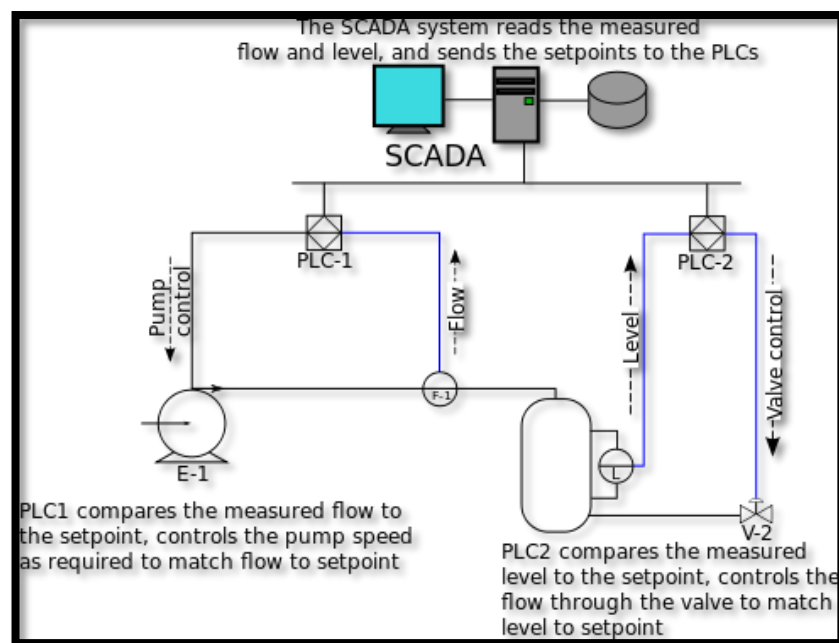


Figura 4. 33. Ejemplo de sistema SCADA

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

La realimentación del sistema comprende todas aquellas soluciones de aplicación que hacen referencia a la captura de información del proceso para que, con esta información, sea posible realizar una serie de análisis con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador tales como:

Indicadores sin retroalimentación inherente (no afectan al proceso, sólo al operador):

- ✓ Estado actual del proceso. Valores instantáneos;
- ✓ Medición de los parámetros que tu creas necesarios

Indicadores con retroalimentación inherente (afectan al proceso, después al operador):

- ✓ Generación de alarmas;
- ✓ HMI Human Machine Interface (Interfaces hombre-máquina);

Toma de decisiones:

- ✓ Mediante operatoria humana;
- ✓ Automática (mediante la utilización de sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos).” (Scada. En línea.)

Las señales del proceso de serigrafía serán trasferidas al HMI por medio del dispositivo de tarjeta de entrada/salida en PLC.

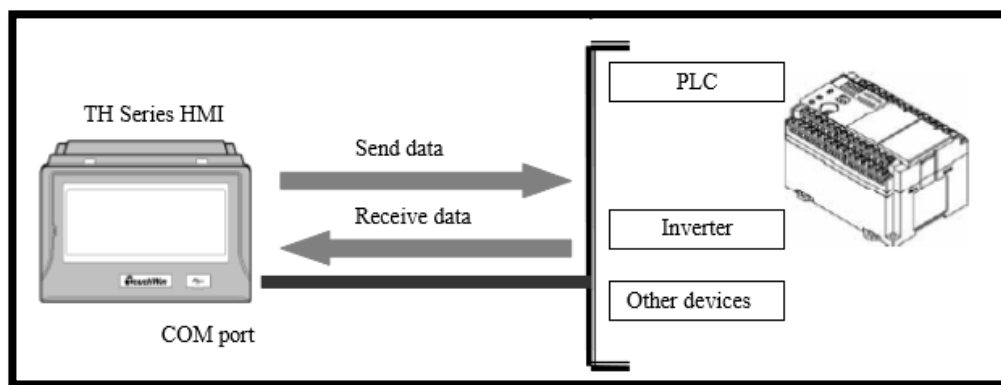


Figura 4. 34. La interfaz de comunicación de la serie TH HMI con PLC.

Fuente: TP/TH/TG series HMI. Manual. XINJE Electronic. 37 Paginas. (2012)

4.10 Programación del HMI (Interface humano maquina).

La programación del control en el HMI, se lo realiza en el software: Touch-Win edit tool de la casa Xinje cual es una plataforma que nos proporciona todos los comandos de codificación útiles para nuestro sistema de serigrafía automatizado.

Es compatible con varios idiomas, sus funciones básicas son de visualización de datos y vigilancia, alarmas y procesos. Se comunica con la mayoría de PLC por medio de dos puertos.

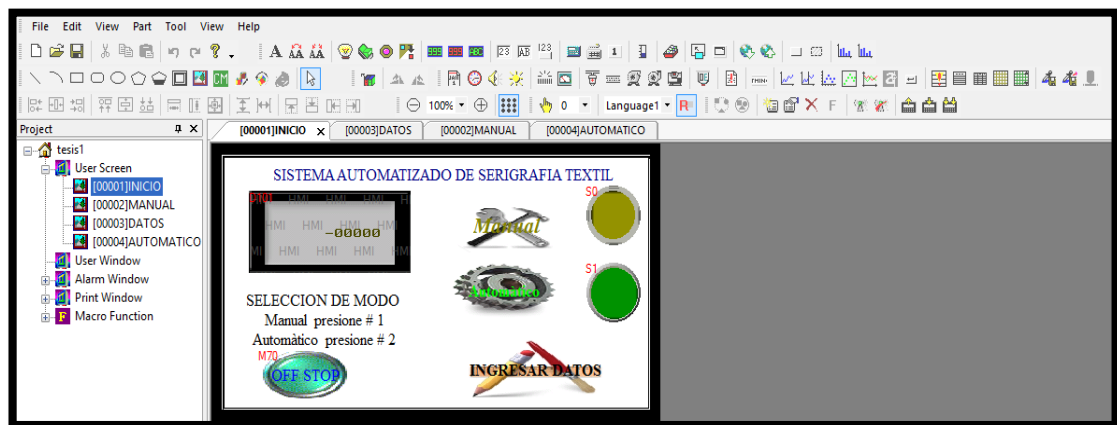


Figura 4. 35. Software Touch Win Xinje.

Fuente: Autor

4.10.1 Creación de un nuevo proyecto.

En la barra de tareas ingresamos a File / new y seleccionamos nuestro panel MHI serie: TH 465 MT.

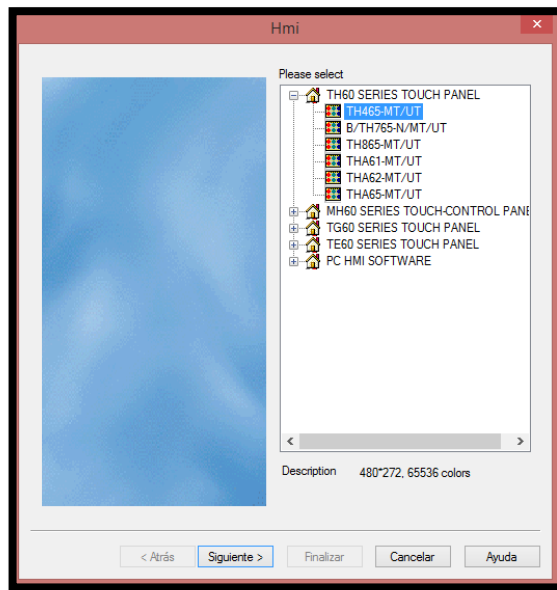


Figura 4. 36. Selección de HM

Fuente: Autor.

Establecemos el puerto del PLC correcto para configurar los parámetros de comunicación.

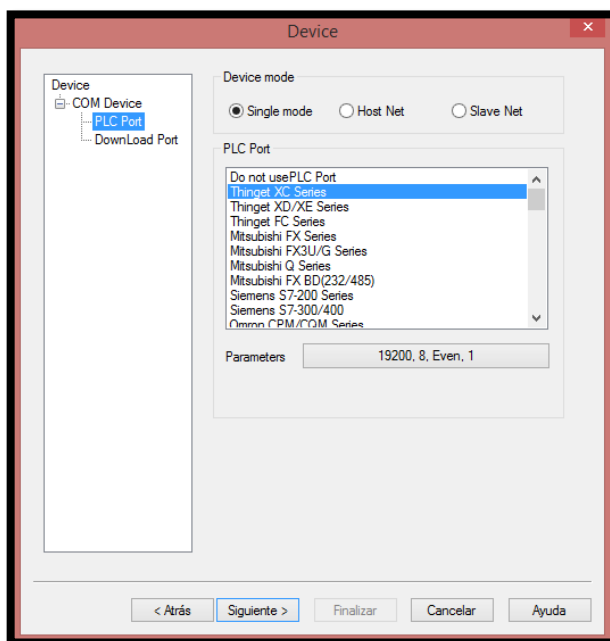


Figura 4. 37. Selección de puerto de PLC.

Fuente: Autor.

Configuración de puerto de descarga. Elegimos nuestro puerto de descarga correcto. Xinje XC series nuestro dispositivo a utilizar.

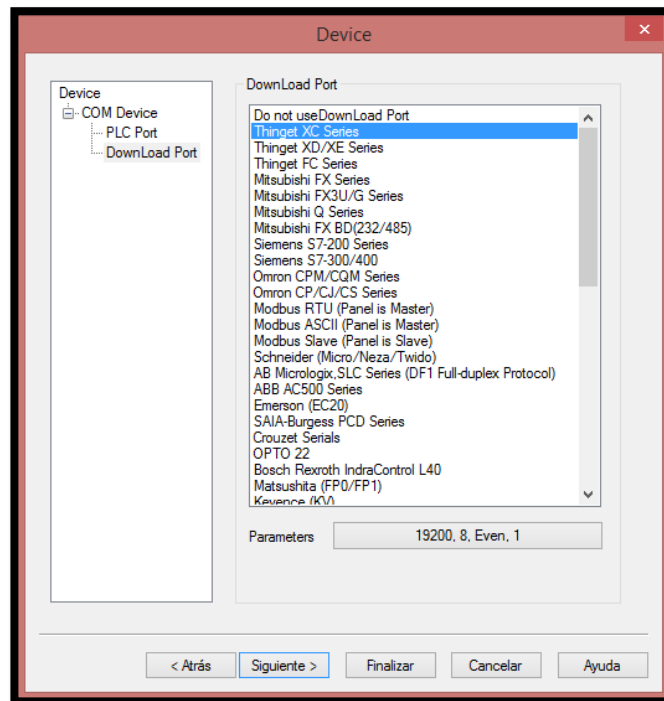


Figura 4. 38. Selección de puerto de descarga.

Fuente: Autor.

Redactamos nombre de entrada, el autor y los comentarios de acuerdo a requerimiento. Hacemos clic en el botón "Finalizar" en el último, a continuación, se creará el proyecto.

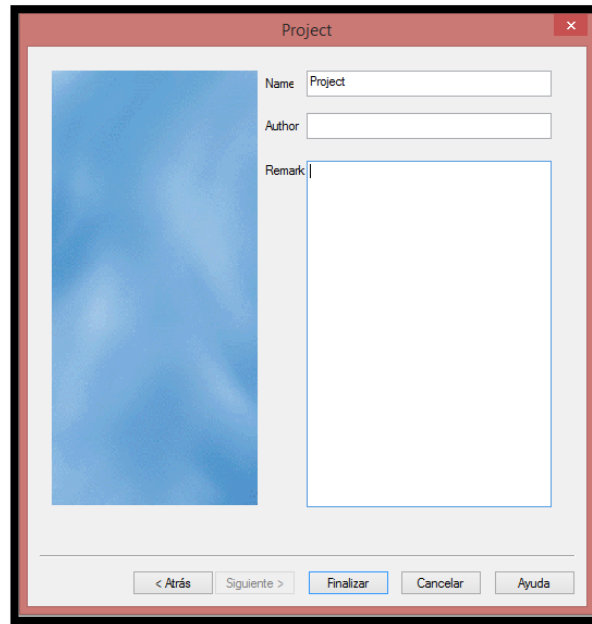


Figura 4. 39. Finalización de creación de proyecto nuevo.

Fuente: Autor.

4.10.2 Interface de Comunicación de HMI con el PLC.

Su interface de comunicación entre estos dispositivos se lo realiza por medio del puerto RS 232 con una velocidad de transferencia de 19200 bps.

Debido a esta facilidad de comunicación, y siendo de la misma marca de fabricación “XINJE”, el software de HMI touch – win puede acceder a todos los datos de registro del PLC XC3. Los cuales sus nemotécnicos serán los mismos que se utilizó en el software del PLC XCP pro, teniendo:

Tabla 4. 10. Nemotécnicos en software Touch Win del HMI.

Nemotécnico	Denominación
D101	Teclado de selección de modo manual o automático.
S0	Lámpara de aviso encendido modo manual.
S1	Lámpara de aviso encendido modo automático.

M70	Interruptor de stop paro general.
M3	Pulsante de encendido motoreductor manual
M4	Pulsante de encendido ventilador manual
M5	Interruptor de accionamiento mesa móvil.
M6	Pulsante de paso de pintura.
M7	Interruptor de activación racle o rascador.
M8	Pulsante de avance pistón superior.
M9	Pulsante de retroceso pistón superior.
M10	Interruptor On / Off horno
FD11	Teclado de ingreso de temperatura deseada.
FD12	Teclado de ingreso de tiempo debajo de horno
FD13	Teclado de ingreso de número de camisetas.
FD14	Teclado de ingreso de cantidad de pintura.
M2	Guardar datos.
D48	Instrumento de visión de temperatura.
D70	Display de número de camisetas.
M77	Encendido o apagado de ventilador.
M58	Reset de contador de camisetas y alarma.
M56	Alarma de producción completa.

4.10.3 Edición de screens (pantallas).

Crear Pantalla.

Haciendo clic derecho sobre *User Screen* seleccionamos *Add* y creamos las diferentes pantallas según nuestro programa de control en el HMI.

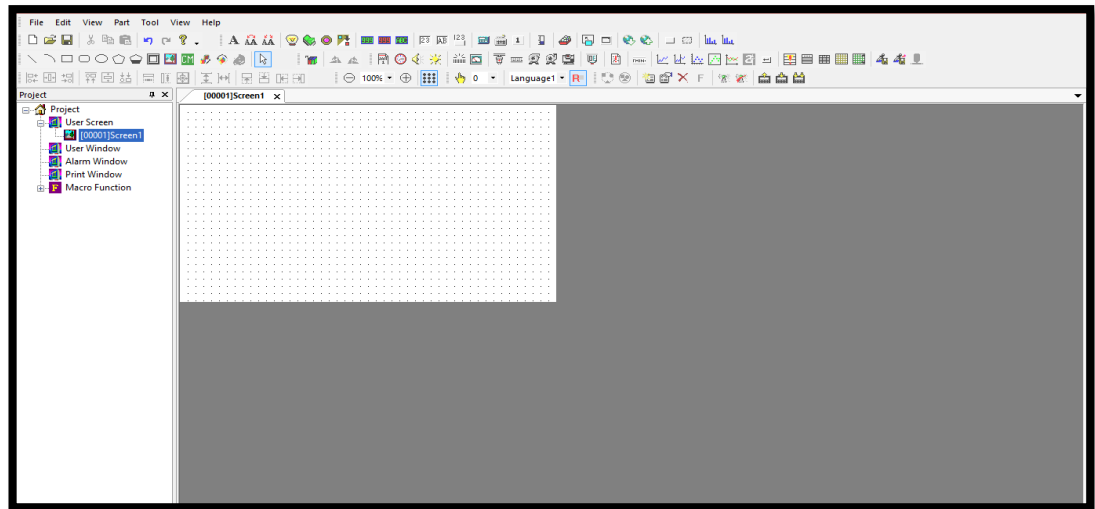


Figura 4. 40. Creación de pantallas en touch win.

Fuente: Autor.

Crear botón.



Haciendo clic en el icono , se nos despliega la siguiente pantalla, donde seleccionamos el nemotécnico de registro del PLC que deseamos que actúe.

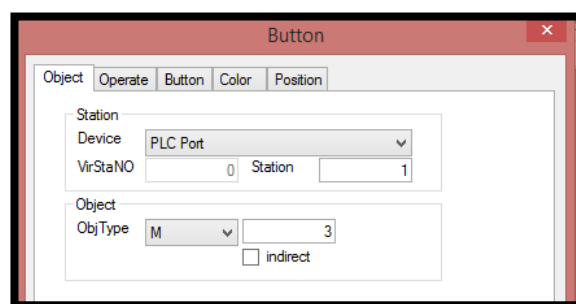


Figura 4. 41. Selección de nemotécnico del registro PLC en touch win

Fuente: Autor.

Seleccionamos la pestaña operar, para cambiar el trabajo del botón.

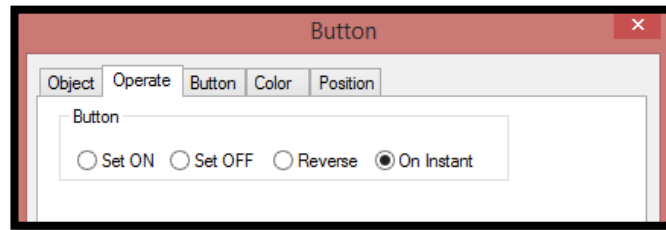


Figura 4. 42. Selección de función del botón.

Fuente: Autor.

Aparte de estas selecciones podemos cambiar la imagen del botón, su color y su posición en la pantalla que se editó.

Crear lámpara de aviso.



Haciendo clic en , seleccionamos el nemotécnico del registro del PLC que deseamos visualizar con la lámpara de aviso en cuanto a su activación o viceversa.

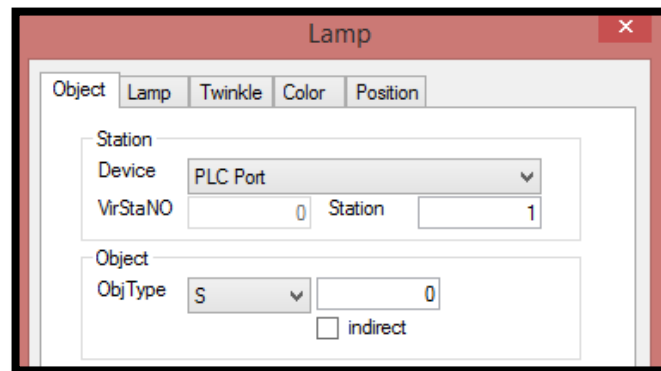


Figura 4. 43. Selección de nemotécnico para activación lámpara.

Fuente: Autor.

En la pestaña lamp, se puede editar el aspecto de la lámpara en su encendido, apagado y forma.

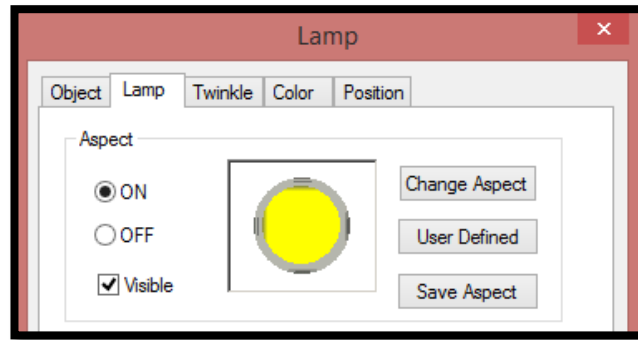


Figura 4. 44. Edición de aspecto de lámpara.

Fuente: Autor.

Entrada de datos.

Esta herramienta nos permite ingresar datos desde el HMI, y por el interface sean procesados por el PLC en su registro de datos. Seleccionamos el nemotécnico a editar en la pestaña Object.

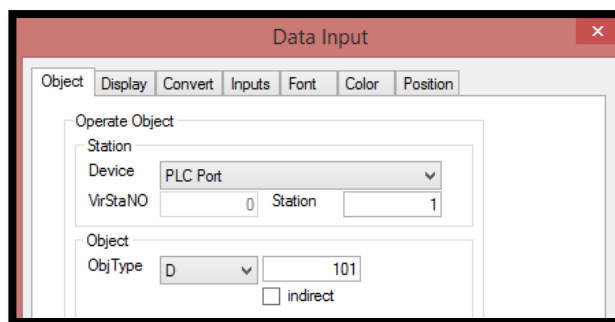


Figura 4. 45. Edición de nemotécnico entrada de datos.

Fuente: Autor.

En la pestaña Display, seleccionamos el tipo de visualización del dato ingresado y su aspecto.

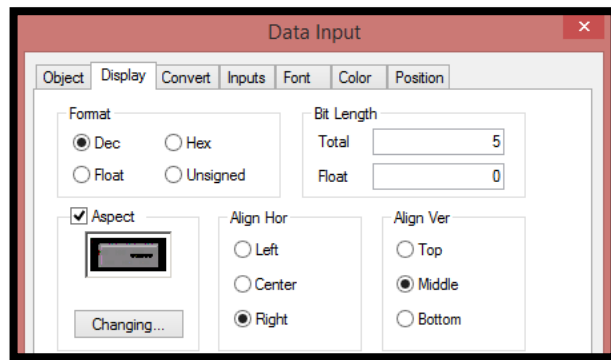


Figura 4. 46. Edición de display de datos.

Fuente: Autor.

El teclado de ingreso de datos numérico lo editamos en la pestaña Inputs, con el tipo de entrada y sus límites según la necesidad del registro del PLC.

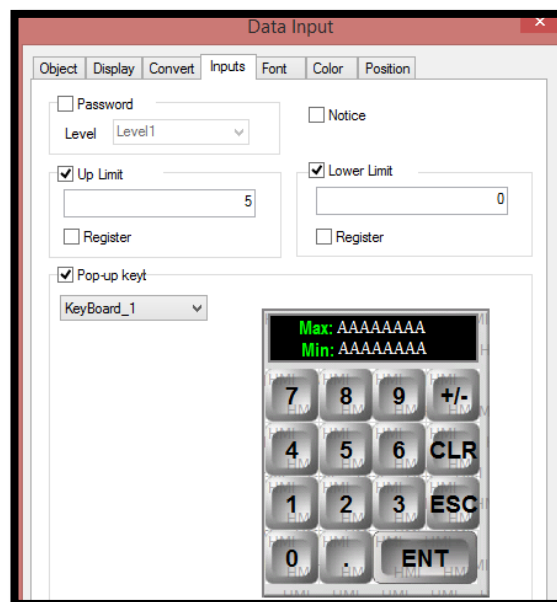


Figura 4. 47. Edición de teclado de ingreso datos

Fuente: Autor.

Salto de pantalla.

Esta herramienta Screen Jump nos permitirá saltar de visualización entre las pantallas creadas.

En la pestaña operación ingresamos el número de pantalla a la cual deseamos seguir.

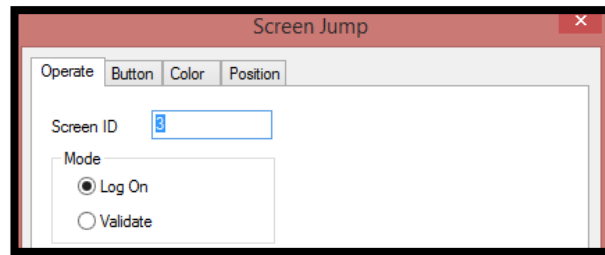


Figura 4. 48. Selección de pantalla de salto.

Fuente: Autor.

Editamos el botón de saldo de pantalla en la pestaña button, lo nombramos según la pantalla a mostrar y su función principal.

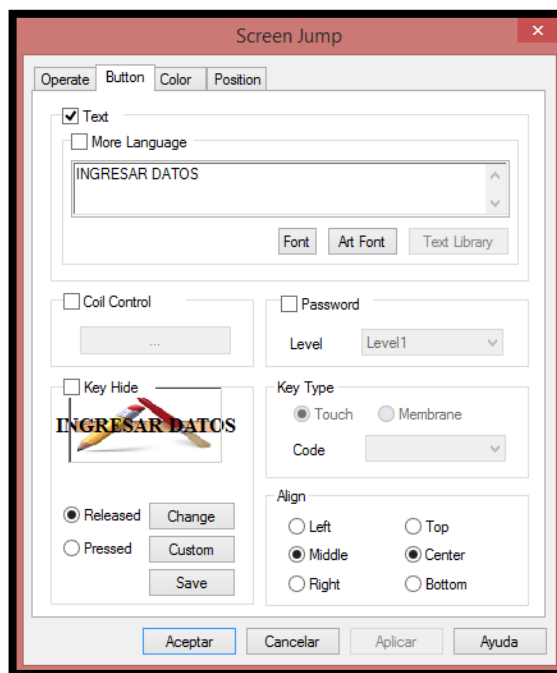


Figura 4. 49. Edición de botón salto de pantalla.

Fuente: Autor.

Instrumento de medición.

Esta función “Instrument”, nos accede a una visualización de un parámetro medible, por ejemplo la temperatura, el cual estará en un registro de datos del PLC y por el interface visualizado en el HMI. Seleccionamos para completar esta función el nemotécnico del dato interpretado.

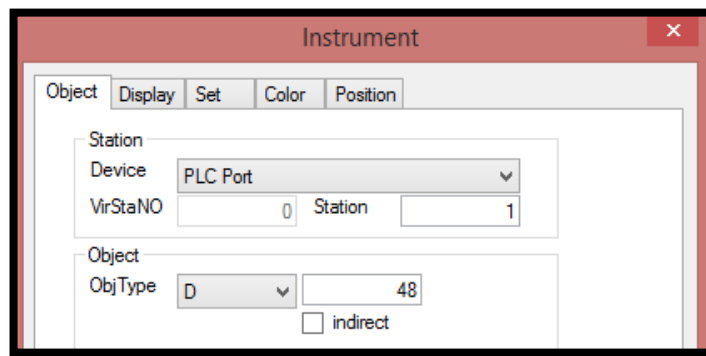


Figura 4. 50. Selección del nemotécnico del dato de medición.

Fuente: Autor.

En la pestaña display nombramos a nuestro instrumento, así también el aspecto de nuestro elemento.

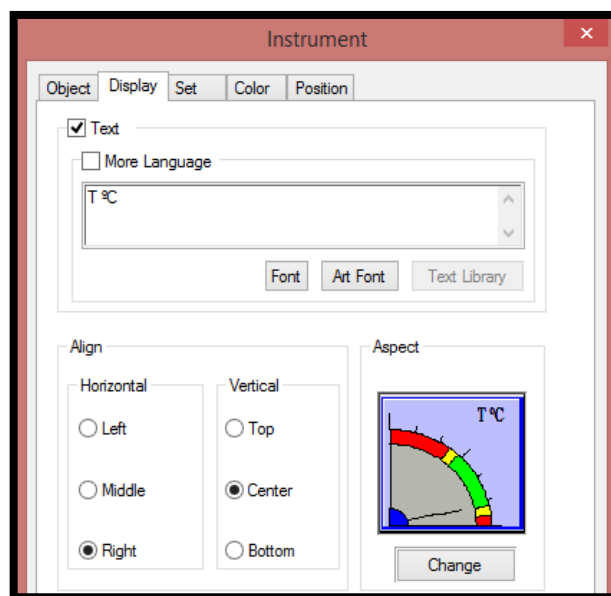


Figura 4. 51. Edición de instrumento.

Fuente: Autor.

Las unidades de visualización en el instrumento las editamos en la pantalla Set, así como los valores de escala, el valor máximo y mínimo del conjunto de datos del registro que nos muestra el instrumento.

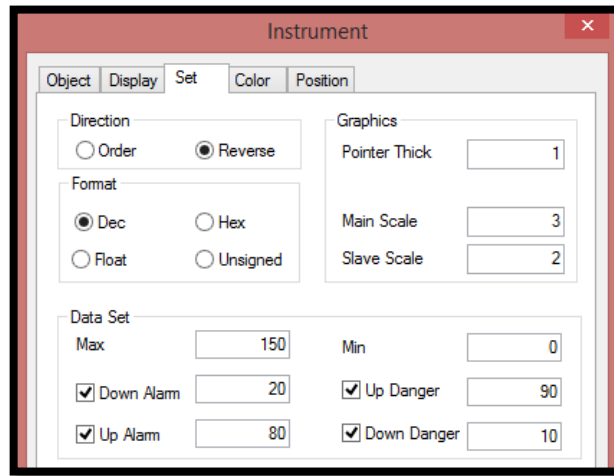


Figura 4. 52. Valores de visualización del instrumento.

Fuente: Autor.

Display data.

Nos permite visualizar un valor de un dato registro del PLC seleccionando el nemotécnico del registro.

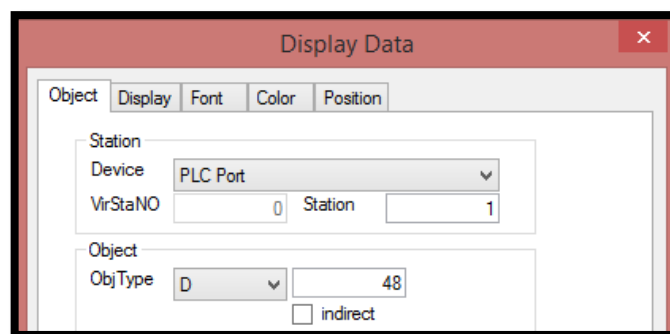


Figura 4. 53. Edición de display con el nemotécnico.

Fuente: Autor.

Se puede seleccionar su aspecto de su gráfica, su formato y su alineación en la pantalla display.

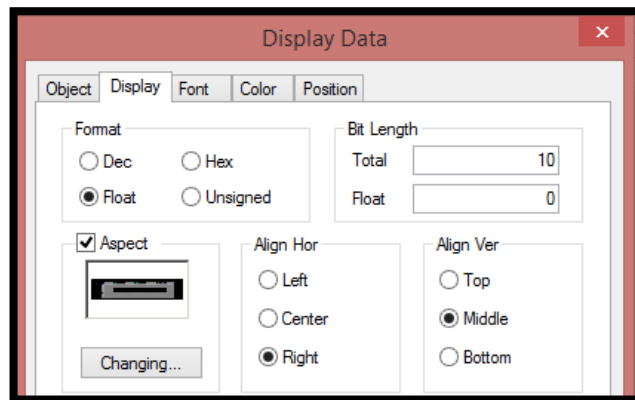


Figura 4. 54. Edición de aspecto de display.

Fuente: Autor.

Aspecto de visualizaciones.

En la barra de tareas podemos encontrar diferentes visualizaciones de actuadores como motores, válvulas, bombas o ventiladores. Según nuestro empleo seleccionamos al correcto para el fácil interface humano máquina.

Se debe seleccionar el nemotécnico del objeto a visualizar su operación.

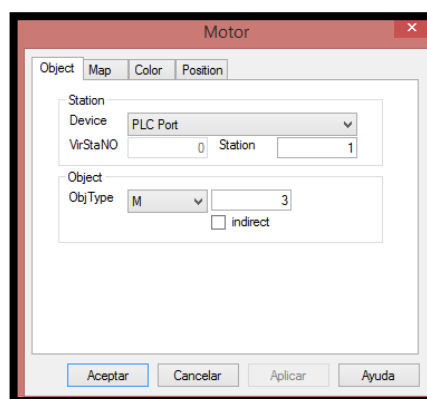


Figura 4. 55. Selección de nemotécnico del aspecto a visualizar.

Fuente: Autor.

Editamos su gráfica y su función de encendido o apagado en la pestaña Map.

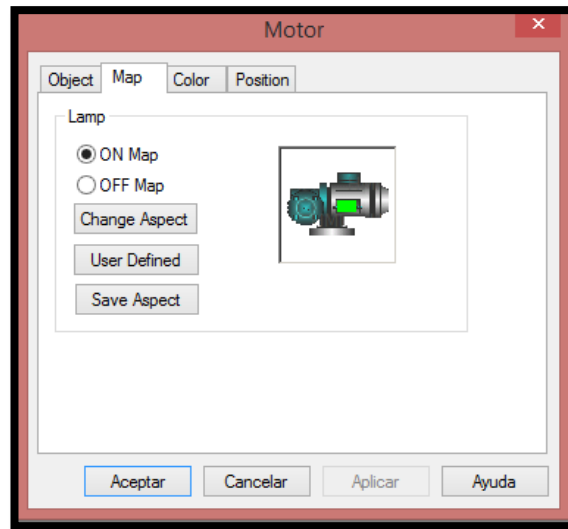


Figura 4. 56. Función de la visualización del aspecto.

Fuente: Autor.

4.11 Pantallas del programa automatizado de serigrafía.

4.11.1 Diseño de pantalla INICIO.

En esta pantalla seleccionamos en el display - teclado el modo de trabajo ya sea manual o automático, así también una intrusión de salto hacia la pantalla de ingreso de datos de variables, y su paro general de emergencia.



Figura 4. 57. Pantalla INICIO.

Fuente: Autor.

4.11.2 Diseño de pantalla datos ingresados.

Esta opción de pantalla nos permite ingresar las variables deseadas por el operador que son de temperatura, numero de camisetitas a estampar, tiempo de paro debajo del horno y la cantidad de pintura de apertura de electroválvula, así también desde esta podemos prender o apagar el horno niquelina, paro general y guardar datos ingresados. La tecla INICIO nos permite regresar a la pantalla principal.



Figura 4. 58. Pantalla DATOS INGRESADOS.

Fuente: Autor.

4.11.3 Diseño de pantalla modo manual.

En la pantalla inicio al seleccionar modo manual en el teclado, se presenta la pantalla en modo manual con todos los actuadores, los cuales pueden ser accionados según la necesidad del operador en ese instante. Así también para regresar a la primera pantalla tecleamos sobre INICIO.

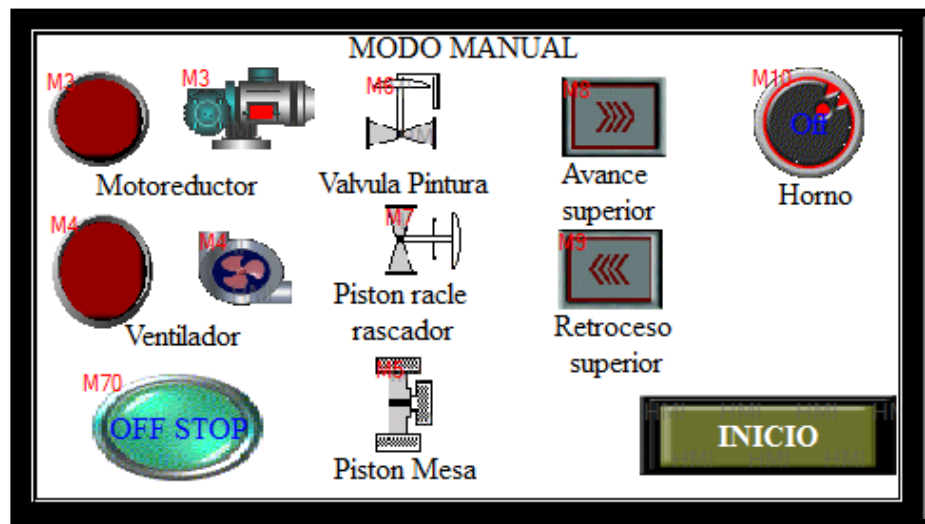


Figura 4. 59. Pantalla selección MODO MANUAL.

Fuente: Autor.

4.11.4 Diseño de pantalla modo automático.

Después de la selección en la pantalla principal en modo automático, se despliega la siguiente pantalla donde tenemos nuestra tecla de inicio del proceso serigráfico, además los indicadores de variables de ese momento como la temperatura actual, numero de camisetas, alarma de producción cumplida, reset de alarma y contador, paro de emergencia STOP, encendido de ventilador según la necesidad de trabajo y la tecla de inicio para ir a la pantalla principal.

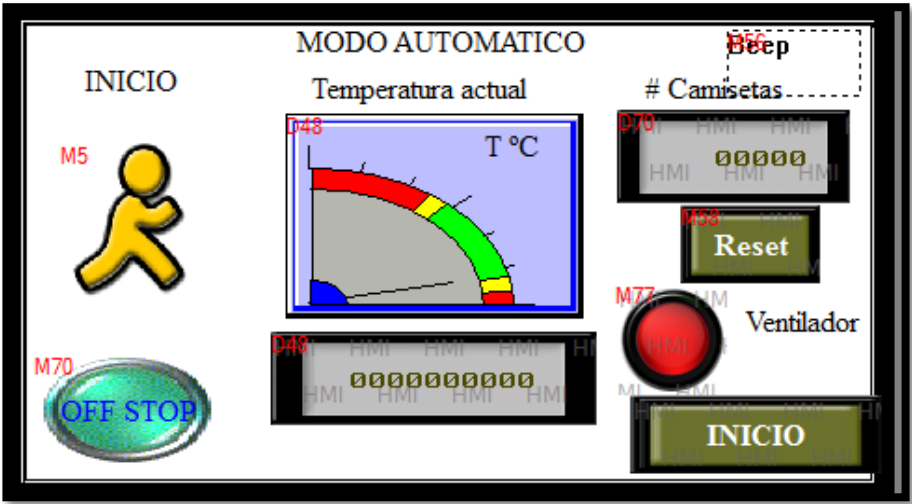


Figura 4. 60. Pantalla selección MODO AUTOMÁTICO con sus indicadores.

Fuente: Autor.

4.11.5 Descargar el proyecto en HMI.

Para poder descargar el proyecto de nuestro software Touch – Win a nuestro HMI serie TH-465-MT. Conectamos en el TH puerto USB –B y el computador donde se encuentra el software instalado, encendemos el TH, hacemos clic en el icono presentado.

TH series HMI ports:

Outline	Name	Function
	DIP switch	Force-download, touch area adjustment
	COM1	RS232/RS485 communication
	COM2	RS232/RS485/RS422 communication
	USB-A	Connect to U disk
	USB-B	Connect USB cable to download/upload program
	RJ-45	HMI remote assistance, make network between HMI and controller, data exchange between HMIs

Figura 4. 61. Puertos de interface de la pantalla TH.

Fuente: XC series BD board for special functions. Operate Manual. XINJE Electronic.

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTACION Y RESULTADOS REALES

5.1 Introducción.

En este capítulo describiremos la implementación de los sensores, actuadores y centro de control de la máquina automatizada de serigrafía con sus respectivas calibraciones, así también la conexión de aire comprimido al sistema.

Se describirán las pruebas de funcionamiento de la maquina con sus selecciones de modo manual o automático y sus secuencias respectivas de funcionamiento desde su inicio en la mesa de serigrafía hasta el final en la banda transportadora.

5.2 Implementación de sensores a la maquina automatizada.

5.2.3 Colocación del sensor inductivo.

Este sensor estará colocado en una posición pareja al porta matriz, de tal manera que cuando el soporte mesa (material de metal), es detectado por el sensor inductivo por medio de la acción de resonancia magnética, manda la señal al controlador PLC, el cual mandar a desactivar el funcionamiento de la mesa móvil controlada por el pistón neumático mesa según el programa establecido.

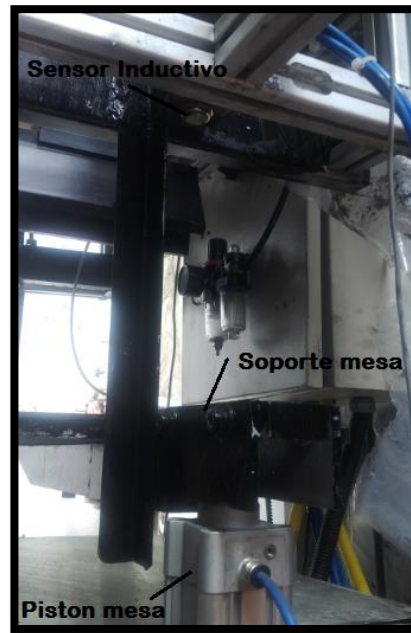


Figura 5. 1. Posición del sensor inductivo.

Fuente: Autor.

5.2.4 Puesto del sensor magnético.

De acuerdo a las características del pistón superior de avance y retroceso marca FESTO, tiene una cavidad en su carcasa para colocar sensores magnéticos de posición, donde ira el sensor mencionado. La posición del sensor puede variar a lo largo de la carcasa del pistón. Se le coloco de tal manera que el vástago del pistón sobresalga hasta la medida que se colocó el sensor, la cual depende del arrastre del sistema racle y rascador que tiene a lo largo de la malla de matriz de diseño.

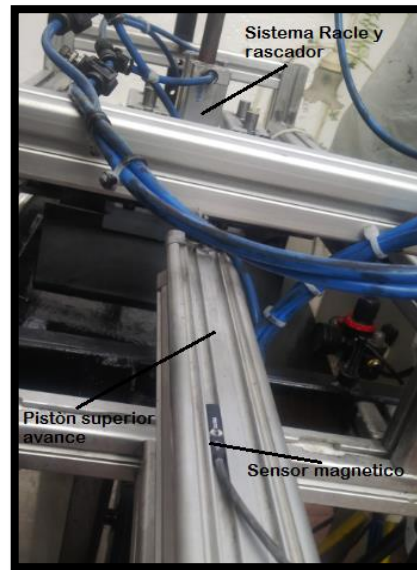


Figura 5. 2. Montaje sensor magnético.

Fuente: Autor.

La distancia geométrica de colocación del sensor magnético es de 33 cm, medidos desde su inicio de carrera, debido a la distancia de actuación del racle y rascador a lo largo del diseño.

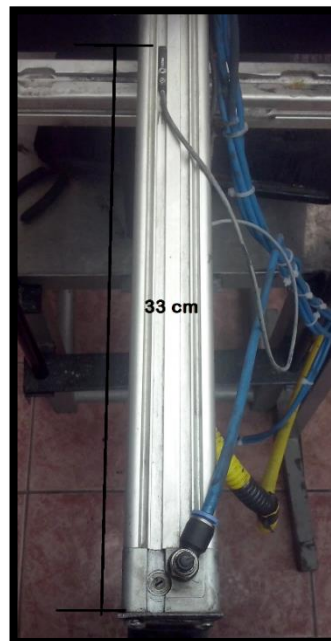


Figura 5. 3. Distancia de montaje sensor magnético

Fuente: Autor.

5.2.5 Instalación del sensor fotoeléctrico.

Este sensor se encuentra en la posición inicial de la entrada del textil al horno de secado, en una posición geométrica de actuación de 15 cm medidos desde el inicio del perfil en “C” de la estructura principal. Así este sensorá la colocación del textil a secar y dará el inicio al sistema automático del horno de secado por medio del control del PLC.

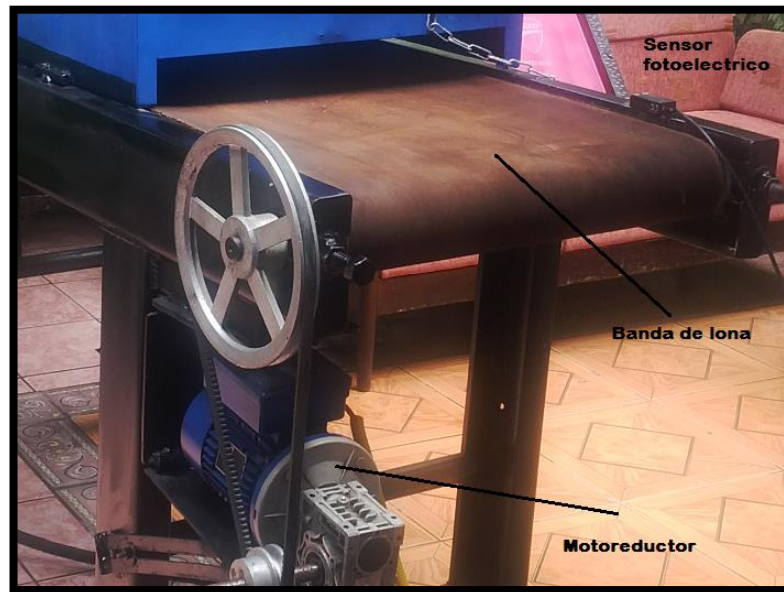


Figura 5. 4. Posición sensor fotoeléctrico.

Fuente: Autor.

5.2.6 Disposición del sensor de temperatura PT 100.

La termocupla PT 100 está colocada de tal manera que estará interpretando la temperatura ambiente en el interior del horno que será absorbida para el secado del estampado en el textil, la mejor posición de este sensor esta entra la niquelina eléctrica y el textil a secar, así de tal manera será reflejado en las mediciones del PLC en su programa y visualizada en el HMI con datos reales de retroalimentación en el sistema PID.

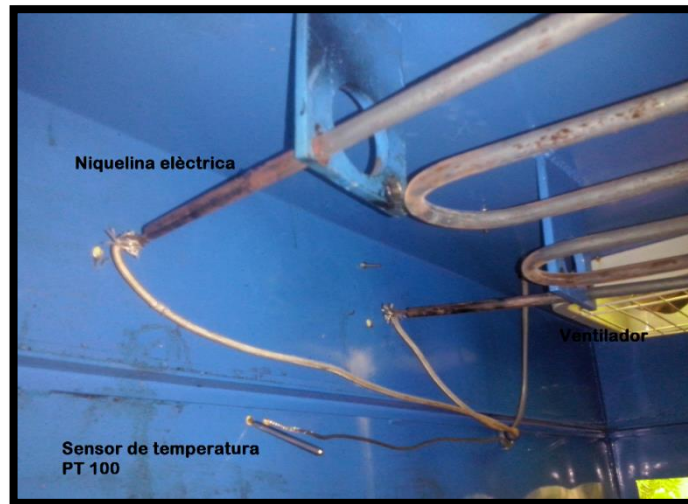


Figura 5. 5. Posición PT100 dentro del horno de secado.

Fuente: Autor.

5.3 Construcción del centro de control del sistema automatizado.

El centro de control es el cerebro del sistema, donde se controlan todos los elementos eléctricos, electrónicos o neumáticos de toda la máquina de serigrafía. Elementos de entrada (sensores inductivo, fotoeléctrico, magnético y de temperatura), elementos de salida actuadores (pistón mesa, pistón racle y rascador, pistón superior de avance y retroceso, válvula pilotada de pintura, motoreductor, niquelina eléctrica y ventilador). Y todos los controles de mando y control del PLC y el HMI.



Figura 5. 6. Centro de control de la máquina automatizada.

Fuente: Autor.

La alimentación eléctrica del centro de control es de 127 VCA, dirigidos a sus respectivas protecciones de sobrecarga que son los breaker. Cada elemento esta derivado para su alimentación de voltaje respectiva con los 127 VCA (relés auxiliares, contactores y PLC). Además tenemos la necesidad de 24 VDC para la alimentación de (sensores, relé de estado sólido y alimentación al HMI), este voltaje nos entrega una fuente auxiliar del PLC.

5.3.1 Ensamblaje del centro de control.

El ensamblaje del control se lo hizo de acuerdo al esquema de diseño eléctrico descrito en el capítulo 4 en las figuras 91 y 92. Se hizo uso de canaletas, borneras de entrada y salida de dispositivos y riel din para la sujeción de los diferentes elementos.



Figura 5. 7. Proceso de ensamblaje del centro de control.

Fuente: Control.

5.3.2 Partes del centro de control.

El sistema de mando está formado por diferentes partes para el control de sus diferentes elementos, ubicados de tal manera que su conexión es accesible entre los dispositivos hacia el cerebro del sistema que es el PLC. Las partes importantes del control central son:

- A. Alimentación principal con cable concéntrico 3x12 conectado a la energía eléctrica con un enchufe polarizado.
- B. Borneras de alimentación 24 VDC para los sensores y el relé de estado sólido conectado con cable flexible #22.
- C. Cerebro PLC conectado a la energía eléctrica con cable #22 desde la protección de un breaker de 10 A.

- D. Conexión de tarjeta de temperatura a PLC en su espacio especificado.
- E. Borneras de conexión de sensores desde el PLC con cable flexible # 22.
- F. Contactor y térmico de mando para motoreductor y contactor para ventilador conectados con cable #12 unifilar debidamente aislado con tubería plástica de $\frac{1}{2}$ “. La bobina de contactor de 110VCA alimentada con cable #22.
- G. Borneras de conexión a electroválvulas desde los relés auxiliares con cable #22 flexible.
- H. Grupo de relés auxiliares a electroválvulas conectados con cable #22 flexible desde la salida del PLC.
- I. Grupo de control niquelina con relé estado sólido. Cable de amianto # 12 para alta temperatura conectado a la niquelina desde el relé SR1 debidamente aislado con tubería plástica de $\frac{1}{2}$ “.
- J. Grupo electroválvulas conectadas con cable # 22 flexible a sus bobinas.
- K. Conexión HMI a PLC con cable de datos RS 232.
- L. Paro de emergencia y selector ON /OFF con cable de alimentación # 12 unifilar.
- M. Salida de conexiones eléctricas del centro de control hacia sensores, actuadores y conexiones neumáticas.



Figura 5. 8. Partes del centro de control.

Fuente: Autor.

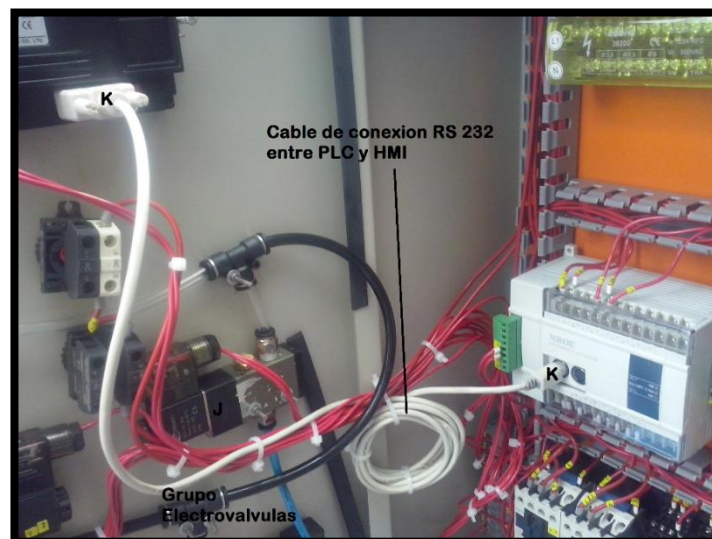


Figura 5. 9. Conexión entre PLC y HMI.

Fuente: Autor.



Figura 5. 10. Posición selector y para de emergencia.

Fuente: Autor.

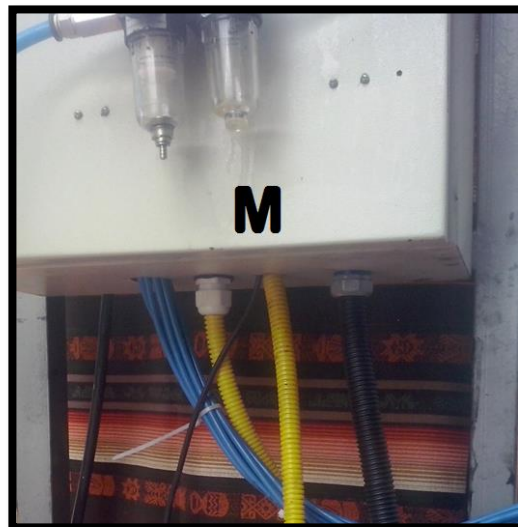


Figura 5. 11. Salida de conexiones desde el centro de control.

Fuente: Autor.

5.3.3 Lista de materiales y equipos centro de control.

Para la elaboración del centro de control automático se hizo uso de los siguientes equipos y materiales:

Tabla 5. 1. Materiales del centro de control principal.

Denominación	Cantidad
Gabinete metálico BOX 600 x 400 x 200	1
PLC Xinje XP3	1
Tarjeta de expansión XP33AD3PT	1
Relé chint 14p 110V	5
Contactor Chint NC1-12	2
Relé térmico 5.5. – 8 A	1
SSR Autonics SR1-1240	1
Sensor fotoeléctrico autonics	1
Sensor inductivo autonics	1
Breaker NB1 20 A	1
Breaker NB1 2 A	1
Breaker NB1 10 A	1
Bornera riel 2.5mm	20
Canaleta ranurada 25 x 40	1
Riel DIN	1
Sensor PT 100 autonics	1
Sensor magnético SME Festo	1

Bornera riel 12 pares	1
Prensa estopa PG 9	1
Prensa estopa PG 16	2
Tubo ½ “ FS	10 mts
Terminal para cable punter	100
HMI TH 465	1
Cable flexible # 22	80 mts
Cable flexible # 12	20 mts
Pulsante emergencia	1
Selector 2 posiciones	1
Cable concéntrico 3x12	5 mts.
Electroválvula 5/2 110 V ¼ “	2
Electroválvula 5/3 110 V ¼ “	1
Electroválvula 3/2 110 V ¼ “	1

5.4 Implementación del sistema neumático.

Se implementó el sistema neumático de acuerdo al esquema diseñado a emplear de la figura 51 descrita en el capítulo 3.

La fuente de aire de nuestro compresor dimensionado se conecta a la unidad de mantenimiento con manguera para aire, y esta a su vez esta hacia todas las electroválvulas que pilotan los cilindros neumáticos.



Figura 5. 12. Fuente de aire compresor 7.1 cfm 2HP

Fuente: Autor.



Figura 5. 13. Unidad de mantenimiento 1/4 "

Fuente: Autor.



Figura 5. 14. Conexión neumática de electroválvulas.

Fuente: Autor.

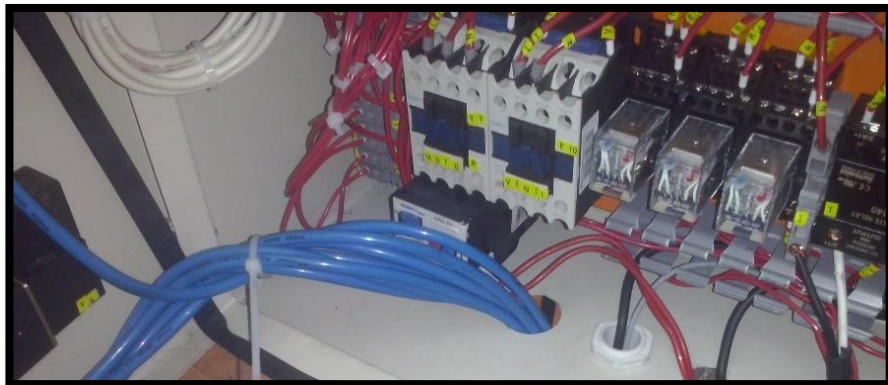


Figura 5. 15. Salida de las conexiones neumáticas a los pistones.

Fuente: Autor.



Figura 5. 16. Conexión neumática tipo “X” para pistón racle y rascador con regulador.

Fuente: Autor.



Figura 5. 17. Conexión neumática para pistón superior con regulador de caudal.

Fuente: Autor.



Figura 5. 18. Conexión neumática para pistón mesa.

Fuente: Autor.



Figura 5. 19. Conexión neumática para válvula abastecimiento de pintura.

Fuente: Autor.

5.4.1 Listado de elementos neumáticos.

Para el abastecimiento de aire a los diferentes elementos se debe acoplar:

- 5 unidades racor recto $\frac{1}{4}$ "x 8mm (4 para entrada de aire de todas las electroválvulas y 1 para la unidad técnica de mantenimiento).
- 10 unidades racor recto $\frac{1}{4}$ " x 6mm (7 para las válvulas direccionales, 2 para el pistón mesa y 1 para la válvula de asiento inclinado.)
- 6 unidades de silenciadores de $\frac{1}{8}$ " de bronce (4 para las electroválvulas 5/2, y 2 para la 5/3)
- 2 unidades de silenciadores de $\frac{1}{4}$ " de bronce (1 para la electroválvula 3/2 y 1 para la válvula de asiento inclinado).
- 3 unidades de conectores tipo "T" de 8mm (para el abastecimiento principal de aire a las electroválvulas).
- 2 unidades de conectores tipo "T" (para la conexión cruzada de los pistones racle y rascador)
- 2 unidades de reguladores de presión de $\frac{1}{4}$ " x 6mm (para el pistón superior avance).
- 2 unidades de reguladores de presión rectos de 6mm (para los pistones racle y rascador)
- 10 mts de cañería de 6mm y 2 mts de cañería de 8mm que están de acuerdo a las medidas de los diferentes conectores y distancias entre los elementos neumáticos.
- 3 unidades de bushing de $\frac{1}{2}$ " (2 para la válvula de asiento inclinado y 1 para el tanque de abastecimiento de pintura plastisol)
- 2 tapones de cobre soldables, 1 "T" de cobre soldable, 40 cm de tubo de cobre de $\frac{1}{2}$ " (para el suministro de pintura a la matriz del diseño).
- 50 cm de manguera de polivinilo (abastecimiento de pintura a matriz).

5.5 Pruebas de funcionamiento del centro de control.

Se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento respectivas de las partes del centro de control desde sus señales analógicas de voltaje y la señal interpretada del PLC dado por sus sensores como las salidas hacia sus actuadores.

Se pudo verificar los siguientes datos.

- ✓ Voltaje de alimentación del PLC: 121 VAC.
- ✓ Voltaje de salida de fuente del PLC para sensores: 23,7 VDC
- ✓ Voltaje de alimentación de HMI: 23,5 VDC.

5.5.1 Señales en la entrada de sensores en el PLC:

Señal captada por el PLC en la entrada X2 por parte del sensor inductivo detectando presencia de metal y señal del magnético en la entrada X3 normalmente cerrado.



Figura 5. 20. Señal de sensor inductivo y magnético.

Fuente: Autor.

Señal de ingreso a X4 del PLC por parte del sensor fotoeléctrico al activarse detectando un objeto.



Figura 5. 21. Señal de sensor fotoeléctrico.

Fuente: Autor.

5.5.2 Señales en la salida del PLC:

Salida desde Y0 del PLC al relé de estado sólido para accionar a niquelina eléctrica.
Se midió los siguientes parámetros:

- ✓ Voltaje de Salida para alimentar niquelina: 120 VAC
- ✓ Intensidad niquelina: 13,8 A



Figura 5. 22. Señal de salida hacia niquelina.

Fuente: Autor.

Salida a Y2 del PLC para activar al relé auxiliar R1 y este a la electroválvula que comanda al pistón mesa.

- ✓ Voltaje de alimentación: 120,6 VCA
- ✓ Intensidad: 0,3 A



Figura 5. 23. Señal de salida hacia pistón mesa.

Fuente: Autor.

Salida del PLC en Y3 hacia el relé auxiliar R2 que activa a la electroválvula que maneja a la válvula pilotada que da paso a la pintura de serigrafía.

- ✓ Voltaje de alimentación: 120,6 VCA
- ✓ Intensidad: 0,2 A



Figura 5. 24. Señal de salida válvula de paso de pintura.

Fuente: Autor.

Activación de la salida Y4 del PLC para activar pistón racle y rascador por medio de la electroválvula comandada por el relé auxiliar R3.

- ✓ Voltaje de alimentación: 120,6 VCA
- ✓ Intensidad: 0,2 A



Figura 5. 25. Señal de salida para pistón racle y rascador.

Fuente: Autor.

Señal de salida de PLC Y5 para activar al avance del pistón avance controlado por el relé auxiliar R4 y su respectiva electroválvula.

- ✓ Voltaje de alimentación: 120,6 VCA
- ✓ Intensidad: 0,3 A



Figura 5. 26. Señal de salida para pistón superior avance.

Fuente: Autor.

Salida de PLC Y6 para activar al avance del pistón retroceso controlado por el relé auxiliar R5 y su respectiva electroválvula.

- ✓ Voltaje de alimentación: 120,6 VCA
- ✓ Intensidad: 0,3 A



Figura 5. 27. Señal de salida para pistón superior retroceso.

Fuente: Autor.

Salida activa del PLC en Y7 hacia la bobina del contactor del motoreductor activando el paso de corriente hacia el térmico y al motor. Valores medidos:

- ✓ Voltaje de bobina contactor: 121 VCA
- ✓ Voltaje de alimentación motoreductor: 120,7 VCA
- ✓ Intensidad de motoreductor: 8,3 A



Figura 5. 28. Señal de salida para contactor motoreductor.

Fuente: Autor.

Salida Y10 del PLC para alimentar a la bobina del contactor del ventilador para su activación. Valores medidos:

- ✓ Voltaje de bobina contactor: 121 VCA
- ✓ Voltaje de alimentación motoreductor: 120,6 VCA
- ✓ Intensidad de ventilador: 0,3 A

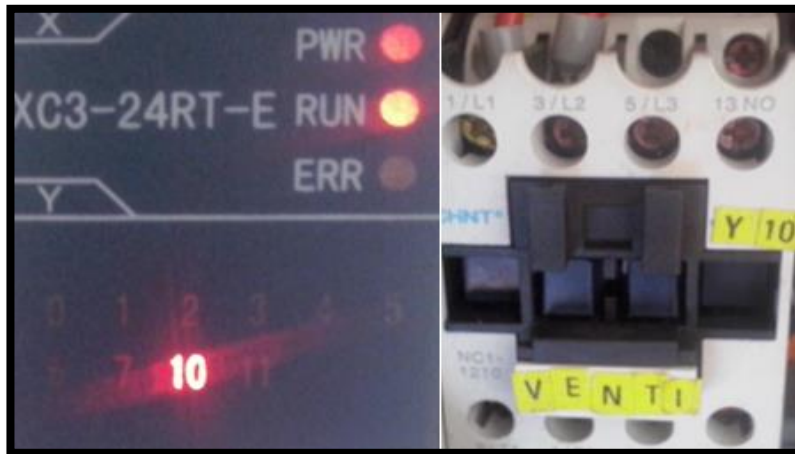


Figura 5. 29. Señal de salida para contactor ventilador.

Fuente: Autor.

5.5.3 Interpretación de temperatura en HMI.

El sensor de temperatura PT 100 va conectado a la tarjeta de adquisición de datos BD que va acoplada al PLC que por medio del programa interpreta la señal y se muestra como dato de temperatura en la pantalla HMI, de esta manera verificamos el funcionamiento correcto del sistema de adquisición de datos en grados centígrados, en este caso la temperatura ambiente.



Figura 5. 30. Dato de temperatura en el HMI.

Fuente: Autor.

5.6 Caracterización de las partes de la máquina automatizada de serigrafía.

La máquina automatizada de serigrafía necesita para completar su proceso completo de estampado de cuatro elementos:

- ✓ Mesa de estampado serigráfico.
- ✓ Centro de control.
- ✓ Banda transportadora de secado.
- ✓ Fuente generadora de aire.



Figura 5. 31. Partes principales de la maquina automatizada.

Fuente: Autor.

5.7 Operación de la máquina automatizada de serigrafía.

Cada secuencia de operación es importante para el buen uso del sistema automatizado, los cuales se van a ir explicando cada transcurso. Debemos tomar en cuenta que el proceso de estampado tiene dos modos de operación en una forma manual y otra automática según la necesidad del operador o del trabajo.

5.7.1 Comprobación de parámetros para uso de la máquina.

Cada uno de los modos de trabajo (manual o automático) parte desde las siguientes maniobras y verificaciones:

- a) Verificamos que el botón de paro de emergencia este en su estado inactivo y ponemos el selector en estado ON. Comprobamos el encendido del panel Touch Win mostrando su pantalla inicio.

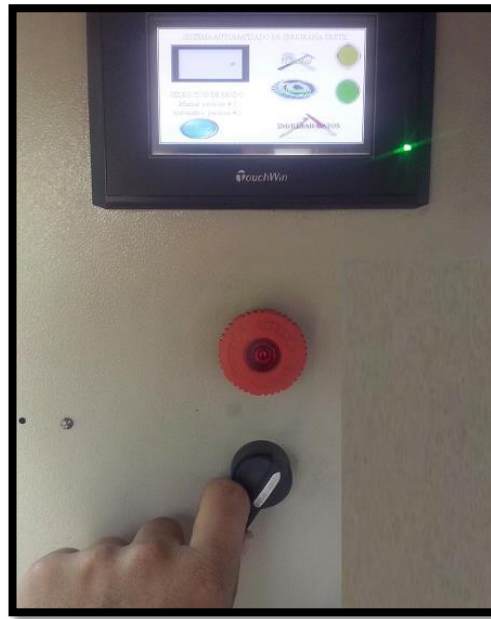


Figura 5. 32. Encendido de la máquina.

Fuente: Autor.

- b) Se verifica la conexión eléctrica de la fuente generadora de aire (compresor), y su estado cargado con una presión manométrica en su visor de 7 a 8 bares (100 a 115 PSI), siendo su carga máxima. Abrimos la llave de esfera para el paso de aire a la máquina.



Figura 5. 33. Verificación funcionamiento compresor.

Fuente: Autor.

- c) En la unidad de mantenimiento ubicada en el centro de control de la máquina verificamos la llegada de aire de al sistema en su manómetro, regulando su presión a 90 PSI (6,2 bares). Presión sugerida de trabajo por la casa fabricante FESTO de los actuadores neumáticos.



Figura 5. 34. Llegada de aire al sistema de control.

Fuente: Autor.

- d) Colocamos el textil a estampar el diseño en la mesa móvil, girándola hacia el operador para mejor puesto.

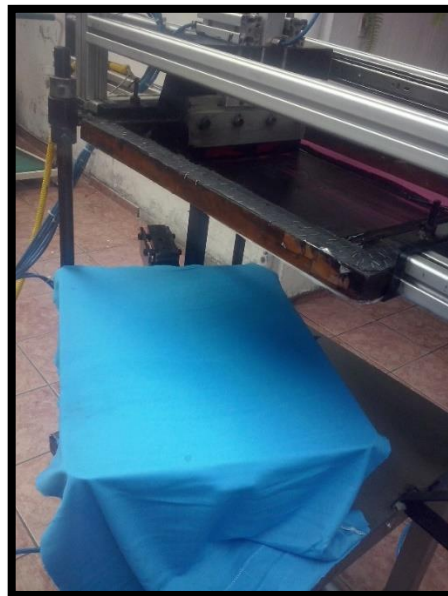


Figura 5. 35. Colocación de textil.

Fuente: Autor.

5.7.2 Operación de la máquina de serigrafía en modo manual.

Este modo de operación permite al operador realizar una secuencia de trabajo sobre el estampado de un textil acorde a su necesidad de uso de la máquina. El uso del modo manual de la máquina viene descrito por las siguientes operaciones:

- a) Seleccionamos el modo de operación dando un pulso sobre el display de la pantalla de inicio donde se nos despliega un teclado de operación, el cual para estar en modo manual de la máquina debemos seleccionar el numero 1 correspondiente y aceptar la con la tecla enter.



Figura 5. 36. Selección en teclado modo manual.

Fuente: Autor.

- b) En la pantalla principal se nos enciende la luz de color amarillo indicándonos que la selección fue realizada en modo manual. Para pasar a la pantalla del modo de selección debemos aplastar en la imagen con nombre “Manual”.

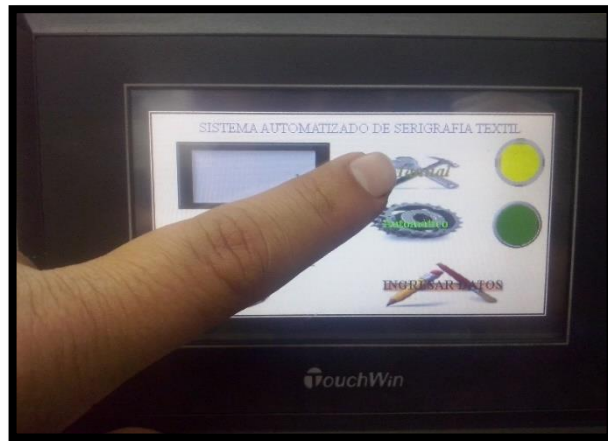


Figura 5. 37. Selección modo manual en la imagen.

Fuente: Autor.

- c) Se nos muestra la pantalla de “MODO MANUAL”, en esta se puede accionar los diferentes actuadores detallados con su nombre respectivo. Seguiremos el proceso normal de estampado con todos sus pasos respectivos.



Figura 5. 38. Pantalla en selección modo manual.

Fuente: Autor.

- d) Iniciamos nuestra secuencia de estampado en modo manual con la activación de la tecla pistón mesa.



Figura 5. 39. Activación tecla pistón mesa.

Fuente: Autor.

- e) Así tendremos un acercamiento de la mesa móvil que contiene el textil a estampar hasta la matriz de diseño con una separación de 2 a 4mm según las recomendaciones del artesano.

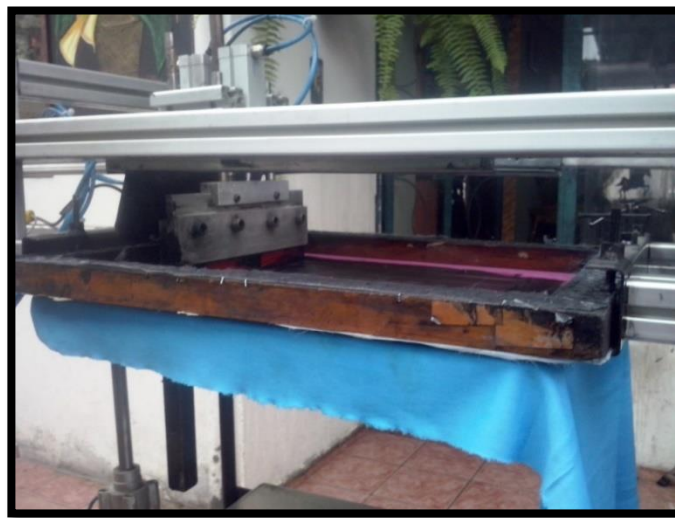


Figura 5. 40. Acercamiento de mesa móvil a matriz de diseño

Fuente: Autor.

- f) Para el abastecimiento de pintura, para esto debemos presionar su imagen de accionamiento llamada válvula de pintura.

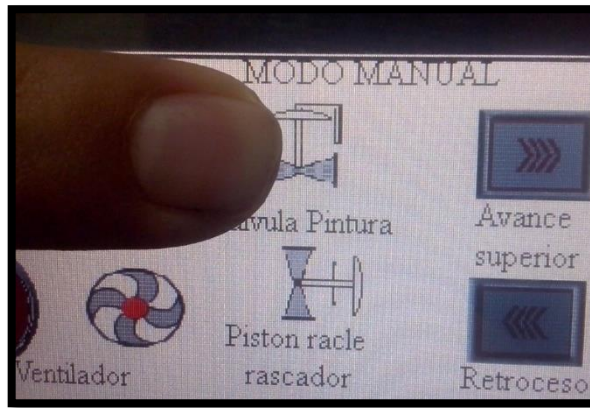


Figura 5. 41. Accionamiento válvula de pintura.

Fuente: Autor.

- g) Mantenemos presionado la válvula de pintura hasta que por medio del sistema de abastecimiento que comprende su manguera y su T de material de cobre cubra el largo del racle de caucho con la pintura de PVC plastisol, como se muestra en la siguiente ilustración.



Figura 5. 42. Cantidad de pintura sobre la matriz.

Fuente: Autor.

- h) Accionamos el mando denominado pistón racle y rascador para que el racle tome accionamiento.

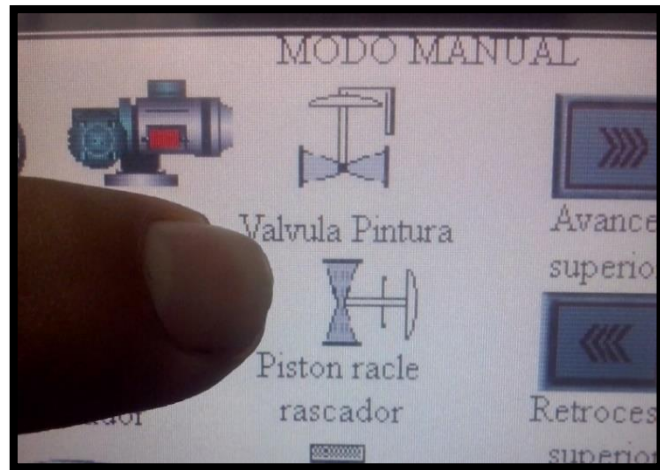


Figura 5. 43. Selección racle rascador.

Fuente: Autor.

El pistón que maneja al racle se activa colocándolo en una posición cercana a la malla y levantado al pistón rascador, por el efecto de la conexión neumática en “X”.

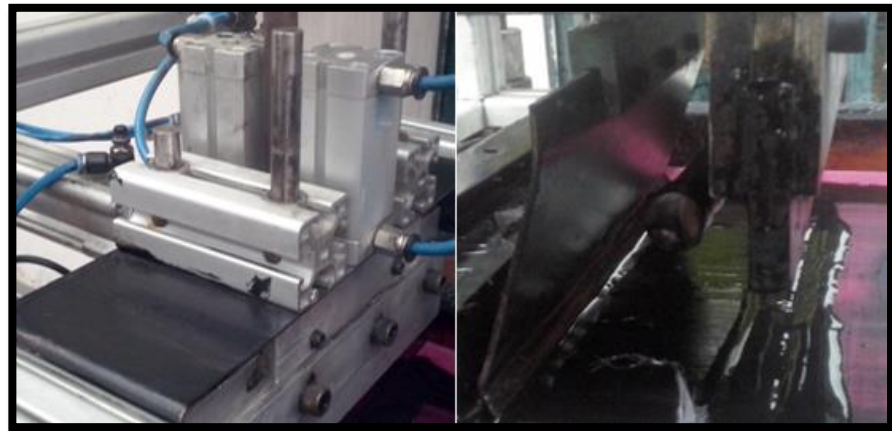


Figura 5. 44. Activación pistón racle.

Fuente: Autor.

- i) A continuación seleccionamos la tecla pistón superior avance para que el racle disperse toda la pintura sobre la matriz de diseño.

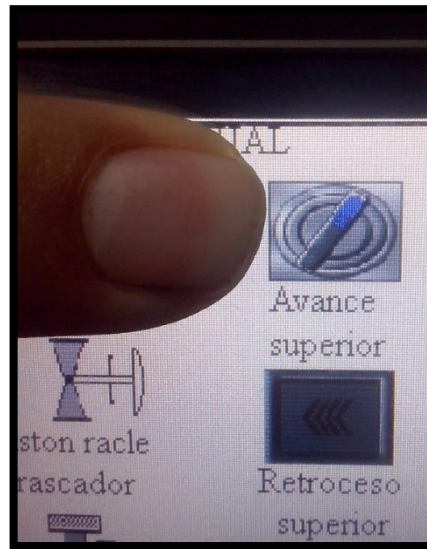


Figura 5. 45. Activación tecla pistón avance

Fuente: Autor.

De esta manera el racle disperso el plastisol por el diseño a estampar, seleccionado por su tecla de accionamiento hasta el límite de las dimensiones de estampado.

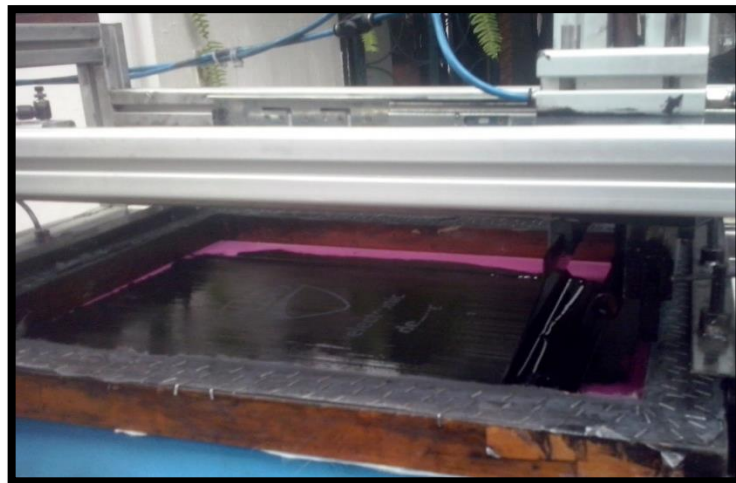


Figura 5. 46. Dispersado de pintura en matriz.

Fuente: Autor.

- j) Luego de esta operación desactivamos la tecla pistón racle rascador de la pantalla touch HMI, para que el racle tome acción en el siguiente paso. Levantado al racle y acercando al rascador a la matriz de diseño.

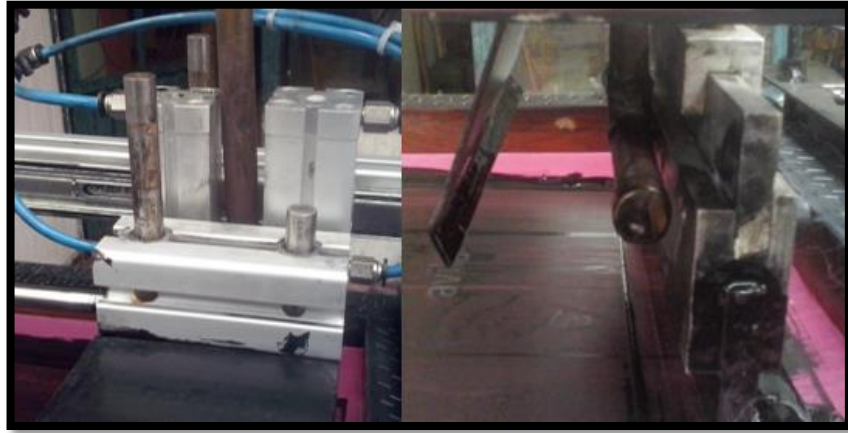


Figura 5. 47. Activación racle de caucho.

Fuente: Autor.

- k) Presionamos la tecla retroceso superior para que el rascador regrese a su posición inicial y que cumpla su proceso de estampado.

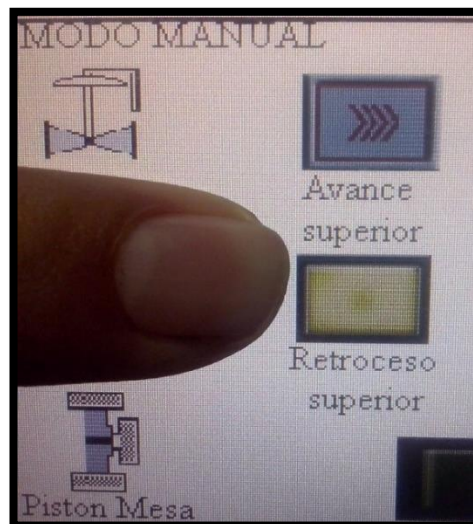


Figura 5. 48. Selección de retroceso de pistón superior

Fuente: Autor.

De este modo el rascador realiza una presión a lo largo de la matriz de diseño regresando a la posición original de estado del pistón superior. Impregnando el diseño sobre el textil expuesto en la mesa móvil.

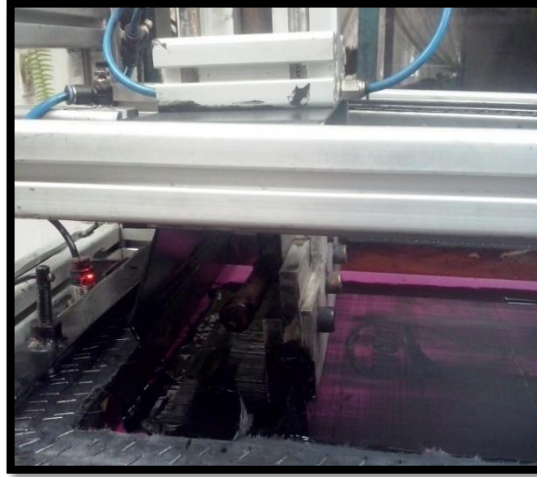


Figura 5. 49. Trabajo del rascador sobre el diseño y textil.

Fuente: Autor.

- 1) Desactivamos la tecla pistón mesa para que la mesa móvil regrese a su estado de inicio, mostrándonos el textil ya estampado con el diseño de la matriz. Como producto terminado pudimos constatar un no grabado textil perfecto como se muestra a continuación.

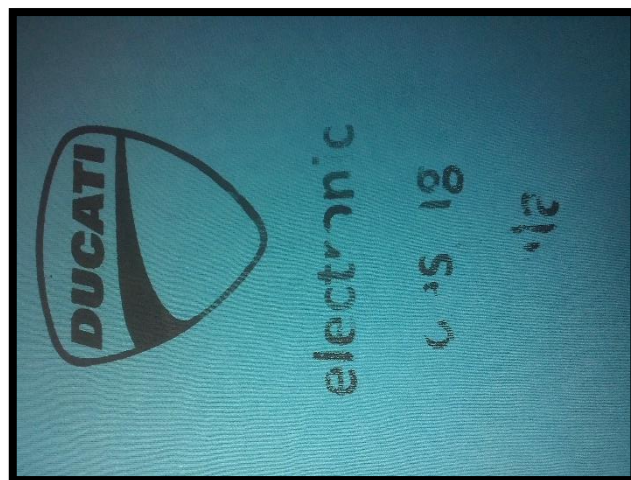


Figura 5. 50. Textil estampado defectuoso.

Fuente: Autor.

Este inconveniente se debe a la distancia de acercamiento entre el sistema racle y rascador, para esto se lo calibra de una forma mecánica de la barra denominada soporta racles hacia la malla del diseño dándonos unas medidas que se debe conservar descritas en la siguiente figura:

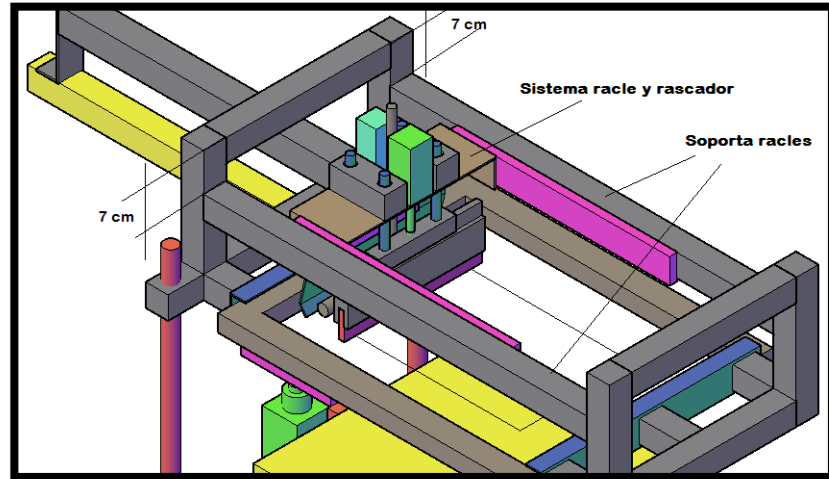


Figura 5. 51. Medida de distancia racles y malla.

Fuente: Autor.

Esta medida se lo realiza en los pernos de calibración colocados en las barras soporta racles. Teniendo las medidas correctas podemos constatar la diferencia de grabado en el textil.



Figura 5. 52. Textil estampado en modo manual.

Fuente: Autor.

- e) El horno de secado puede ser encendido desde la pantalla en modo manual en su selección ON / OFF, así también podemos saltar a la pantalla de inicio con su tecla correspondiente.



Figura 5. 53. Encendido de horno

Fuente: Autor.

- f) Podemos activar también el ventilador con su botón de marcha, Así como la banda transportadora de secado que es accionada desde su tecla nombrada como motoreductor, dándonos un aviso de accionamiento de color verde.



Figura 5. 54. Activación de motoreductor.

Fuente: Autor.

Así el textil estampado recorrerá a través de la banda transportadora pasando por la niquelina de secado, en cuanto nosotros le demos activación al botón de marcha.



Figura 5. 55. Recorrido de textil por la banda transportadora.

Fuente: Autor.

5.7.3 Admisión de parámetros de funcionamiento a la máquina.

Para el funcionamiento de la máquina en modo automático se debe ingresar datos de las variables que consta el proceso completo de serigrafía. Para esto debemos apstar en la pantalla de inicio la tecla llamada “INGRESAR DATOS”.



Figura 5. 56. Tecla para ingresar variables

Fuente: Autor.

Al asentar la selección se nos despliega la pantalla “DATOS INGRESADOS”. Presentándonos los siguientes espacios de ingreso en forma de display de visualización:

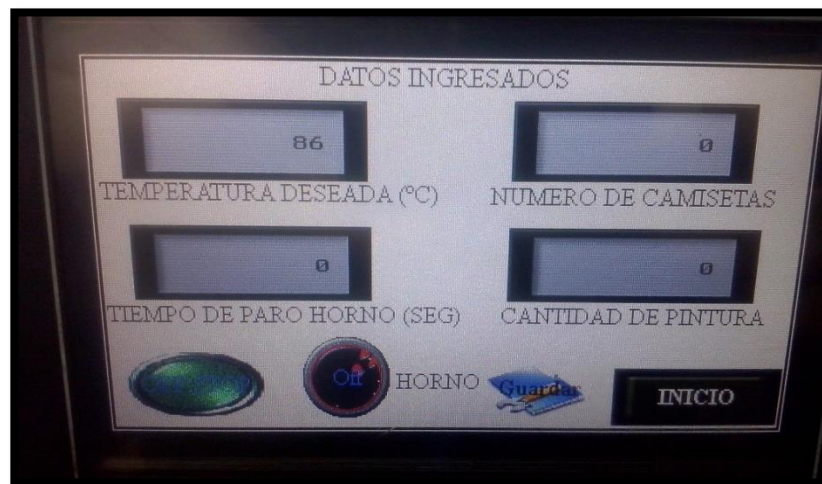


Figura 5. 57. Pantalla de datos ingresados HMI

Fuente: Autor

Ingreso de temperatura deseada.

Al apastar el display de ingreso de temperatura nos surge un teclado numérico, el cual permite al operador ingresar la temperatura deseada que se maneja en el horno de secado.



Figura 5. 58. Ingreso de temperatura en HMI

Fuente: Autor.

Teniendo nuestra temperatura ambiente del sitio en donde se encuentra la maquina a 24 ° C al momento de realizar el estampado de camisetas en la maquina automatizada. Se llevó a cabo pruebas de funcionamiento del horno determinándose que la temperatura de secado del textil estampado con plastisol en nuestro horno transportador es de **84 °C**, tomando en cuenta que esta dependerá de las condiciones de ambiente exteriores.

Ingreso de tiempo de paro bajo el horno.

En este espacio de la pantalla de datos ingresados podemos ingresar el tiempo de paro del horno en unidad de segundos, es decir el tiempo que el textil permanezca bajo la inducción de temperatura de la niquelina eléctrica, para así lograr un secado optimo del mismo.

El tiempo encontrado está en función de la temperatura de ingreso del horno, bajo a pruebas se determinó que para una temperatura de 84 ° C debe permanecer el textil bajo del horno de **12 segundos**.



Figura 5. 59. Ingreso de tiempo bajo el horno.

Fuente: Autor.

Ingreso de tiempo de número de camisetitas.

Este display de ingreso nos permitirá ingresar la cantidad de producción de número de camisetitas que vamos a estampar. Con este dato la maquina trabajara hasta cumplir la elaboración.



Figura 5. 60. Ingreso de número de camisetitas.

Fuente: Autor.

Ingreso de cantidad de pintura.

La cantidad de pintura está ligada al tiempo de accionamiento de la válvula de paso de plastisol desde su recipiente a la matriz. No obstante se debe tomar en cuenta la viscosidad o el material espeso de la misma que influye en la caída hacia la matriz. Nuestro tiempo de caída calculado fue de dos minutos (**120 segundos**), siendo ingresados en el display de “CANTIDAD DE PINTURA”.



Figura 5. 61. Ingreso de cantidad de pintura.

Fuente: Autor.

La pintura depositada en la matriz de diseño en los 120 segundos de apertura nos da una cantidad suficiente para que se cubra con totalidad el área del diseño a estampar a lo largo del sistema racle rascador.

Tener en consideración que esta cantidad de pintura es para nuestro diseño presentado en este artículo, la cual variara según el uso de operador y su diseño. La cantidad de pintura depositada en la matriz nos abasteció para el estampado de **32 camisetas**.

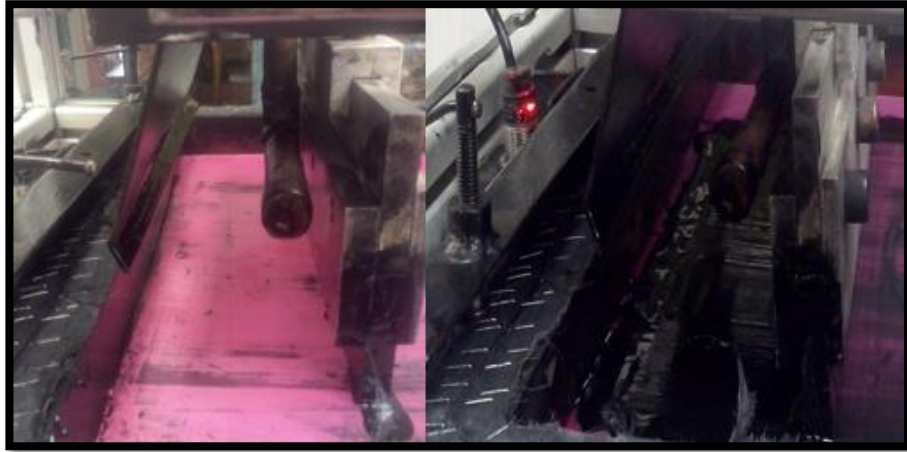


Figura 5. 62. Abastecimiento de pintura en la matriz, antes y después.

Fuente: Autor.

Teclas de accionamiento de datos.

- ✓ Tecla HORNO, nos permite pasar del estado OFF a ON del horno manejando a la niquelina eléctrica.
- ✓ Tecla Guardar, todos los datos ingresados se guardaran correctamente de esta manera pasaran al programa del PLC en sus registros y mandara a accionar a las actuadores según nuestras necesidades.
- ✓ Tecla Stop, es un paro de emergencia de toda la máquina.
- ✓ Tecla INICIO, nos permite saltar a la pantalla de inicio.



Figura 5. 63. Teclas complementarias de pantalla DATOS.

Fuente: Autor.

5.7.4 Operación de la máquina de serigrafía en modo automático.

Encontrándonos en la visualización de la pantalla de inicio seleccionamos en el teclado de selección de modo el número 2, el cual nos permitirá entrar al modo automático.



Figura 5. 64. Selección en display de modo automático.

Fuente: Autor.

Al seleccionar el número 2 se enciende la luz de color verde que indica la selección en automático, a continuación para pasar a la pantalla al modo seleccionado, se activa la tecla con el nombre “Automático”.



Figura 5. 65. Tecla selección modo automático.

Fuente: Autor.

A continuación, el HMI nos enseña la pantalla llamada “MODO AUTOMATICO”. Esta pantalla nos presenta datos reales del proceso de estampado, así como teclas de accionamiento.

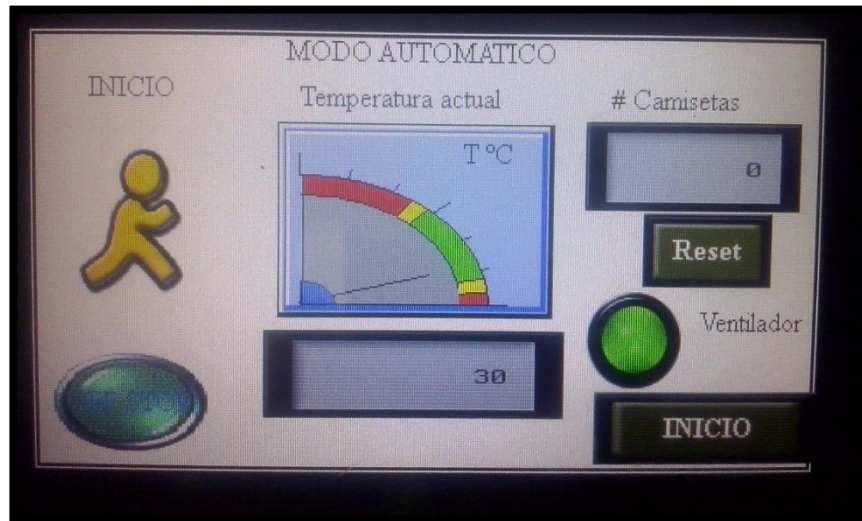


Figura 5. 66. Pantalla en “MODO AUTOMATICO” en HMI

Fuente: Autor.

5.7.5 Descripción de las partes de la pantalla modo automático.

Tomando en cuenta que se trabajara con los mismos datos de variables en la pantalla “DATOS INGRESADOS”, por pruebas y datos encontrados, procedemos a iniciar la marcha en modo automático.

La pantalla de describe por las siguientes partes. (Ver figura 216):

- a) Tecla INICIO: esta nos permite dar el primer paso de marcha hacia el sistema completo automático de serigrafía luego de haber colocado el textil en la mesa móvil y en el transportador.

Cumple los siguientes pasos según el proceso en:

Proceso automático en mesa móvil:

- ✓ Acercamiento de mesa móvil a la matriz de diseño.
- ✓ Accionamiento de rascador hacia la matriz.

- ✓ Avance de pistón superior arrastrando al rascador y la pintura plastisol a lo largo de la matriz.
- ✓ Cambio de accionamiento de racle a rascador de caucho.
- ✓ Retroceso de pistón superior y racle de caucho, asentando la pintura plastisol sobre la matriz y textil.
- ✓ Paro de racle y pistón superior.
- ✓ Desactiva pistón mesa y posiciona al pistón en su posición original para el retiro del textil estampado por parte del operador.

Proceso automático en transportador:

- ✓ Colocamos el textil a estampar en la banda transportadora, donde el sensor fotoeléctrico da el inicio al transportador.
 - ✓ La banda lo sitúa debajo del horno al textil, con la temperatura ingresada y permaneciendo el tiempo ingresado en la pantalla datos ingresados.
 - ✓ Luego de esto se acciona el motoreductor hasta el final de la banda transportadora, pudiendo ser retirada por el operador el producto terminado.
-
- b) Display temperatura actual: comprende un display digital y uno análogo, permitiéndonos supervisar la temperatura actual de secado de horno transportador.
 - c) Display # de camisetas: este dará el dato de número de camisetas estampadas cada vez que termine su proceso en la banda transportadora. Valor ingresado según el operador, en nuestro ejemplo fue 4 unidades.
 - d) Tecla Reset: nos permite apagar la alarma de aviso audible cuando la producción está completa y nuevamente poner en cero el contador de número de camisetas en el display.
 - e) Tecla ventilador: da el accionamiento o no del uso del ventilador, el cual dependerá de las condiciones ambientales actuales.
 - f) Tecla INICIO: podemos ir a la pantalla principal.
 - g) Tecla STOP. Paro de emergencia general.

Todo este proceso automático es igual al descrito en modo manual, con la diferencia que solo aplastamos la tecla de INICIO para que cumpla todo el trabajo basados en lo datos ingresados de variables.



Figura 5. 67. Textiles estampados en modo automático.

Fuente: Autor.

5.8 Seguridad y mantenimiento de maquina automatizada de serigrafía.

5.8.1 Seguridad.

- ✓ La operación de la maquina deber ser por personal con conocimientos previos técnicos mecánicos y técnicos eléctricos, suficientes para la buena operación de la maquina e identificación de errores en la misma y su pronta solución en cuanto al funcionamiento de sus dispositivos.
- ✓ Verificación de sus niveles de voltaje de ingreso en el tablero de control antes de operar la máquina.
- ✓ Comprobar que el botón de paro de emergencia este en un correcto estado de actuación.
- ✓ La manipulación de limpieza de sus actuadores o dispositivos se lo debe realizar sin alimentación eléctrica ni neumática. Desconectar el enchufe a la energía eléctrica, y cerrar la válvula de paso de aire del compresor.

5.8.2 Mantenimiento.

La máquina automatizada debe tener inspecciones periódicas en sus elementos eléctricos, neumáticos y mecánicos tanto en su funcionamiento y factores que influyen al mismo como su limpieza y partes a intercambiar según su necesidad.

Presentamos un plan de mantenimiento preventivo para poder garantizar su vida útil larga y buena operación:

Inspección Diaria.

- ✓ Verificar el voltaje de ingreso general de funcionamiento, con la visualización en el PLC y HMI.
- ✓ Verificación de la temperatura en el centro de control, cables, motoreductor en sus partes o carcasas.
- ✓ Ver si los ejes de los cilindros neumáticos estén libre de suciedad o polvo, de caso contrario limpiarlos con la ayuda de una esponja suave sin averiar el metal.
- ✓ Drenar el agua de la unidad de mantenimiento en su filtro de ingreso.
- ✓ Limpiar la malla de diseño de rebabas de pintura plastisol con la ayuda de una tela, de 5 a 8 impresiones en el textil.
- ✓ Ver si el envase de pintura plastisol esta con un nivel para continuar con el trabajo de estampado.
- ✓ Antes de realizar el trabajo de estampado comprobar que la mesa móvil esté lisa sin protuberancias, así como el textil este completamente llano sin alguna enmendadura o cocidos, debido a la razón que el contacto mesa-textil-malla puede tener algún tipo de repercusión al momento del estampado al paso de los racles y deteriorar la malla y dañar el diseño como se muestra en la siguiente figura.



Figura 5. 68. Malla de diseño deteriorada debido al textil perturbado.

Fuente: Autor.

Inspección semanal.

- ✓ Verificar el nivel de aceite del compresor y remplazarlo si es necesario.
- ✓ Llenar de aceite mineral a la unidad de mantenimiento en su depósito si su nivel esta debajo de lo indicado.
- ✓ Limpiar los ejes y carcasa del motoreductor.
- ✓ Desempolvar los vástagos de los pistones neumáticos.
- ✓ Revisar las aletas del ventilador que estén libre de impurezas.
- ✓ Ver en el interior del centro de control este con polvo y limpiarlo con aire.
- ✓ Dar limpieza a los filtro de aire de admisión del compresor.

Inspección Mensual.

- ✓ Revisar a los rodamientos de la banda transportadora si están con correcto engrasado, o caso inverso ponerlos grasa.
- ✓ Inspección de mangueras, conectores neumáticos de las electroválvulas, pistones, válvula y compresor estén correctamente acoplados, si es necesario reemplazarlos.
- ✓ Verificar si los cables eléctricos y terminales están con buen aislamiento y su conexión a los elementos este firme y sujeta.
- ✓ Revisar los contactores, relés, borneras, PLC, HMI estén en buen estado de accionamiento.

- ✓ Comprobar el estado de la banda que conecta el eje del motoreductor con los rodillos de la banda de lona, en cuanto a su estado sin trizaduras ni desgastes.
- ✓ Si existiese alguna anomalía en sus partes de toda la maquina reemplazarlos con sus mismas características o acoplarles según la necesidad.

5.9 Características del sistema automatizado de serigrafía.

Nuestro sistema automatizado de serigrafía completo forma de diferentes características técnicas de operación, consumo de energía y complementos, cada una de ella esta descrita en la siguiente tabla:

Tabla 5. 2. Características sistema automatizado de serigrafía.

Interfaz con usuario:	Pantalla Touch puerto paralelo HMI.
Unidad de Control:	PLC
Tipo de Sensores:	Termocupla PT 100, Magnético, Foto eléctrico, Inductivo.
Sistema de control de temperatura de horno:	PID
Actuadores Neumáticos:	Electroválvulas, cilindros neumáticos, válvula pilotada.
Actuador Eléctrico:	Motoreductor, Ventilador, Niquelina
Voltaje Alimentación:	127 VCA, 24 VCD (sensores y HMI)
Corriente de alimentación Max:	17 Amperios
Potencia de consumo:	1,9 KW
Consumo de Aire:	103 L/min = 3,67 cfm
Compresor de Aire:	2 HP - 7,1 cfm - 200 L/min
Área máx. de impresión :	210 x 297 mm tamaño A4

5.10 Costos de elaboración de maquinaria automatizada.

Para el diseño y construcción de la maquina automatizada de serigrafía se realizó la compra de materiales eléctricos, neumáticos, mecánicos en talleres externos, etc. Los cuales los detallamos a continuación:

5.10.1 Costos material eléctrico.

Tabla 5. 3. Costos material eléctrico.

Denominación	Cantidad	Precio \$
Gabinete metálico BOX 600 x 400 x 200	1	57
PLC Xinje XP3	1	236
Tarjeta de expansión XP33AD3PT	1	143
Relé chint 14p 110V	5	35
Contactor Chint NC1-12	2	20
Relé térmico 5.5. – 8 A	1	14
SSR Autonics SR1-1240	1	40
Sensor fotoeléctrico autonics	1	85
Sensor inductivo autonics	1	35
Breaker NB1 20 A	1	9
Breaker NB1 2 A	1	5
Breaker NB1 10 A	1	5
Bornera riel 2.5mm	20	9
Canaleta ranurada 25 x 40	1	6

Riel DIN	1	3
Sensor PT 100 autonics	1	27
Sensor magnético SME Festo	1	41
Bornera riel 12 pares	1	2
Prensa estopa PG 9	1	1
Prensa estopa PG 16	2	2
Tubo ½ “ FS	10 mts	17
Terminal para cable punter	100	2
HMI TH 465	1	420
Cable flexible # 22	80 mts	10
Cable flexible # 12	20 mts	15
Pulsante emergencia	1	20
Selector 2 posiciones	1	7
Cable concéntrico 3x12	5 mts.	9
Electroválvula 5/2 110 V ¼ “	2	46
Electroválvula 5/3 110 V ¼ “	1	60
Electroválvula 3/2 110 V ¼ “	1	20
Cable PLC	1	23
Amarra dexion	1 funda	2
Cable de silico	10 mts.	10
Libretines de caracteres	2	35
Enchufe polarizado	1	3

Manguera anillada	10 mts	3
Ventilador 110 VCA 8 “	1	100
Motoreductor 0,37 KW 120VCA	1	500
Compresor de aire 2HP	1	304
Niquelina eléctrica 110VCA	1	22
TOTAL \$		2403

5.10.2 Costos material neumático.

Tabla 5. 4. Costos material neumático.

Denominación	Cantidad	Precio \$
Unidad de mantenimiento ¼	1	15
Válvula 2/2 pilotada neumática acero	1	141
Racor recto ¼ x 8mm	5	5
Cañería 6mm	10 mts	9
Cañería 8mm	2 mts	3
Racor recto ¼ x 6mm	10	10
Silenciador 1/8 bronce	6	6
Silenciador ¼ bronce	2	3
Tubo cobre ½	50 cm	3
Accesorios cobre ½	1	3

Manguera polivinilo	1,5 mts	2
Cilindro doble efecto ADN 25-50 festo	2	189
Cilindro doble efecto ADN 32-400 festo	1	177
Cilindro doble efecto DSBC 50-250 festo	1	227
TOTAL \$		793

5.10.3 Costos material mecánico.

Tabla 5. 5. Costos material mecánico.

Denominación	Cantidad	Precio \$
Riel telescópica 14"	2	9
Banda carlis DAYCO AX-47	1	7
Rasero de caucho PVC 3-80	12"	23
Grapa banda unión correa L27	1	4
Rodamiento lineal	4	49
Perfil aluminio 40x40	5	186
Fijación de normas perfil aluminio	19	64
Banda de lona	5	40
Plancha de 8mm mas corte	40 cm	23
Pernos,tuercas,brocas,arandelas.	varios	30
Estructura banda transportadora	1	700

Estructura mesa de estampado.	1	150
Soporte centro de control.	1	25
Sistema racle y rascador.	1	250
TOTAL \$		1560

5.10.4 Costo total por material.

Tabla 5. 6. Costo total maquina serigrafía.

<u>Denominación</u>	<u>Costo</u>
Material eléctrico	\$ 2403
Material neumático	\$ 793
Material mecánico.	\$ 1560
COSTO TOTAL MAQUINA SERIGRAFIA	\$ 4756

5.11 Precio de maquinaria de procedencia extranjera.

En nuestro medio nos encontramos con maquinaria de procedencia extranjera, las cuales son importadas por casas comerciales que tienen su distribución de la marca M&R para nuestro país, una de estas es la empresa “PAN GRAPHIC & SERVICE “, compañía comercializadora de maquinaria e insumos para el trabajo serigráfico ubicada en la ciudad de Guayaquil.

Las maquinarias de PAN GRAPHIC son de utilización manual y automática, según la necesidad del comprador. Se solicitó cotización de máquinas que se asemejen a nuestra maquina automatizada, para poder tener un referencial de su precio vs la nuestra.

Horno textil eléctrico “ECONOMAX”



Figura 5. 69. Horno ECONOMAX.

Fuente: [http://www.mrprint.com/uploaded/image/Economax-D-Electric-Screen-Printing-Conveyor-Dryer Electric-Textile-Dryer MR OV12.jpg](http://www.mrprint.com/uploaded/image/Economax-D-Electric-Screen-Printing-Conveyor-Dryer%20Electric-Textile-Dryer%20MR%20OV12.jpg)

Características:

- ✓ Marca: M & R Companies.
- ✓ Procedencia: Illinois USA.
- ✓ Ancho de banda: 61cm
- ✓ Ancho total: 84 cm
- ✓ Longitud total: 239 cm
- ✓ Voltaje de alimentación: 220 VCA
- ✓ Sistema de ventilador.
- ✓ Paneles radiantes: 3 controlado por PID.
- ✓ **Precio en Ecuador: 9.628,70 + IVA**

Estampadora textil manual SIDEWINDER.



Figura 5. 70. Estampadora SIDEWINDER

Fuente: http://www.mrprint.com/uploaded/image/Sidewinder_Solo-Manual-Screen-Printing-Press_T-Shirt-Screen-Printing-Machine_MR_vacuum-pallet_OV31.jpg

Características:

- ✓ Marca: M & R Companies.
- ✓ Procedencia: Illinois USA.
- ✓ Tamaño máximo de marco: 64 cm x 91 cm x 5cm
- ✓ Tamaño máximo de la imagen: 51cm x 76 cm
- ✓ **Precio en Ecuador: 3.818, 36 + IVA.**

Estampadora textil automática DIAMONDBACK.



Figura 5. 71. Estampadora automática DIAMONDBACK.

Fuente: http://www.mrprint.com/uploaded/image/Diamondback-C_Automatic-Screen-Printing-Press_Screen-Printing-Machine_MR_OV31.jpg

Características:

- ✓ Marca: M & R Companies.
- ✓ Procedencia: Illinois USA.
- ✓ Área de impresión: 8 estaciones, 6 colores.
- ✓ Consumo de aire: 510 l/min
- ✓ Voltaje: 220 VCA.
- ✓ Tamaño de marco; 53 x 71 x 4,5 cm.
- ✓ Tamaño de imagen: 38 x 41 cm.
- ✓ Brazo de control giratorio con visualizador de pantalla sensible al tacto.
- ✓ Programa de impresión Revolver Print Program.
- ✓ **Precio en Ecuador: 38.874, 60 + IVA.**

Se puede comprobar el precio sumamente diferenciado a nuestra maquina automatizada de producción nacional, no obstante dejar de parte a la tecnología destacada que maneja la compañía M&R para la elaboración de su maquinaria.

5.12 Tiempos de ejecución de estampado serigráfico.

Los datos tomados de tiempos fueron medidos en selección de modo automático en la maquina automatizada. El tiempo de abastecimiento de pintura no se incluyó en las siguientes tablas por la razón que su proceso no es para cada ejecución. Se midió cada proceso que conforma el trabajo completo, los cuales hacen mención a la mesa de estampado y banda transportadora de secado.

5.12.1 Tiempos de ejecución en mesa de estampado.

Tabla 5. 7. Tiempos en el proceso en mesa de estampado

Proceso	Función	Tiempo (seg)
Cargado textil a mesa móvil.	Operador	9
Acercamiento mesa móvil a matriz diseño.	Maquina	2
Posición rascador de trabajo en malla.	Maquina	0,75
Avance rascador a lo largo de malla.	Maquina	2
Posición de racle de trabajo en malla.	Maquina	0,75
Retroceso racle a los largo de malla.	Maquina	3
Descenso de mesa móvil a posición original.	Maquina	2
Descargado de textil estampado y puesto en horno de secado.	Operador.	9,5
Tiempo total de trabajo en mesa estampado		29

5.12.2 Tiempos de ejecución en banda transportadora de secado.

Tabla 5. 8. Tiempos de secado en horno.

Proceso	Función	Tiempo (seg)
Transporte textil desde al inicio de banda a niquelina.	Máquina	10,9
Tiempo debajo de niquelina (dato ingresado por el operador)	Máquina-Operador	12
Tiempo desde niquelina a final de banda transportadora.	Máquina	13,8
Tiempo total de trabajo en horno de secado		36,7

5.12.3 Tiempo total de estampado automatizado.

Tabla 5. 9. Tiempo total de trabajo serigráfico por textil.

Proceso	Tiempo (seg)
Trabajo en mesa de estampado	29
Trabajo en horno se secado	36,7
Total trabajo de estampado por unidad	65,7

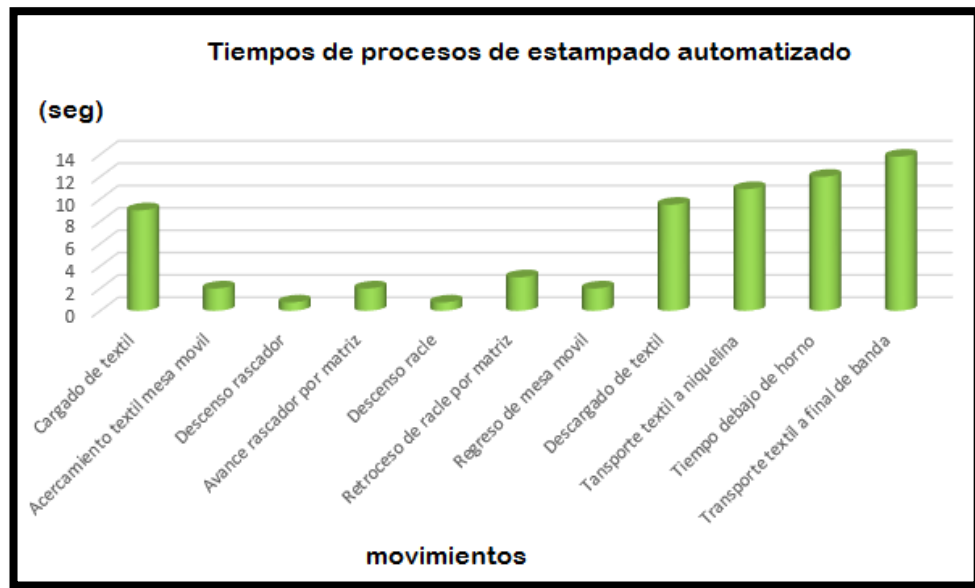


Figura 5. 72. Grafica movimientos vs tiempo por proceso.

Fuente: Autor.

Podemos observar en la gráfica movimientos vs tiempo por proceso, que el mayor tiempo se encuentra en el proceso de secado en la banda transportadora, debido al largo de la banda (2 metros), y el tiempo de inducción de la niquelina sobre textil deben ser según lo descrito en la pruebas elaboradas (12 segundos), para poder obtener un secado correcto del textil estampado.

Así también, los menores tiempos de movimientos pertenece al descenso y ascenso según el proceso del sistema de racle y rascador, consecuencia de su corta longitud de carrera de sus vástagos, pues es solo de 50 mm.

El tiempo de accionamiento del pistón superior que cumple con la función de avance del rascador y retroceso del racle de goma a lo largo de la matriz de diseño, se puede variar en su accionamiento en sus reguladores de caudal colocados en el cuerpo del cilindro. Se debe tomar en consideración que su se regula a un estado de 100% de apertura del regulador puede aumentar su velocidad y generar cortes en la malla y dañar el diseño.

La suma tomada de todos estos tiempos de cada movimiento es de 1 minuto con 5,7 segundos, ocupado en cada ciclo de trabajo o en cada estampado de textil.

Se debe tomar en cuenta que por cada 32 camisetas estampadas según nuestro diseño de pruebas, requiere de cargado de pintura plastisol por un tiempo de 2 minutos (120 segundos). Y así también por cada 5 impresiones se debe limpiar el diseño en la malla para evitar distorsión en el diseño un tiempo tomado de 1 minuto. Estos se los denomina como tiempos muertos de operación.

Tabla 5. 10. Tiempos muertos de la máquina.

Operación	Tiempo (min)	Frecuencia
Cargado de plastisol en la matriz	2	32 impresiones
Limpieza de malla en el diseño.	1	5 impresiones

Descritos todos los tiempos de estampado, secado y muertos podemos tener un dato de la cantidad de textiles a estampar por un periodo de diario de 8 horas de trabajo (480 minutos), por parte del operador y máquina.

Tabla 5. 11. Cantidad de textiles por minuto.

# textiles	Tiempo (min)
1	1,01
5	6,48
32	43,44
353	479,19

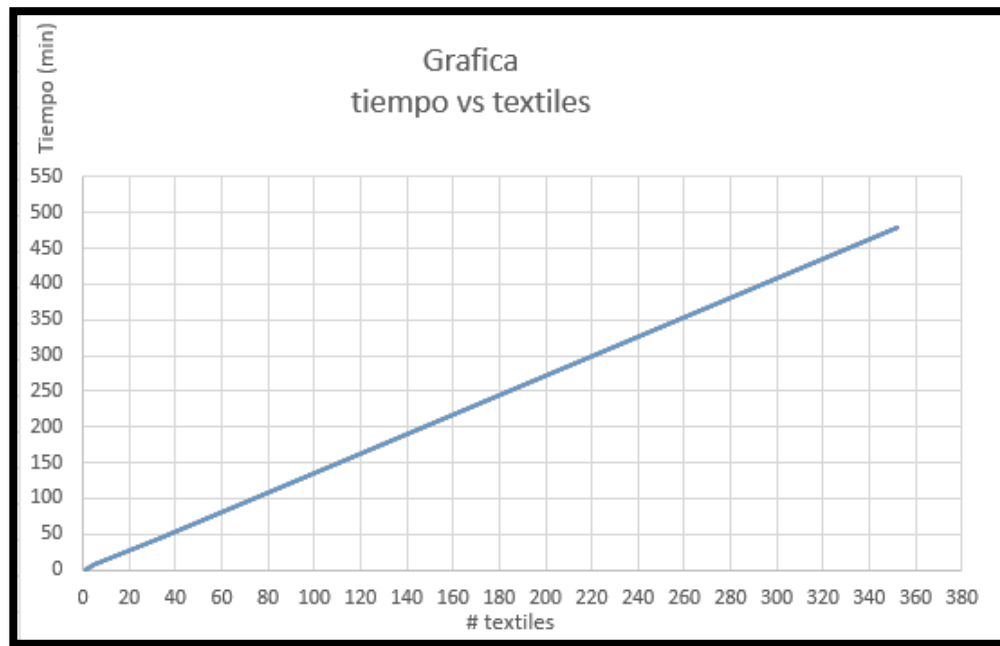


Figura 5. 73 . Grafica tiempo vs textiles diario.

Fuente: Autor.

Tabla 5. 12. Cantidad de textiles por día, semana y mes.

	Diario	Semanal (5 días)	Mensual (20 días)
Cantidad de textiles estampados.	353	1765	7060

5.13 Cantidad de pintura plastisol.

La pintura utilizada en las pruebas de funcionamiento de la maquina se denomina PLASTISOL de color negro, que al ser unida con diluyente permite ser menor o mayor espesa, de esto depende la calidad de estampado que le demos al diseño sobre el textil.

Otro factor que influye es el área del diseño a estampar, se tomó como referencia el arte utilizado en las pruebas que es el tamaño promedio de un diseño en una medida de A4 normalizada. No olvidar la calidad de la malla y su foto revelado que influyen también en el consumo de plastisol PVC.

Como las pruebas descritas de estampado se tomó como referencia las 32 impresiones promedio para cargado de plastisol, obteniendo los datos de la siguiente tabla:

Tabla 5. 13. Cantidad de plastisol por textil.

# textiles	Cantidad de plastisol (gramos)
1	6,25
5	31,25
32	200
353	2206,25

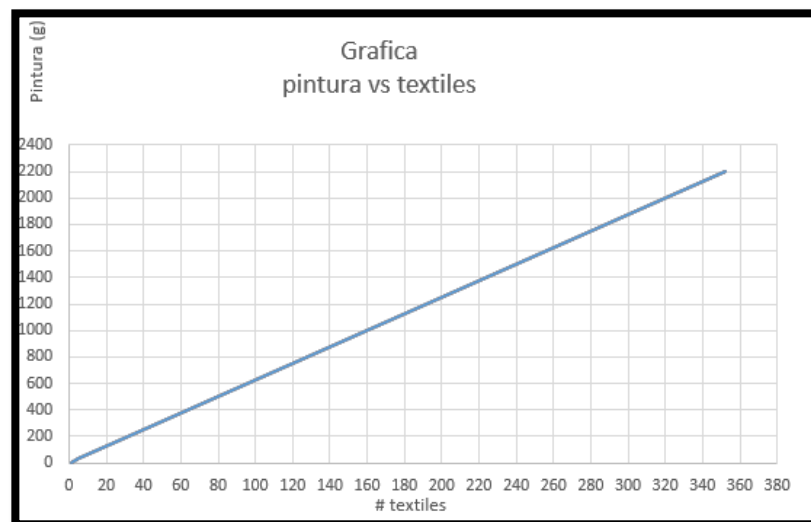


Figura 5. 74. Grafica pintura vs # textiles.

Fuente: Autor.

En la gráfica se representó la cantidad de pintura necesitada para estampar 1 textil hasta 353 textiles, estos últimos son realizados por día de trabajo de 8 horas con una cantidad de pintura de 2206,25 gramos (2,21 Kg). Esta cantidad de pintura fue mezclada con diluyente una cantidad de 0,55 litros.

5.14 Estudios de costos.

A partir de la construcción del sistema automatizado de serigrafía, pruebas de funcionamiento y cuantificación de utilización de materia prima, podemos obtener una idea clara del tiempo que el sistema puede devolver la inversión de su implementación.

En la siguiente tabla representamos costos de funcionamiento y materia prima por día de trabajo (8 horas), con una producción de 353 camisetas.

Tabla 5. 14. Costos de producción diaria.

Denominación.	Costo \$ por día
2,21 Kg de plastisol	16,56
0,55 litros de diluyente	7
Energía eléctrica 670,7 kW/h	6,7
Otros (malla, limpieza, mantenimiento)	4
Total costo Producción diaria	34,26

Para el trabajo de estampado de 353 textiles diarios tenemos un costo de materia prima y energía eléctrica de \$ 34,26.

Si por cada estampado se cobra una cantidad competitiva de \$ 0,50 centavos de dólar, se tiene que una producción diaria un valor de \$176,50, de este valor restamos el costo de producción dándonos:

- ✓ **Ganancia diaria de: \$142,24**
- ✓ **Recuperación de costo de maquinaria \$ 4756 en 34 días laborables.**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- El sistema construido automatizado de serigrafía remplazo considerable de la interacción humana, en cuanto a la necesidad mental y sensorial, en la operación de un proceso de pasar a la necesidad de dos operadores a la de uno solo, con la ayuda de sistemas computarizados secuenciales a una producción continua.
- Al ser una construcción y diseño nacional se tiene un mejor costo de elaboración a consideración de una maquina importada, por la razón que los materiales se los encontró a nivel nacional a precios accesibles.
- El costo de la maquinaria de \$4756 se puede recuperar su inversión en 34 días laborables, con una producción diaria de 353 estampados diarios.
- En el horno transportador se utilizó un sensor fotoeléctrico en vez de un capacitivo, del diseño inicial conceptual, debido a que el sensor capacitivo solo abarcaba una detección del textil a una distancia de 7 cm, lo cual dificultaba la señal de inicio de marcha hacia el PLC. EL sensor fotoeléctrico implementado se puede variar su detección de textil con un potenciómetro hasta 30 cm de distancia logrando así la detección clara del textil en el transportador.
- Se re diseño el sistema de posicionamiento del textil con la matriz de diseño, por la escasa estabilidad que existía, debido a la maniobra que tenía que realizar el pistón mesa a posicionar toda la estructura del soporte principal sobre el textil.

Por esta razón eso se modificó este sistema dejándolo fijo y se dejó el trabajo de acercamiento a la matriz de diseño a la mesa con el textil manejados por el pistón mesa.

- Para la dispersión de pintura sobre la malla se implementó un rascador de arrastre, que hace recorrer la pintura por el largo de la malla que contiene el diseño elegido.
- No fue suficiente la implementación de un pistón para el sistema de dispersión de pintura y asentamiento sobre el textil, por la razón que un sistema de balancín no tenía capacidad de carga apta para manejar el racle y rascador, debido a este inconveniente se distribuyó cada carga a un pistón por elemento.
- Con la ayuda del criterio de diseño del sistema de racle y rascador de ingenieros mecánicos en la tesis referida en el contenido, se pudo obtener un molde de diseño para nuestra maquina automatizada.
- La opción de elección de cilindros neumáticos que nos proporciona la compañía alemana FESTO por medio del internet, es una plataforma confiable de cálculo de pistones que fue un beneficio para dimensionar apropiadamente para nuestro sistema neumático, con nuestros datos de longitudes de carrera, presión de trabajo y cargas de arrastre.
- La velocidad entregada por el motoreductor en su eje de conducción es de 42,8 rpm, siendo esta elevada para el proceso de secado en el horno transportador, debido a este inconveniente se realizó el acoplamiento de poleas y correa hacia el eje conducido de los rodillos de arrastre de la

banda de lona, adquiriendo una velocidad moderada de 25,7 rpm aceptable para el paso del textil a lo largo del horno de secado.

- El control de temperatura incluido en el software del PLC con la aplicación del sistema PID, con la adquisición de datos desde el sensor PT100 hacia la tarjeta BD conectada al PLC, tiene un control sobre el de horno de secado de gran aceptación debido a su manejo de la temperatura deseada por el operador y el secado del textil estampado.
- El diseño e implementación de los programas de control del PLC y HMI de la marca XINJE, tienen su plataforma amigable con el fácil acceso a sus diferentes comandos que nos permiten crear un evento de procesos continuos de actuación

Recomendaciones:

- EL cálculo de dimensionado de unidad generadora de aire (compresor), fue con la ayuda de la plataforma on line de FESTO, dándonos un dato de 3,64 cfm y con el factor multiplicativo de operación y seguridad tenemos 7,1 cfm, con un encendido experimental de cada 5 minutos. Sin embargo, se puede variar esta frecuencia de encendido con la obtención de un compresor de mayor capacidad de carga debido a factores de ruido, energía y seguridad ocupacional e industrial del operador.
- Debido al tiempo de abastecimiento de pintura plastisol durante un tiempo de 2 minutos, se recomienda implementar una cantarilla sellada, que tenga como contenido la pintura serigrafica, y por medio de presión de aire y el abastecimiento sea con menor tiempo y controlado sus cantidades dependiendo su diseño a estampar.
- La máquina automatizada construida es de una estación y un color, limitándonos en tiempo y producción, pues si un cliente necesita varios colores de estampado, se debería imprimir color por color. Para eliminar este inconveniente se debería crear más estaciones de trabajo automatizado y un sistema de pre-secado entre las estaciones para poder imprimir de una manera continua cada color deseado.
- El material del rascador es de plancha de hierro, el cual debido a la defectuosa calibración de distancias entre este y la malla o a presión de aire lastima a la malla que lleva el diseño, por esta razón por seguridad y costos de matriz se debe cambiar el material del rascador por uno más frágil y fácil operación.

- Muchos de los casos la activación del ventilador no es de necesidad, debido a la temperatura ambiente y al estar en la misma línea de la niquelina eléctrica influye en que la temperatura deseada varíe con una gran cantidad de grados desestabilizando el set point ingresado por el operador, para prevenir este desfase de temperatura se debe instalar el ventilador en una cavidad aparte a la salida del textil de la niquelina.

BIBLIOGRAFÍA

SANCHEZ Martínez Roberto. 2013. Electromecánica, Maquinas o aparatos de uso industrial. 30 páginas. 2013.

LAGUNA, Luis. Loachimin, Víctor. Diseño y construcción de una impresora de serigrafía neumática para superficies planas de funcionamiento automático. Riobamba – Ecuador. Tesis de GRADO. Obtención de título de Ingeniero Mecánico. 2009

XC series BD board for special functions. Operate Manual. CHINA. XINJE Electronic. 64 Paginas. (2012).

ABAD Francisco. Mecánica industrial. España. Editorial Barcelona. 2006. 132 paginas.

SEARS Zemansky. Física universitaria. España. Pearson. 1998. 300 paginas.

REYES Fernando. Mecatrónica control y automatización. México. Alfaomega. 2010. 230 paginas.

BALCOLLS Josep. Autómatas programables. Argentina. Marcombo. 2009. 230 paginas.

Autonics. 8 th total catalogue. Autonics corporation. Korea. 640 paginas.

FERNANDEZ Carlos. Automatismos industriales. España. Editorial Madrid. 2010. 170 paginas.

MOLINA José. Motores eléctricos. Colombia. Paraninfo. 2002. 178 paginas. Edición 9.

THINGHET. XC series. Programmable controller. User manual. China. Xinje Electronic. 283 paginas. 2012

CHINT. Contactores, relés y arrancadores. China. Zhejiang chint. 126 paginas. 2012.

THINGHET. TP TH TG series HMI. Manual Hardware. China. Xinje Electronic. 37 paginas. 2012.

TOUCH WIN. Th series HMI. User manual. China. Xinje Electronic. 73 paginas 2012.

Manual electrónico de serigrafía ver.2004/
<http://es.scribd.com/doc/56422080/Manual-de-Serigrafia>
Consulta 10 de febrero 2013

Serigrafía el marco y las mallas. <http://www.neopixel.com.mx/articulos-neopixel/51-tecnicas-tradicionales/1401-el-marco-y-las-mallas.html>
Consulta 10 de febrero 2013

El sitio de la serigrafía.
http://www.serinet.net/impresion/index.php?option=com_content&view=article&id=303:caracteristicas-de-la-tinta-plastisol&catid=67:tintas-plastisol&Itemid=69
Consulta 13 de febrero 2013

automatización industrial.
<http://www.rocatek.com/downloads/Automatizacion%20Industrial.pdf>
Consulta 11 Marzo 2013

Autómatas programables (2001)
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>
Consulta 11 Marzo 2013

Ecured sensores. <http://www.ecured.cu/index.php/Sensor>
Consulta 26 Marzo 2013

Dispositivos de medición de temperatura.
http://serverdie.alc.upv.es/asignaturas/lased/200304/0.Sens_Temp/Clasify/Clasify.htm
Consulta 27Mar-2013

Sensores para la industria.
<http://javier-temporizadores.blogspot.com/2011/03/sensores-fotoelectricos-un->

sensor.html

Consulta 9 Abril 2013

Scrib detectores magneticos. <http://es.scribd.com/doc/40656323/Detectores-magneticos>

Consulta 10 Abr. 2013

ESCALERA Jesús, Rodriguez Antonio. Actuadores neumáticos. <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Esacalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf> .

17 Páginas

Consulta 18 Nov. 2013

BERNAL Víctor Hugo. Automatización. 15 Paginas. En línea. <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>.

Consulta 21 Nov. 2013

COMEVAL, SL. Dpto. Técnico. Válvulas-asiento inclinado. En línea. http://www.comeval.es/pdf/cat_tec/valvulas_control_lineales_comeval.pdf .

5 Paginas.

Consulta 23 Nov. 2013

Motores eléctricos, Unidad 11, 2010.En línea. <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>.

Consulta 23 Nov. 2013

Maquinas simples y mecanismos.9 Páginas .En línea. http://www.tecnosefarad.com/wpcontent/archivos/eso_3/unid_didacticas/ud_03_mecanismos.pdf .

Consulta 28 Noviembre 2013

Convertronic.net. Pantallas táctiles. En línea. <http://www.convertronic.net/Pantallas-Tactiles/pantallas-tactiles.html>.

Consulta 1 Diciembre 2013

FESTO. Actuadores neumáticos. (En línea). www.festo.com. 2014.

Consulta 27 Julio 2014

AirTac - Valves Catalog - National Pneumatic_En línea

<http://www.nationalpneumatic.com/img/pdf/francais/listeproddispo/airtac-valves-catalogue.pdf>.

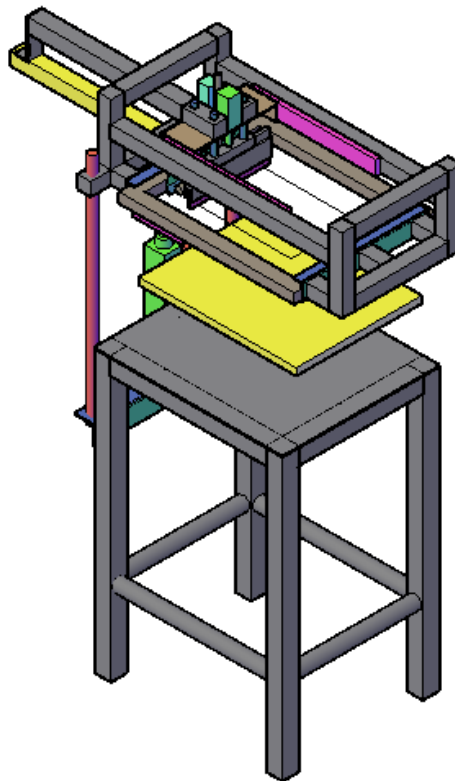
Consulta 24 Enero 2015

ANEXOS

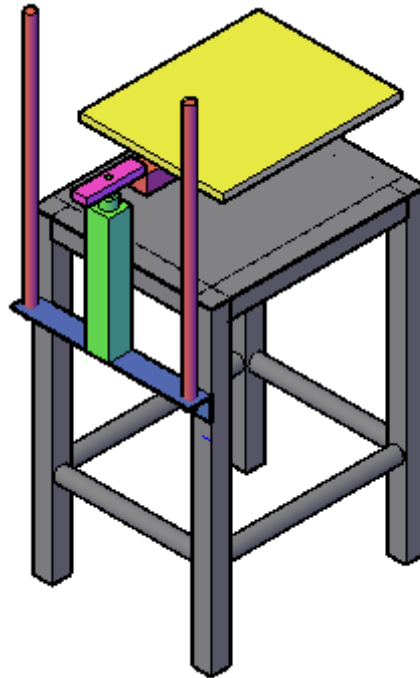
ANEXO 1: Partes de la mesa estampadora automatizada diseñada en el software AutoCAD 2014.

La mesa automatizada de serigrafía consta de partes principales que necesita para cumplir con el proceso de estampado en modo manual y automático. Las partes principales de la mesa de estampado son las siguientes:

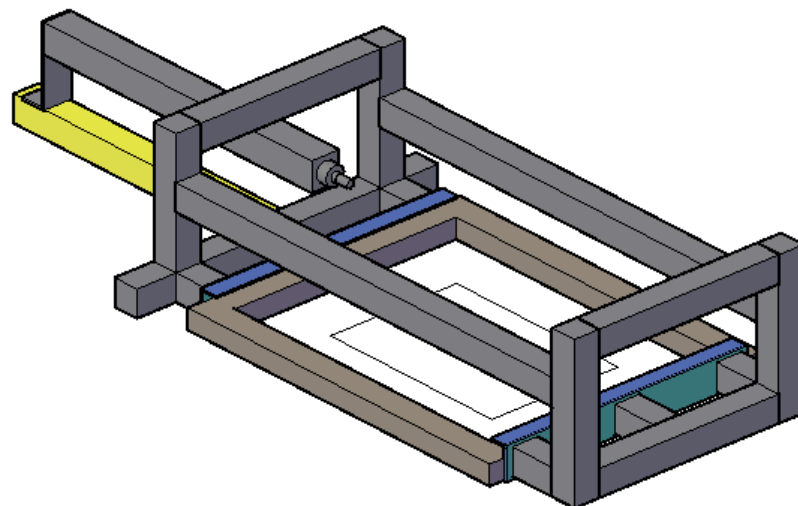
- a) Mesa estampadora automatizada completa.



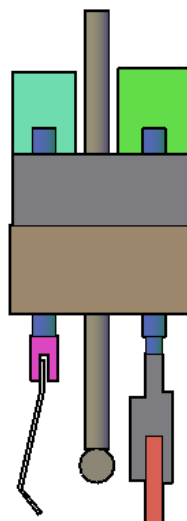
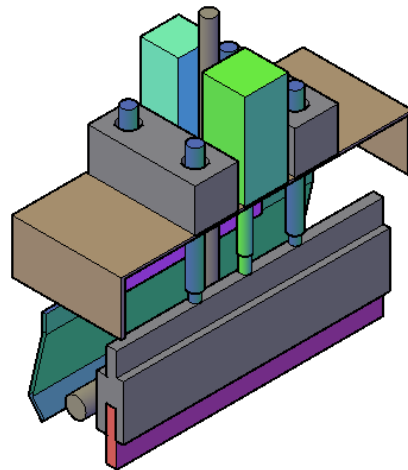
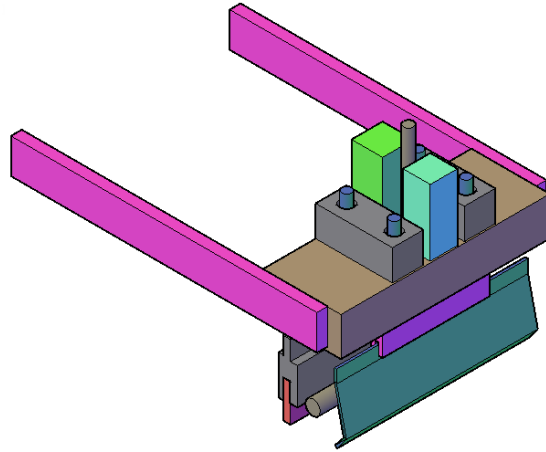
- b) Mesa móvil conformada por: pistón mesa, tabla soporte de textil, soporte mesa, ejes de apoyo para estructura principal.



- c) Estructura principal formado por: pistón superior avance y retroceso, soporte pistón superior, barras de soporte, perfil en c para acople de marco de madera, marco de madera con matriz de diseño.



- d) Sistema racle y rascador: bisagras de apoyo y recorrido del sistema, ángulo de soporte de pistones y barras con rodamientos lineales, T de material de cobre para abastecimiento de pintura, rascador y sujeción, racle de caucho y sujeción, pistón racle, pistón rascador.

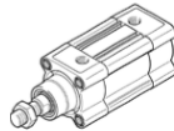


ANEXO 2: Hojas de datos de especificaciones técnicas de los cilindros neumáticos marca FESTO que fueron implementados en la maquina automatizada de serigrafía.

a) Pistón mesa.

**Cilindros normalizados
DSBC-50-250-PPSA-N3**

Número de artículo: 1376311
★ Gama básica



FESTO



Hoja de datos

Característica	Propiedades
Carrera	250 mm
Diámetro del émbolo	50 mm
Rosca del vástago	M16x1,5
Amortiguación	PPS: amortiguación de fin de recorrido neumática autorregulable
Posición de montaje	Indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Tubo perfilado Vástago Émbolo
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,4 ... 12 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4-4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	1 J
Carrera de amortiguación	22 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	990 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	1.178 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	365 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	56 g
Peso básico con carrera de 0 mm	1.190 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	25 g
Tipo de fijación	con accesorios con rosca interior a elegir:
Conexión neumática	G1/4
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Fundición inyectada de aluminio recubierto



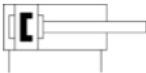
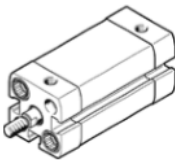
b) Pistón racle y pistón rascador.

Cilindro compacto
ADN-20-50-A-P-A

Número de artículo: 536241
★ Gama básica

según ISO 21287, para la detección de posiciones, con rosca exterior en el vástago.

FESTO



Hoja de datos

Característica	Propiedades
Carrera	50 mm
Diámetro del émbolo	20 mm
Rosca del vástago	M8
Amortiguación	P: amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Corresponde a la norma	ISO 21287
Extremo del vástago	Rosca exterior
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010[7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	0,2 J
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	141 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	188 N
Tipo de fijación	con taladro pasante a elegir: con accesorios con rosca interior
Conexión neumática	M5
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Aluminio anodizado
Información sobre el material de las juntas	TPE-U(PUR)
Información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizando

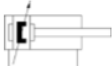
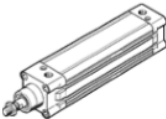


c) Pistón superior avance y retroceso.

Cilindros normalizados
DNC-32-400-PPV-A
Número de artículo: 163315

FESTO

según ISO 15552, con tubo de cilindro perfilado, para detección sin contacto, con amortiguación de final de carrera regulable en ambos lados.



Hoja de datos

Característica	Propiedades
Carrera	400 mm
Diámetro del émbolo	32 mm
Rosca del vástago	M10x1,25
Amortiguación	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Tubo perfilado Vástago Émbolo
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 12 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Homologación	Germanischer Lloyd
Energía del impacto en las posiciones finales	0,1 J
Carrera de amortiguación	20 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	415 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	483 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	162 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	30 g
Peso básico con carrera de 0 mm	517 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	9 g
Tipo de fijación	con accesorios con rosca interior
Conexión neumática	G1/8



ANEXO 3: Especificaciones generales de los componentes eléctricos y electrónicos de la maquina automatizada.

a) Relé de estado sólido AUTONICS SR1-1240

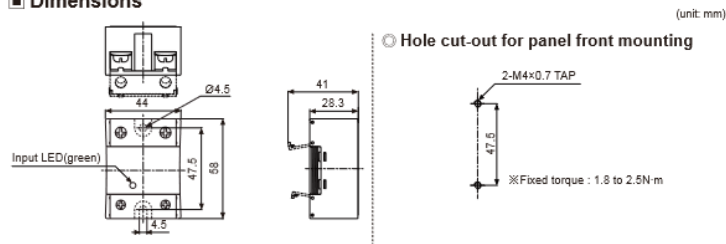
○ General Specifications

Certification	UL508, CSA22.2 No.14 and IEC/EN 60947-4-3
Dielectric strength(Vrms)	4000VAC 50/60Hz 1min.(input-output, input/output-case)
Insulation resistance	Min. 100MΩ(at 500VDC megger)
Input LED	Green
Environment	Ambient temperature: -30 to 80°C, storage: -30 to 100°C (Rated load current capacity is different based on the surrounding temperature.)
	Ambient humidity: 45 to 85%RH, storage: 45 to 85%RH
Input terminal connection	Min. 1×0.5mm ² (1×AWG20) Max. 1×1.5mm ² (1×AWG16) or 2×1.5mm ² (2×AWG16)
Output terminal connection	Min. 1×1.5mm ² (1×AWG16) Max. 1×16mm ² (1×AWG6) or 2×6mm ² (2×AWG10)
Input terminal fixed torque	0.75 to 0.95N·m
Output terminal fixed torque	1.6 to 2.2N·m
Unit weight	Approx. 73g

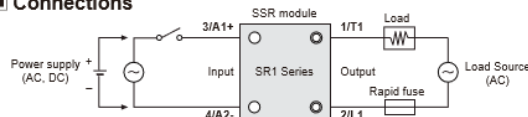
※For wiring the terminal, an O-ring terminal must be used.

※Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

■ Dimensions

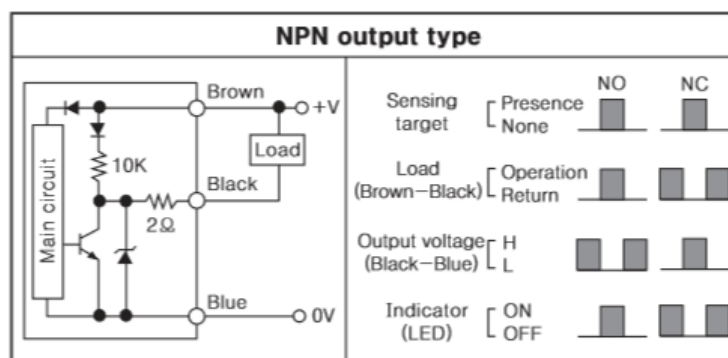


■ Connections



b) Sensor inductivo AUTONICS PR18-5DN

○DC 3-wire type



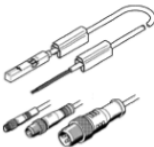
c) Sensor magnético FESTO SME-8M-DS-24V-K2,5

Sensor de proximidad
SME-8M

Número de artículo: 543892

Pedido mínimo: 10 unidades

FESTO



Hoja de datos

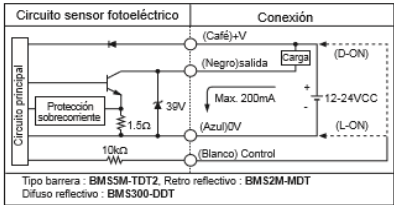
Ficha de datos técnicos completa: los valores parciales dependen de su configuración.

Característica	Propiedades
Homologación	c UL us - Listed (UL) RCM Mark
Marca CE (ver declaración de conformidad)	según la normativa UE sobre EMC
Características especiales	resistente al aceite
Indicación sobre el material	Exento de cobre y PTFE Conforme con RoHS Sin halógeno
Principio de medición	magnético Reed
Función del elemento de conmutación	contacto cerrado en reposo contacto de trabajo
Anticortocircuitaje	no
Resistencia a sobrecargas	no existente
Margen de tensión de funcionamiento AC	5 ... 30 V
Margen de tensión de funcionamiento DC	5 ... 30 V
Sentido de la conexión de salida	longitudinal
Longitud del cable	0,2 ... 10 m
Tipo de fijación	Montaje en la ranura por arriba Fijado con tornillos
Temperatura ambiente con cableado móvil	-5 ... 70 °C
Tipo de protección	IP68 IP65

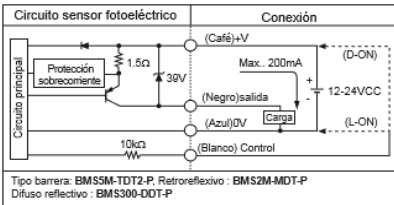
d) Sensor fotoeléctrico AUTONICS BMS-300-DDT

Diagrama de salidas de control

Salida NPN colector abierto



Salida PNP colector abierto

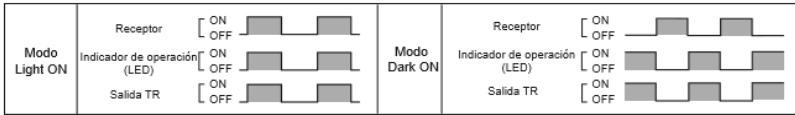


*Selección de modo Light ON / Dark ON con cable de control (Blanco)

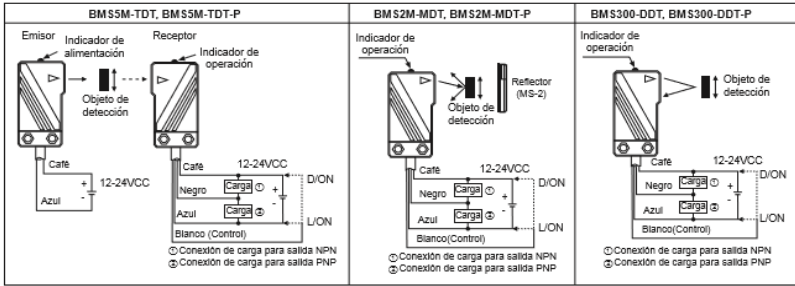
Light ON : Conectar el cable de control a 0V

Dark ON : Conectar el cable de control a +V

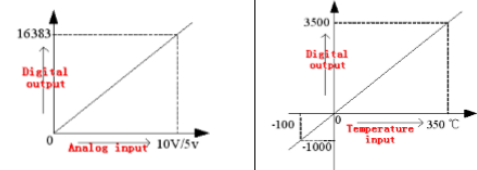
Modo de operación



Conexiones



e) Tarjeta de expansión de adquisición de datos de temperatura XC-2AD2PT-BD

Item	Voltage input	Temperature input
Analog input signal	DC0~5V、0~10V (Input resistor 300k Ω)	Platinum resistor Pt100 (2-line format)
Temperature testing bound	-	-100~350℃
Distinguish ratio	0.15mV (10/16383)	0.1℃
Digital output bound	0~16383	-1000~3500
Colligate precision	$\pm 0.8\%$ of the full-scale	
Convert time	15ms $\times$ 4 channels	
PID output value	0~K4095	
No-load defaulted value	0	3500
Input characteristic		
Insulation	No insulation between each channel of PLC	
I/O engross	0 I/O (Since it is operated via data register, so it is not limited by main PLC's standard max. control points)	

ANEXO 4: Lista de ID, instrucciones de los dispositivos programables PLC y HMI
XINJE.

- a) Comandos e instrucciones del controlador lógico programable marca XINJE serie XC3-24RT-E.

Mnemonic	Name	Bound			points		
		14 points	24\32 points	48 \60 points	14 points	24\32 points	48 \60 points
X	Input relay	X000~X007	X000~X015 X000~X021	X000~X033 X000~X043	8 points	14\18 points	28\36 points
Y	Output relay	Y000~Y005	Y000~Y011 Y000~Y015	Y000~Y023 Y000~Y027	6 points	10\14 points	20\24 points
M	Interior relay	M0~M2999 【M3000~M7999】			8000		
		M8000~M8511 for special using			512		
S	Flow	S0~S511 【S512~S1023】			1024		
T	Timer	T0~T99: 100ms not accumulation			620		
		T100~T199: 100ms accumulation					
		T200~T299: 10ms not accumulation					
		T300~T399: 10ms accumulation					
		T400~T499: 1ms not accumulation					
		T500~T599: 1ms accumulation					
		T600~T618: 1ms with interruption precise time					
C	Counter	C0~C299: 16 bits forth counter			635		
		C300~C598: 32 bits forth/back counter					
		C600~C634: high-speed counter					
D	Data Register	D0~D3999 【D4000~D7999】			8000		
		For special usage D8000~D8511			512		
FD	FlashROM Register	FD0~FD1535			1536		
		For special usage FD8000~FD8511			512		

XC1, XC3, XC5 series basic SFC instructions

Mnemonic	Function	Format and Device
LD (LoaD)	Initial logical operation contact type NO (normally open)	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
LDI (LoaD Inverse)	Initial logical operation contact type NC (normally closed)	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
LDP (LoaD Pulse)	Initial logical operation-Rising edge pulse	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
LDF (LoaD Falling Pulse)	Initial logical operation-Falling /trailing edge pulse	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
AND (AND)	Serial connection of NO (normally open) contacts	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
ANI (AND Inverse)	Serial connection of NC (normally closed) contacts	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
ANDP (AND Pulse)	Serial connection of rising edge pulse	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
ANDF (AND Falling pulse)	Serial connection of falling/trailing edge pulse	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
OR (OR)	Parallel connection of NO (normally open) contacts	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
ORI (OR Inverse)	Parallel connection of NC (normally closed) contacts	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
ORP (OR Pulse)	Parallel connection of rising edge pulse	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
ORF (OR Falling pulse)	Parallel connection of falling/trailing edge pulse	X, Y, M, S, T, C, Dn.m, FDn.m
ANB (ANd Block)	Serial connection of multiply parallel circuits	None
ORB (OR Block)	Parallel connection of multiply parallel circuits	None
OUT (OUT)	Final logic operation type coil drive	Y, M, S, T, C, Dn.m
SET (SET)	Set a bit device permanently ON	Y, M, S, T, C, Dn.m
RST (ReSeT)	Reset a bit device permanently OFF	Y, M, S, T, C, Dn.m

Sort	Mnemonic	Function
Program Flow	CJ	Condition jump
	CALL	Call subroutine
	SRET	Subroutine return
	STL	Flow start
	STLE	Flow end
	SET	Open the assigned flow, close the current flow
	ST	Open the assigned flow, not close the current flow
	FOR	Start of a FOR-NEXT loop
	NEXT	End of a FOR-NEXT loop
	FEND	First end
Data Compare	LD=	LD activates if (S1) = (S2)
	LD>	LD activates if (S1) > (S2)
	LD<	LD activates if (S1) < (S2)
	LD<>	LD activates if (S1) ≠ (S2)
	LD<=	LD activates if (S1) ≤ (S2)
	LD>=	LD activates if (S1) ≥ (S2)
	AND=	AND activates if (S1) = (S2)
	AND>	AND activates if (S1) > (S2)
	AND<	AND activates if (S1) < (S2)
	AND<>	AND activates if (S1) ≠ (S2)
	AND<=	AND activates if (S1) ≤ (S2)
	AND>=	AND activates if (S1) ≥ (S2)
	OR=	OR activates if (S1) = (S2)
	OR>	OR activates if (S1) > (S2)
	OR<	OR activates if (S1) < (S2)
	OR<>	OR activates if (S1) ≠ (S2)
	OR<=	OR activates if (S1) ≤ (S2)
	OR>=	OR activates if (S1) ≥ (S2)
Data Move	MOV	Move
	BMOV	Block move
	FMOV	Fill move
	FWRT	FlashROM written

Data Operation	ADD	Addition
	SUB	Subtraction
	MUL	Multiplication
	DIV	Division
	INC	Increment
	DEC	Decrement
	MEAN	Mean
	WAND	Word And
	WOR	Word OR
	WXOR	Word exclusive OR
	CML	Compliment
	NEG	Negative

- b) Comandos de la barra de herramientas del software de programación de la pantalla touch HMI marca XINJE modelo: TH-465-MT

Tool bars functions are shown as the following:

Icon	Name	Function
	New	Build a new project
	Open	Open the file
	Save	Save the file
	Cut	Cut the element
	Copy	Copy the element
	Paste	Paste the element
	Undo	Undo the operation

	Help	Check the software version information
	Text	Input static text
	Dynamic text	Display the text according to the value of register, support 16 texts, set register value as 0~15
	Variational text	Display the text according to the value of register, set register value as user need
	Lamp	Display the ON/OFF state of switch
	Button	ON/OFF the bit element
	Lamp button	Combine the function of lamp and button
	Screen jump	Jump to object screen
	Digital display	Display the register value
	Alarm display	Set the upper/lower limit of register value, when exceeding the range, twinkle display
	Text display	Display characters in multi-registers
	Digital input	Input the data in the register
	Text input	Input characters in the register
	Set data	Set data and used in arithmetic
	Digital keyboard	Digital input keyboard
	ASCII keyboard	Character input keyboard
	User input	One input button of keyboard
	Bar	Display the register value in bar picture
	Dynamic map	Display the map according to the register value, support 16 maps, the register value is 0~15
	Call window	Call window according to the value in the coil or register
	Window button	Control the open, close of the window
	Download recipe	Download the recipe into object device
	Upload recipe	Upload the recipe into TH register
	Function button	Realize multi-functions with this button
	Function field	Similar to function button, but the trigger condition is different.
	Discrete column map	Display the data in discrete column map
	Continue column map	Display the data in continue column map
	Line	Draw lines
	Arc	Draw arc

	Material library	The picture library
	Date	Display the date
	Clock	Display the time
	Buzzer	Control the buzzer by the coil
	LCD light control	Control the background light by the coil
	Scale	Display the value in scale
	Instrument	Display the value in the meter
	Valve	Simulate the state of valve
	Pipe	Simulate the liquid state in the pipe
	Pump	Simulate the pump running
	Auto wind	Simulate the auto wind
	Motor	Simulate the motor running
	Retort	Simulate the retort running
	Inverter alarm information	Display the inverter alarm information
	Scroll text	Display the text in scroll mode
	Real time map	Display the current value in curve
	History data map	Display the current and history value in curve
	XY curve	Display two curve in X, Y direction
	XY curve Ex	Display the value in line, point and line-point.
	Time trend control	Display value in certain time space
	Data moving button	Use with event, curve, alarm event, realize flip, confirm and clear operation
	Alarm list	Show the inverter alarm information in the list
	Display real time event	Display real time alarm information, when the alarm is free, the event will be deleted automatically
	Display history event	Display many alarm information and event happen time
	Common grid control	Display a group of register in the table
	Data grid control	Display a group of register in the table, support time information table
	Sample save	To collect the object data, no limit for the sample quantity and time, save the data in TH registers
	Sample export	Save the data in TH register and export to object device as CSV format file
	Align left	Align left the objects

	Zoom in	Zoom in the screen
	Grid	Display grid in the screen
	State change	Switch button state display
	Dynamic picture state selection	Switch dynamic picture state display
	Public unit	Use the unit in all the screens
	Private unit	Use the unit in appointed screen
	New	Build a new screen
	Property	Screen name, author, remark...
	delete	Delete the current screen
	Simulate offline	Simulate the project in the TH
	Simulate online	Connect PLC and TH, simulate the project in TH online
	Download	Download the project in the TH
	Upload	Upload the project from TH to PC
	Debug download	Debug download

ANEXO 5: Cotización de máquinas para la industria serigrafica de procedencia extranjera con distribución en Guayaquil Ecuador.



**PAN GRAPHIC
& SERVICE S. A.**

Cdla. Kennedy Vieja, Calle Abel Gilbert # 309 y Av. Del Periodista
Teléfono: (593 - 4)2390107/ 2295140 / 2292703 ext 107
email: gerencia@pangraph.com.ec; ventas@pangraph.com.ec
Website: www.pangraph.com.ec
Guayaquil - Ecuador



COTIZACIÓN 741

CLIENTE: Sr.Andres Avila Illescas
RUC:
DIRECCIÓN:
CIUDAD: Cuenca
ATENCION: Sr.Andres Avila Illescas

TELÉFONO: 0987825800
EMAIL: andyavila87@hotmail.com
FECHA DE REMISIÓN: 8-jul-15
FECHA DE VENCIMIENTO: 9-ago-15
GARANTÍA: Limitada de 1 año

ITEM	CANT.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	TOTAL
1	1	DBS816X18-08-06	Diamondback 5 16"x18" (41x46cm) área de impresión 8 station 6 color	\$38,874.60	\$38,874.60
2	1	AOPT-FOP	Skip Shirt Foot Pedal	\$207.00	\$207.00
				TOTAL	\$ 39,081.60
				12% IVA	\$4,689.79
				Gra Total	\$43,771.39

Forma de pago: Con cheque a favor de
Pan Graphic & Service S. A. De la
siguiente forma:
El 50% del total equipos con la
confirmación de la pro forma
El 50% del total equipos antes del
embarque de fabrica 4 o 5 semanas
El 12% de IVA a la entrega del equipo
con su factura
Total Factura
Tiempo de entrega: 7 a 8 semanas
El cliente es responsable por todos los
gastos desde Guayaquil asta su destino
final

\$39,081.60

\$19,540.80

\$19,540.80

\$4,689.79

\$43,771.39

FIRMA: Fernando V. Jaime Gonzalez
DISTRIBUIDOR

FIRMA: CLIENTE



**PAN GRAPHIC
& SERVICE S.A.**

Cdla. Kennedy Vieja Mz 8 Solar 12 Calle Dr. Abel Gilbert Pontón # 309 entre Av. Periodista y Dr. César Andrade
Telf.: (593-4) 2390107 / 2295140 / 2292703 Fax Ext. 108 P.O. Box : 09-01-9438
email: ventas@pangraph.com.ec / info@pangraph.com.ec * Website: www.pangraph.com.ec * Guayaquil - Ecuador

R.U.C:0992109734001
COTIZACION
2531

Cliente: OFICINA
R.U.C./CI: .
E-mail:
Teléfono:
Dirección: OFICINA
Ciudad: OFICINA

Nombre de Contacto: SR. ANDRES AVILA ILLESCA
Orden No.: CEL: 09987825800 - CUENCA
Condiciones de Pago: CONTADO
Fecha Emisión: 08 DE JULIO DEL 2015
Fecha Vencimiento: 08 DE JULIO DEL 2015

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN Y REFERENCIA	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
MRETEMXD2	ECONOMAX D 54" INFEED 3 PANEL	1.00	9,628.70	9,628.70
KRU0406SC23	KRUZER 4 STATION / 6 COLOR	1.00	5,730.23	5,730.23
MRPTSWINDS	SIDEWINDER SOLO OVERSIZE	1.00	3,818.36	3,818.36
SUBTOTAL				
19,177.29	0.00	19,177.29	2,301.27	0.00
VALOR TOTAL				21,478.56

ECONOMAX™ D

Horno textil eléctrico



CARACTERÍSTICAS

- Ancho de la banda 61 cm (24")
- Longitud de la cámara de calor 114 cm (45")
- Tecnología CoolSkin™

DIAMONDBACK® SERIES

Estampadora textil automática



CARACTERÍSTICAS

- Disponible con un máximo de 9 cabezales de impresión y en configuraciones de 8 y 10 estaciones
- Áreas de imagen máximas de 35 x 28 cm (14" x 11") a 51 x 53 cm (20" x 21")
- Programa de impresión Revolver Print Program™ patentado por M&R

SIDEWINDER™ SOLO SERIES

Estampadora textil manual



CARACTERÍSTICAS

- La Sidewinder Solo se puede configurar como una estampadora de un solo color de mesa o se puede montar sobre un pedestal.
- La Solo también puede estampar diseños extragrandes y de cobertura completa y, cuando está equipada con un sistema de paleta de vacío, puede realizar estampados planos.
- El cabezal de impresión de la Solo se puede retirar de su base y ser agregado a una estampadora manual Sidewinder de cuatro colores.