



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
HUMECTACIÓN Y PLANCHADO EN UNA MÁQUINA PLISADORA
DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS**

AUTOR: TABITA QUILUMBAQUIN ANTAMBA

DIRECTOR: ING. MEJIA COSME

IBARRA – ECUADOR

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentado mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO			
Cedula de identidad	100349053-7		
Apellidos y Nombre	Quilumbaquín Antamba Tabita		
Dirección	Otavalo - González Suárez		
Email	tquilumbaquina@tn.edu.ec		
Teléfono fijo		Teléfono móvil:	0959410515

DATOS DE LA OBRA	
Título	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE HUMECTACIÓN Y PLANCHADO EN UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS.
Autor	Quilumbaquín Antamba Tabita
Fecha	20 de julio de 2016
Programa	Pregrado
Título por el que aspira	Ingeniero en Mecatrónica.

2. AUTORIZACIÓN USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Quilumbaquín Antamba Tabita**, con cedula de identidad No. 100349053-7, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de educación Superior Artículo 144. Cesión de derechos de autor del trabajo de grado a favor de la Universidad técnica del norte.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 5 días del mes de Octubre de 2016

EL AUTOR:

Firma:

Nombre: Quilumbaquin Antamba Tabita.

Cedula: 100349053-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Tabita Quilumbaquin Antamba, con cédula de identidad Nro. 1003490537, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE HUMECTACIÓN Y PLANCHADO EN UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 05 días del mes de octubre de 2016

(Firma) 

Nombre: Tabita Quilumbaquin Antamba

Cédula: 1003490537



DECLARACIÓN

Yo, Quilumbaquín Antamba Tabita declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Quilumbaquín Antamba Tabita.

AUTOR.



CERTIFICACIÓN

Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría, Director del trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante Quilumbaquín Antamba Tabita.

Certifica

Que el proyecto de Trabajo de Grado titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE HUMECTACIÓN Y PLANCHADO EN UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS.”, ha sido realizado en su totalidad por la Srta. Quilumbaquín Antamba Tabita, bajo mi dirección para la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.


Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría

DIRECTOR DE TESIS.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos, por brindarme su apoyo constante en miras de alcanzar mis metas.

Especial reconocimiento al Ing. Cosme Mejía; por su apoyo y guía en el desarrollo del presente trabajo.

A la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, y de manera especial al personal docente quienes me han guiado con sus conocimientos.

Quilumbaquín Antamba Tabita.

AUTOR.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fuerza de inspiración en aras de alcanzar una de mis metas.

Con infinito amor a mis padres y hermanos que con su apoyo incondicional y ejemplo, han sido un pilar fundamental en mi formación personal y el cumplimiento de sueños y objetivos profesionales.

Quilumbaquín Antamba Tabita.

AUTOR.

Tabla de contenido

	Páginas
1. IDENTIFICACION DE LA OBRA.....	ii
2. AUTORIZACIÓN USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iii
3. CONSTANCIAS.....	iv
DECLARACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
Tabla de contenido.....	ix
Índice de figuras.....	xvii
Índice de tablas.....	xxi
Índice de ecuaciones.....	xxiii
RESUMEN.....	xxvi
SUMARY.....	xxvii
PRESENTACIÓN.....	xxviii
CAPITULO1.....	1
1.1DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
1.4JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5ALCANCE.....	4

CAPITULO 2.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.2. PLISADO DE TELA	6
2.3 ACABADOS TEXTILES	8
2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE ACABADO TEXTIL.....	8
2.3.1.1 Acabados físicos o mecánicos	9
2.3.1.2 Acabados Químicos.....	10
2.4. FASES DEL PROCESO DE PLISADO.....	10
2.4.1 TIPOS DE PLISADO.....	11
2.4.1.1 Plisado fino.....	12
2.4.1.2 Plisado medio fino.....	13
2.4.1.3 Plisado grueso.....	14
2.4.2 MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE PLISADO.....	15
2.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PLISADO	15
2.5.1 HUMEDAD DEL MATERIAL	16
2.5.2 TEMPERATURA DE PLANCHA	16
2.5.3 PRESIÓN DE PLANCHADO	17
2.6 PROPIEDADES DEL MATERIAL	17
2.6.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS FIBRAS DE ACRÍLICO.....	17
CAPÍTULO 3.....	20
3.1 ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO	20
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	20

3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	20
3.3.1 EL PLANCHADO.....	21
3.3.2 TIPOS DE PLANCHAS.....	22
3.3.2.1 Planchas semi – industriales	23
3.3.2.1.1 <i>De calor seco</i>	23
3.3.2.1.2 <i>De calor húmedo:</i>	23
3.3.2.2 Planchas de vapor	23
3.3.2.2.1 <i>Plancha con vapor con bomba</i>	23
3.3.2.2.2 <i>Plancha de vapor con generador de vapor</i>	23
3.3.2.3 Las planchas industriales	23
3.3.2.3.1 <i>Planchas de alta presión</i>	24
3.3.2.3.2 <i>Planchas de baja presión</i>	24
3.3.2.3.3 <i>Planchas secas:</i>	24
3.4 ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE PLANCHADO.....	24
3.4.1 TRANSFERENCIA DE CALOR.....	24
3.4.1.1 Transferencia de calor por conducción.....	25
3.4.1.1.1 <i>Ventajas</i>	26
3.4.1.1.2 <i>Desventajas</i>	26
3.4.1.2 Transferencia de calor por convección.....	27
3.4.1.2.1 <i>Ventajas</i>	28
3.4.1.2.2 <i>Desventajas</i>	28
3.4.1.3 Transferencia de calor por radiación	28
2.4.1.3.1 <i>Ventajas</i>	30

3.4.1.3.2 <i>Desventajas</i>	30
3.5 ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE HUMECTACIÓN DE TELA	31
3.5.1 HUMECTACIÓN POR INMERSIÓN EN TINA.....	31
3.5.1.1 Ventajas	33
3.5.1.2 Desventajas.....	33
3.5.2 HUMECTACIÓN POR PULVERIZACIÓN O MICRO ASPERSIÓN	33
3.5.2.1 Ventajas	35
3.5.2.2 Desventajas.....	35
3.6 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	35
3.6.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PLANCHADO	35
3.6.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE HUMECTACIÓN	37
3.7 SISTEMAS DE CONTROL	38
3.7.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL	38
3.7.1.1 Sistema de control de lazo abierto (no automático)	38
3.7.1.1.1 <i>Elementos de un sistema de control en lazo abierto</i>	39
3.7.1.2 Sistema de control de lazo cerrado (automático o retroalimentado)	39
3.7.1.2.1 <i>Elementos de un sistema de control en lazo cerrado</i>	40
3.7.2 MODOS DE CONTROL	41
3.7.2.1 Modo de dos posiciones	41
3.7.2.2 Modo proporcional	42
3.7.2.3 Modo Integral	43
3.7.2.4 Modo Derivativo.....	43
3.7.2.5 Combinaciones de las acciones de control	44

3.7.2.5.1 Control proporcional- Integral: PI.....	44
3.7.2.5.2 Control proporcional- derivativo: PD.....	44
3.7.2.5.3 Control proporcional- Integral derivativo: PID.....	45
3.8 SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.....	46
CAPÍTULO 4.....	47
4.1 DISEÑO DE LOS SISTEMAS PARA HUMECTACIÓN DE TELA Y TEMPERATURA DE PLANCHA	47
4.2 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE HUMECTACIÓN DE TELA	47
4.2.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE HUMECTACIÓN.....	48
4.2.1.1 Elemento pulverizador.....	48
4.2.1.2 Electroválvula.....	51
4.2.1.2.1 Temporizador	52
4.2.1.2.2 Final de carrera	53
4.2.1.3 Detector de tela.....	54
4.2.1.4 Detector de agua	57
4.2.1.5 Tuberías y accesorios.....	58
4.2.2 CÁLCULOS DE LA CANTIDA DE AGUA REQUERIDA POR EL SISTEMA.....	59
4.2.3 DISEÑO DEL CONTROL PARA EL SISTEMA DE HUMEDAD	61
4.2.3.1 Descripción de la unidad de control	61
4.2.3.2 Programación.....	63
4.2.3.3 Diagrama de flujo del proceso.....	64
4.2.3.4 Etapa de potencia del sistema de humectación.....	66

4.2.3.4.1 <i>Red snubber</i>	70
4.3 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE PLANCHADO.....	73
4.3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PLANCHADO	74
4.3.1.1 Plancha para transferencia de calor..	75
4.3.1.1.1 <i>Acero galvanizado</i>	75
4.3.1.1.2 <i>Aluminio</i>	76
4.3.1.1.3 <i>Acero inoxidable</i>	77
4.3.1.2 Material aislante	80
4.3.1.2.1 <i>Materiales aislantes naturales</i>	81
4.3.1.2.2 <i>Materiales aislantes inorgánicos</i>	81
4.3.2 CALOR CONSUMIDO POR EL SISTEMA.....	82
4.3.2.1 CALOR CONSUMIDO POR LA PLANCHA	83
4.3.2.2 CALOR PERDIDO	85
4.3.2.2.1 <i>Perdida de calor por convección de la plancha</i>	85
4.3.2.2.2 <i>Pérdidas de calor del sistema</i>	85
4.3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA	88
4.3.3.1 Resistencias calefactoras	88
4.3.3.2 Desarrollo del sistema de control de temperatura	90
4.3.3.3 Cálculos de la corriente consumida por el sistema de calentamiento.....	92
4.3.3.4 Etapa de potencia del sistema de temperatura	93
4.3.3.5 Termo fusible.....	95
4.4 MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL SISTEMA DE TEMPERATURA	96
4.4.1 CALCULO DE PARÁMETROS DE ESTABILIDAD	100

4.4.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	102
4.4.3 VALIDACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO	103
4.4.4 COMPENSADORES PI.....	106
4.4.5 DISCRETIZACIÓN DEL CONTROLADOR	110
CAPÍTULO 5.....	113
5.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA MÁQUINA.....	113
4.3.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE HUMECTACIÓN.....	115
5.1.1.1 Montaje de los elementos del sistema de humectación	115
5.1.1.1.1 Implementación del micro aspersor	115
5.1.1.1.2 Detector de tela	117
5.1.1.1.3 Detector de agua	120
5.1.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANCHADO.....	123
5.1.2.1 Montaje de los elementos del sistema de planchado	123
5.1.2.1.1 Sensor de temperatura.....	123
5.2 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	126
5.3 CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL	127
5.4FUENTES DE ALIMENTACIÓN	130
CAPITULO 6.....	132
6.1PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS	132
6.1.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO PARA EL SISTEMA DE HUMECTACIÓN	
.....	132
6.1.1.1 Detector de tela.....	132
6.1.1.2 Acción de la electroválvula	133

6.1.1.3	Detector de agua	134
6.1.1.4	Temporizador.....	135
6.1.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PLANCHADO	137
6.1.2.1	Sensor de temperatura.	137
6.1.2.2	Control de temperatura	138
6.2	Pruebas de temperatura óptima para el plisado.....	139
6.3	ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	142
6.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	144
6.5	CONCLUSIONES	144
6.6	RECOMENDACIONES	146
	REFERENCIAS:.....	147
	ANEXO 1. ENTREVISTA.....	152
	ANEXO 2. MATERIAL UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE FALDAS CAYAMBEÑAS.....	154
	ANEXO 3.DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE HUMECTACIÓN DE TELA POR INMERSIÓN EN TINA.	155
	ANEXO 4. DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE HUMECTACIÓN DE TELA POR ASPERSIÓN.....	157
	ANEXO 5. ESPECIFICACIONES DE LA ELECTROVALVULA.....	159
	ANEXO 6. HOJA DE DATOS ULN 2804	160
	ANEXO 7. ESPECIFICACIONES DE DIODOS LED	161
	ANEXO 8. ATMEGA 164 pa	162
	ANEXO 9. CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN.....	163

ANEXO 10. HOJA DE DATOS OPTO TRIAC MOOC 3041	186
ANEXO 11. CARACTERISITICAS DE BTA08.....	187
ANEXO 12. CARACTERISTICAS DEL ACERO GALVANIZADO	188
ANEXO 13. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FIJADO DEL PLIEGUE.....	189
ANEXO14. CARACTERISTICAS DEL LM- 35	194
ANEXO15. CARACTERISTICAS DEL BTA-41	195
ANEXO16. CARACTERISTICAS DEL TCO	196
ANEXO 17: ESQUEMA IMPLEMENTADO	197
ANEXO 18. CIRCUITO DE IMPRESIÓN PCB	198
ANEXO 19. 1CONEXIONES ELECTRICAS.....	200
DISTRIBUCIÓN DEL TABLERO DE CONROL.	200
ANEXO 20. VALORES NORMALIZADOS PARACABLES A.W.G.....	209
ANEXO 21. MANUAL DE USUARIO GUIA DE DETECCIÓN DE FALLAS	211

Índice de figuras

Figura 1. Diferencia de uniformidad de pliegues.....	1
Figura 2: Máquina para plisar tela tipo industrial.....	5
Figura 3: Máquina para plisar tela tipo artesanal.....	6
Figura 4. Faldas cayambeñas	7
Figura 5. Falda cayambeña quemada por exceso de temperatura de plancha	8
Figura 6. Clasificación de los acabados textiles	9

Figura 7. Proceso básico de plisado de falda cayambeña	11
Figura 8. Partes del pliegue.....	12
Figura 9. Falda cayambeña con plisado fino	13
Figura 10. Falda cayambeña con plisado medio fino	14
Figura 11. Faldas cayambeña con plisado grueso.....	15
Figura 12. Clasificación de las planchas.....	22
Figura 13. Esquema de transferencia de calor	25
Figura 14. Calor transmitido en un sólido por medio de conducción.....	25
Figura 15. Transmisión de calor debido a la formación de corrientes de convección.....	27
Figura 16. Propagación de calor en vacío por medio de radiación.....	29
Figura 17. Materiales para el ensayo de humectación de tela por inmersión en tina	32
Figura 18. Humectación de tela utilizando un pulverizador manual	34
Figura 19. Representación de sistema de control de lazo abierto	39
Figura 20. Elementos de un sistema de control en lazo abierto.....	39
Figura 21. Representación de un sistema retroalimentado	40
Figura 22. Elementos de un sistema de control	40
Figura 23. Control de dos posiciones.....	42
Figura 24. Control de dos posiciones con banda muerta	42
Figura 25. Control proporcional	43
Figura 26. Control Integral	43
Figura 27. Control Derivativo.....	44
Figura 28. Representación en bloques del control proporcional- integral	44
Figura 29. Representación en bloques del control proporcional- derivativo	45

Figura 30. Representación en bloques del control proporcional-integral- derivativo	45
Figura 31. Materiales utilizados en el sistema de humectación.....	48
Figura 32. Humectación de tela utilizando aspersores.....	49
Figura 33. Humectación utilizando tubo perforado	49
Figura 34. Humectación utilizando micro pulverizador	50
Figura 35. .Humectación de tela con micro pulverizador	51
Figura 36. Electroválvula.....	52
Figura 37. Conexiones del foto interruptor.....	54
Figura 38. Circuito detector de tela.....	55
Figura 39. Materiales para la construcción del sensor de humedad	57
Figura 40. Configuración del detector de agua.....	58
Figura 41. Tuberías y accesorios del sistema de humectación	59
Figura 42. Diagrama de flujo del sistema de humectación y temperatura.....	64
Figura 43. Etapa de potencia para la electroválvula.	67
Figura 44. Materiales y accesorios para el sistema de planchado.....	74
Figura 45. Plancha de acero galvanizado.....	80
Figura 46. Calcificación de los materiales aislantes	81
Figura 47. Manta de fibra de vidrio.	82
Figura 48. Conformación de la plancha.....	83
Figura 49. Resistencia Calefactora	89
Figura 50. Esquema de humedad y temperatura.....	91
Figura 51. Circuito de resistencias calefactora	92
Figura 52. Esquema del relé de estado sólido para las resistencias calefactoras	94

Figura 53. Termo fusible.....	96
Figura 54. Flujo de calor del sistema	97
Figura 55. Respuesta de la función de transferencia.....	102
Figura 56. Ubicación de polo.....	103
Figura 57. Respuesta del porcentaje de similitud del experimento 1	103
Figura 58. Respuesta del porcentaje de similitud del experimento 2	104
Figura 59. Respuesta del porcentaje de similitud del experimento 3	104
Figura 60. Sistema sin controlador y con controlador PI.....	109
Figura 61. Respuesta del sistema sin controlador y con controlador PI	109
Figura 62. Sistema con controlador digital	111
Figura 63. Respuesta del sistema con controlador PI digital.	111
Figura 64. Flujograma de programación del control PI del sistema de temperatura	112
Figura 65. Implementación de tubo perforado.....	116
Figura 66. Sistema implementado.....	117
Figura 67. Implementación del detector de tela.....	118
Figura 68. Detector implementado	120
Figura 69. Implementación del detector de humedad.....	121
Figura 70. Detector implementado	122
Figura 71. Implementación del sensor de temperatura	123
Figura 72. Sensor implementado	125
Figura 73. Implementación de la pancha.	125
Figura 74. Sistema implementad.....	126
Figura 75. Circuito PCB	127

Figura 76. Construcción del tablero de control.....	128
Figura 77. Elaboración del tablero de control.....	129
Figura 78. Tablero de control.....	130
Figura 79. Implementación de fuente de alimentación.....	131
Figura 80. Fuente de alimentación.....	131
Figura 81. Detector de tela y respuesta de ausencia de tela.....	133
Figura 82. Electroválvula del sistema y respuesta del sistema para su accionamiento	134
Figura 83. Detector de agua sin presencia de gua y respuesta del sistema.....	135
Figura 84. Efectos de dotación de agua	136
Figura 85. Respuesta del multímetro a escala [°C] y respuesta del sensor en [mV]	138
Figura 86. Respuesta del visualizador	139

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Comportamiento de fibras acrílicas.</i>	18
Tabla 2: <i>Resumen de formas de transferencia de calor.</i>	36
Tabla 3: <i>Resumen de sistemas de humectación.</i>	37
Tabla 4: <i>Diferencia entre sistema de control de lazo abierto y sistema de control de lazo cerrado.</i>	41
Tabla 5: <i>Resumen de características de los sistemas de control.</i>	46
Tabla 6: <i>Tipos de finales de carrera</i>	53
Tabla 7: <i>Características del final de carrera</i>	54

Tabla 8: <i>Características del micro procesador atmega 164pa</i>	62
Tabla 9: <i>Puertos utilizados.</i>	63
Tabla 10: <i>Tabla de verdad del sistema.</i>	65
Tabla 11: <i>Comparación entre relé de estado sólido y mecánico.</i>	66
Tabla 12: <i>Principales características del BTA 08.</i>	71
Tabla 13: <i>Propiedades del Acero galvanizado.</i>	76
Tabla 14: <i>Propiedades del aluminio</i>	77
Tabla 15: <i>Características del acero inoxidable</i>	78
Tabla 16: <i>Propiedades del Acero inoxidable.</i>	79
Tabla 17: <i>Resumen de propiedades térmicas de los materiales.</i>	80
Tabla 18: <i>Características de la resistencia calefactora.</i>	89
Tabla 19: <i>Características del termo fisible.</i>	95
Tabla 20: <i>Parámetros del sistema de temperatura.</i>	101
Tabla 21: <i>Ensayos de similitud sistemas de temperatura (Modelo en matlab).</i>	105
Tabla 22: <i>Funciones de transferencia del sistema de temperatura.</i>	105
Tabla 23: <i>Parámetros del compensador PI.</i>	108
Tabla 24: <i>Simbología de procesos.</i>	113
Tabla 25: <i>Designaciones de los instrumentos utilizados.</i>	114
Tabla 26: <i>Procedimiento de implementación</i>	114
Tabla 27: <i>Materiales para el montaje</i>	116
Tabla 28: <i>Materiales para el montaje.</i>	119
Tabla 29: <i>Materiales para el montaje.</i>	122
Tabla 30: <i>Materiales para el montaje.</i>	124

Tabla 31: <i>Materiales para el montaje</i>	126
Tabla 32: <i>Materiales para el montaje</i>	128
Tabla 33: <i>Fuentes de alimentación</i>	130
Tabla 34: <i>Pruebas del detector de tela</i>	133
Tabla 35: <i>Pruebas de la electroválvula</i>	134
Tabla 36: <i>Pruebas del detector de agua</i>	135
Tabla 37: <i>Pruebas del detector de agua</i>	136
Tabla 38: <i>Pruebas del sensor de temperatura</i>	138
Tabla 39: <i>Prueba del control de temperatura</i>	139
Tabla 40: <i>Material plisado con 100°C</i>	140
Tabla 41: <i>Material plisado con 115°C</i>	140
Tabla 42: <i>Material plisado con 130°C</i>	141
Tabla 43: <i>Material plisado con 145°C</i>	141
Tabla 44: <i>Material plisado con 150°C</i>	141
Tabla 45: <i>Tiempo empleado en realizar un centro</i>	142

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Transferencia de calor por conducción.....	25
Ecuación 2: Transferencia de calor por convección.....	27
Ecuación 3: Transferencia de calor por radiación.....	29
Ecuación 4: Porcentaje de humedad.....	32
Ecuación 5: Ley de ohm.....	56

Ecuación 6: Resistencia de protección de led infrarrojo.....	56
Ecuación 7: Área de la tela.....	59
Ecuación 8: Corriente del triac.....	67
Ecuación 9: Resistencia R2 mínima.....	69
Ecuación 10: Resistencia R2 máxima.....	70
Ecuación 11: Cálculo de la constante de tiempo.....	71
Ecuación 12: Cálculo del valor de la resistencia.....	72
Ecuación 13: Cálculo del condensador.....	72
Ecuación 14: Calor consumido por el sistema.....	83
Ecuación 15: Tasa de flujo total de calor.....	84
Ecuación 16: Corriente consumido por el sistema de calentamiento.....	92
Ecuación 17: Potencia del conjunto de resistencias calefactoras.....	93
Ecuación 18: Cambio de la energía interna.....	97
Ecuación 19: Tasa de cambio de la energía interna.....	97
Ecuación 20: Resistencia térmica.....	98
Ecuación 21: Ecuación del sistema en función del tiempo.....	98
Ecuación 22: Función de transferencia.....	99
Ecuación 23: Resistencia térmica por conducción.....	99
Ecuación 24: Capacidad térmica.....	99
Ecuación 25: Tiempo de establecimiento.....	101
Ecuación 26: Error en estado estacionario.....	101
Ecuación 27: Criterio de Routh - Hurwitz.....	102
Ecuación 28: Forma general del controlador PI.....	106

Ecuación 29: Compensador PI del sistema de temperatura.	106
Ecuación 30: Factor de condición.....	107
Ecuación 31: Compensador PI del sistema de temperatura.	108
Ecuación 32: Controlador PI discretizado	110
Ecuación 33: Controlador PI discretizado	110
Ecuación 34: Ecuación de diferencias del controlador PI	112
Ecuación 35: Tiempo de trabajo en un pliegue.....	143

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DE HUMECTACIÓN Y
PLANCHADO EN UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS
CAYAMBEÑAS**

Autor: Tabita Quilumbaquín A.

Director: Ing. Cosme Mejía E.

RESUMEN

El trabajo que a continuación se describe está enfocado en el área productiva de la pequeña industria en pos de agilizar el proceso de elaboración de centros o faldas Cayambeñas. Este proyecto promueve la aplicación de métodos automatizados para la elaboración de faldas enfocados al uso de las personas afines a esta cultura.

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar un sistema de humectación y planchado en la máquina pisadora de tela para faldas Cayambeñas que permita conseguir centros plisados de manera uniforme y sin riesgo de quemaduras del material. Esto permitiría cubrir la demanda de las prendas generada principalmente en temporada y garantizar la calidad de las mismas controlando las variables que influyen en el proceso de producción como son esencialmente la humedad y la temperatura de planchado de las prendas

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HUMIDIFICATION AND IRONING SYSTEM
IN A PLEATED MACHINE FOR SKIRTS CAYAMBEÑAS**

Author: Tabita Quilumbaquín A.

Director: Ing. Cosme Mejía E.

SUMMARY

The work below describes is focused in the small industry productive area , towards nimble the elaboration process about the kayambi's skirts. This project promotes the application of automated methods to elaboration about skirts focused to wears to the people related with this culture.

The objective of this work is to design and implementation of humidification and ironing system in a pleated machine for skirts cayambeñas lets get pleated skirts with uniform pleats and without of burns risk for the material. This implementation will meet the demand generate mainly seasonal garments and ensure quality control of these variables influencing the production process and are essentially moisture and temperature ironing clothes

PRESENTACIÓN

El proyecto diseño e implementación de un sistema de humectación y planchado en una máquina pisadora de tela para faldas cayambeñas se encuentra estructurado de seis capítulos: Introducción; Estudio de las alternativas de diseño; Diseño de los sistemas; Implementación de los sistemas; Pruebas de funcionamiento y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

En el primer capítulo se detallan las razones por las cuales se realiza el presente proyecto.

En el segundo capítulo se detalla el fundamento teórico necesario para poder entender el desarrollo del proyecto.

En el tercer capítulo se puntualiza: el diseño de los sistemas tanto de humectación; como de planchado; los parámetros de diseño; la lógica de funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema y el flujograma de programación del controlador utilizado para el funcionamiento de los sistemas.

En el cuarto capítulo se especifica: el procedimiento tomado así como: las herramientas y pasos realizados para la implementación de los sistemas diseñados en el tercer capítulo.

En el quinto capítulo se detallan las pruebas de funcionamiento realizadas al los sistemas implementados, los resultados obtenidos y la eficiencia de la máquina.

En el sexto capítulo se detallan las conclusiones, recomendaciones y los anexos

CAPITULO1

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Debido a que el país (Ecuador) está conformado de diferentes etnias y nacionalidades, cuyos pueblos acostumbran vestir con su propio atuendo; cada nacionalidad se ha dedicado a elaborar su vestimenta de forma artesanal. Hoy en día la mayoría de las personas pertenecientes a la nacionalidad kayambi han fortalecido su tendencia a hacer uso diario de las prendas que solían utilizar sus antepasados por generaciones. Dentro de las prendas tradicionales se encuentra el centro; cuya principal característica es estar conformado de pliegues, cuyo número varía de acuerdo al tamaño y tipo de pliegue empleado para la elaboración del mismo.

La gran mayoría de procesos de plisado para faldas cayambeñas se ha realizado en forma manual. Las personas encargadas de realizar éste proceso han debido adquirir las habilidades necesarias para realizar el plegado de la tela; de tal manera, que cada pliegue pueda ser realizado de tamaño semejante al anterior. La elaboración de centros con pliegues uniformes, ha estado relacionada con los años de experiencia de la persona en ejercer el trabajo; dificultándose de este modo, la elaboración de faldas plisadas para personas que empiezan con éste tipo de labor. En la siguiente figura se puede apreciar la diferencia de uniformidad de pliegues entre un centro elaborado por una persona experta y una persona que no tiene experiencia en la labor.



Figura 1. Diferencia de uniformidad de pliegues

Entre uno de los pasos para la elaboración del centro, existe uno en particular que consiste en la humectación de la tela para posteriormente someterla a calor con lo que la prenda adquirirá los pliegues que darán la forma característica a la prenda. La humectación de la misma, se realiza en forma manual, dificultándose una adecuada humectación de la tela, con lo cual la prenda es más propensa a sufrir quemaduras totales o parciales debido al contacto de ésta con la plancha casera. Todo ello hace que merme la calidad de plisado trayendo consigo pérdidas económicas para las personas que realizan éste trabajo.

Al implementar un sistema de humectación y planchado en la máquina plisadora de tela; se mejorará la humectación de la tela; optimizando el tiempo empleado para realizar los pliegues, acrecentando la uniformidad y garantizando la producción de centros sin quemaduras.

1.2 OBJETIVO GENERAL

- Implementar un sistema de humectación y planchado en la máquina plisadora de tela de faldas cayambeñas para el mejoramiento de la calidad de plisado en la tela.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los parámetros que influyen en el adecuado plisado de tela.
- Diseñar el sistema de humectación y planchado de tela que permita garantizar la calidad de plisado de centros y optimizar el tiempo de producción.
- Seleccionar los componentes adecuados para la implementación del sistema de control.
- Implementar el sistema de humectación y planchado en la máquina plisadora de tela con todos los componentes seleccionados.

- Realizar las pruebas y ajustes pertinentes.
- Elaborar el manual de mantenimiento y guía de detección de fallas del sistema de

humectación y planchado implementados

1.4 JUSTIFICACIÓN

En lo referente a la elaboración de ropa típica de la nacionalidad kayambi, encontramos varias micro empresas que se dedican a la elaboración de este tipo de atuendo. La elaboración de las mismas al ser de tipo manual, el tiempo que se emplea en realizar los pliegues y planchado tiende a incrementarse influyendo directamente en el costo final de la prenda, más aún en temporadas de alta demanda, cuando al no abastecerse de mano de obra local en los talleres artesanales recurren a terceras personas para poder cumplir con los pedidos, enfrentando gastos de transporte de material y pago adicional de planchado por prenda.

Es importante tomar en cuenta que para obtener un centro con pliegues adecuados es significativo controlar la humedad de la tela y temperatura de planchado; puesto que de lo contrario puede echarse a perder la prenda por razones tales como: quemaduras totales o parciales e inadecuada estabilización de los pliegues con lo que disminuye en gran manera el precio de la prenda en el mejor de los casos o pérdida total de la prenda.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente se ha optado por implementar una máquina plisadora de centros; que reduzca en gran manera la incidencia de las personas directamente tanto en humectación, plisado y planchado de la tela. Con este aporte se logrará optimizar el tiempo de plisado de centros, disminución de pérdidas de prendas y mejorar el

beneficio económico para las familias dedicadas a ésta actividad

1.5 ALCANCE

En el caso del sistema de humectación inicialmente el usuario deberá hacer que el material entre al sistema de arrastre de tela de tal manera que ésta avance de modo uniforme tanto por el sistema de aspersión; como por el sistema de plisado. La humectación de la tela se realizará por medio de un sistema aspersor, que permita proveer agua con el fin de humedecer toda la tela. Se implementará un sistema de control, que permita detener el sistema de arrastre en caso de que la tela no esté humectada lo suficiente. El encendido y apagado del sistema de humidificación se realizará en forma automática. Así mismo se implementará un paro de emergencia para detener la máquina cuando el usuario detecte anomalías en el proceso.

La tela que se utiliza para el plisado es el paño acrílico, por lo cual se instalarán resistencias calefactoras que aprovecharán el efecto Joule para poder elevar la temperatura de la plancha hasta temperaturas adecuadas de plisado, para lo cual se instalará un sistema de control de encendido y apagado de plancha de acuerdo a las temperaturas en las que se encuentre la misma.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Antaño, las faldas cayambeñas utilizadas solían ser elaboradas desde el proceso de esquila de la materia prima (lana de cordero), el hilado, el tejido, tenido y plegado. Para el plegado de la prenda, solían utilizarse dos superficies (piedras grandes y planas) entre las cuales se introducía el material previamente plegado manualmente, para luego dejarlo bajo presión durante la noche sin utilizar calor o humedad, éste proceso permitía que la prenda adquiriera pliegues no permanente y grueso.

Con el paso del tiempo, el proceso de plegado con superficies planas fue remplazado por planchas de calor con humedad y debido al desarrollo de la industria textil, el material utilizado ha sido reemplazado de tejidos de lana a tejidos de acrílico localmente conocido como acrílico.

En lo referente a maquinarias para realizar pliegues, Ruiz (2016) menciona que en el mercado internacional existen varias máquinas para la elaboración de los mismos, presentado pliegues ligeramente distintos a los de las faldas cayambeñas: además, las máquinas que se usan son de tipo industrial y por ende relativamente costosas.

A continuación se detallan algunas de las máquinas que realizan pliegues.



Figura 2: Máquina para plisar tela tipo industrial.
Fuente: Ruiz (2016).

Características:

Velocidad de 100 cm por minuto.

Utiliza el calor y cuchillas.

Varios tamaños de pliegue.

Ancho de trabajo de 1.60 m.



Figura 3: Máquina para plisar tela tipo artesanal.
Fuente: Ruiz (2016).

De acuerdo a Miriam Estela (2013) esta máquina posee rodillos con surcos por donde pasa la tela, dentro de estos tiene unos tubos de hierro macizo que se calientan en el fuego, estos dan el calor necesario para marcar el plisado en la tela. Para el movimiento de los rodillos se usa una manija de madera.

Características:

Fácil de usar.

Ancho de trabajo limitado, 70 centímetros.

Solo se puede elaborar plisado grueso.

2.2. PLISADO DE TELA

Existen diferentes modelos de faldas cayambeñas ya sea con adornos o sin ellos; según los requerimientos del consumidor final o del diseño de la prenda. En la figura 4; se ilustran faldas

cayambeñas para dar una visión general de las características de plisado de centros.



Figura 4. Faldas cayambeñas

Para lograr dar la apariencia que caracteriza a éstas prendas, los centros que se elaboran en la actualidad deben pasar por un proceso de humectación, plisado y planchado manual, lo cual se torna en un inconveniente; puesto que el tiempo empleado es considerablemente largo; existe una alta probabilidad de riesgos para la personas dedicadas a ésta actividad y eventualmente se tiene pérdidas de capital por quemaduras del producto terminado. Las quemaduras presentes en los centros son mayormente causadas por: exceso de temperatura en la plancha, adhesión de fibras diluidas en la plancha o por tiempos prolongados de contacto entre la plancha caliente y el material procesado. En la figura 5; se muestra una falda quemada por exceso de temperatura en la plancha.



Figura 5. Falda cayambeña quemada por exceso de temperatura de plancha

2.3 ACABADOS TEXTILES

Se denominan acabados textiles a los procesos realizados sobre la tela, el hilo o la fibra ya sean éstos antes o después del tejido con la finalidad de dotar nuevas propiedades al producto; son los procesos necesarios para darle embellecimiento y utilidad final a los artículos, en este caso la tela. La durabilidad del acabado depende explícitamente del número de lavadas que soporta el mismo (Cegarra, 1957) en su página dos redacta la información detallada sobre acabados textiles.

2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE ACABADO TEXTIL

En la industria textil existen dos tipos de acabados, con los que se puede tratar a la tela con la finalidad de que ésta adquiera la forma deseada. La figura 6; muestra la clasificación de los acabados textiles.



Figura 6. Clasificación de los acabados textiles

2.3.1.1 Acabados físicos o mecánicos

Los acabados físicos se definen como cualquier proceso realizado sobre la tela para cambiar: la apariencia, el tacto y el comportamiento del material. Éstos acabados hacen uso de principios físicos como: la velocidad, presión y calor. Para realizar los acabados físicos se utilizan máquinas especializadas como: calandras, planchas, rama y otros.

Los acabados físicos transmiten a la tela propiedades como: brillo, suavidad, estabilidad dimensional, mejoran la superficie, entre otros. Estas propiedades transmitidas pueden ser permanentes o no permanentes dependiendo de la durabilidad que éstos presenten.

- Acabado físico permanente: El acabado físico permanente es aquel que dota a la prenda de propiedades que duran toda la vida de la prenda, mediante la utilización de principios físicos ya sean éstos calor, velocidad o presión.
- Acabado físico no permanente: El acabado físico no permanente es aquel que pierde las propiedades adquiridas al cabo de la primera lavada.

2.3.1.2 Acabados Químicos

Los acabados químicos se definen como cualquier proceso realizado sobre la tela o fibra ya sea antes o después del tejido para cambiar la apariencia, el tacto y el comportamiento del material; haciendo uso de productos químicos y las propiedades de las fibras. Permiten transferir al material nuevas propiedades que originalmente no presentaban, entre ellas tenemos: elasticidad, suavidad, mayor higroscopicidad y otros (Morales, 1999).

Debido al número de lavadas que soporta el acabado tenemos diferentes tipos de acabados químicos.

- Acabados químicos no permanentes: Los acabados químicos no permanentes son tratamientos de tejidos con productos químicos que no forman película ni originan una reacción química con el tejido y se eliminan al primer contacto con el agua.
- Acabados químicos semi - permanentes: Éstos acabados son procesos en los que se emplean productos químicos a base de dispersión, con más fuerte tendencia a formar película en la superficie del tejido, pero no originan reacciones químicas con el mismo y duran de *dos a tres* lavadas.
- Acabados químicos permanentes: Son acabados que producen una reacción química entre la fibra y el producto químico utilizado; como es el caso de una reacción química entre la fibra de algodón (Celulosa) y un colorante; estas reacciones duran toda la vida de la prenda.

2.4. FASES DEL PROCESO DE PLISADO

El proceso de plisado de un centro, independientemente del tipo y tamaño de pliegue, consta básicamente de *tres* fases: [Véase Anexo 1]

1.- Dotar al material de humedad suficiente: Ésta fase consiste en sumergir la tela en una tina de agua, con la finalidad de que ésta pueda absorber la mayor cantidad de líquido posible para

que sea capaz de soportar la exposición a calor, sin sufrir daños por exceso de temperatura.

2.- Elaboración de pliegues homogéneos: Consiste en elaborar y sostener los pliegues; cabe mencionar que en ésta etapa es necesario ejercer fuerza sobre la superficie plegada (Por lo general se añaden masas de hierro, varillas, etc.) con la finalidad de mantener la forma de los pliegues sin perder su diseño antes de ser sometidos al planchado.

3.- Planchado del material: Consiste en someter al material previamente humectado a contacto con la plancha a temperaturas elevadas. En sí, ésta es la fase en la cual se da el fijado permanente de los pliegues en la prenda. La figura 7; resume el proceso de plisado de faldas cayambeñas.



Figura 7. Proceso básico de plisado de falda cayambeña

2.4.1 TIPOS DE PLISADO

Para la clasificación de los tipos de plisados en faldas cayambeñas; se toma en cuenta la cantidad de tela (longitud de tela) utilizada en centímetros [cm]. En cada tipo de pliegue, el ancho del mismo es la mitad del tamaño del dobléz. [Refiérase al anexo 1]

En la figura 8; se ilustran las partes del pliegue de una falda cayambeña, base para la

clasificación de tipos de plisados que se pueden elaborar en una falda cayambeña; cabe mencionar que la base para un centro se encuentra calculado de acuerdo a la cantidad de material utilizada para confeccionar un centro de 60 [cm] de cintura. Para la confección de centros con medidas de cintura mayores; se debe añadir hasta 4 veces la base, de acuerdo a las necesidades de consumidor.

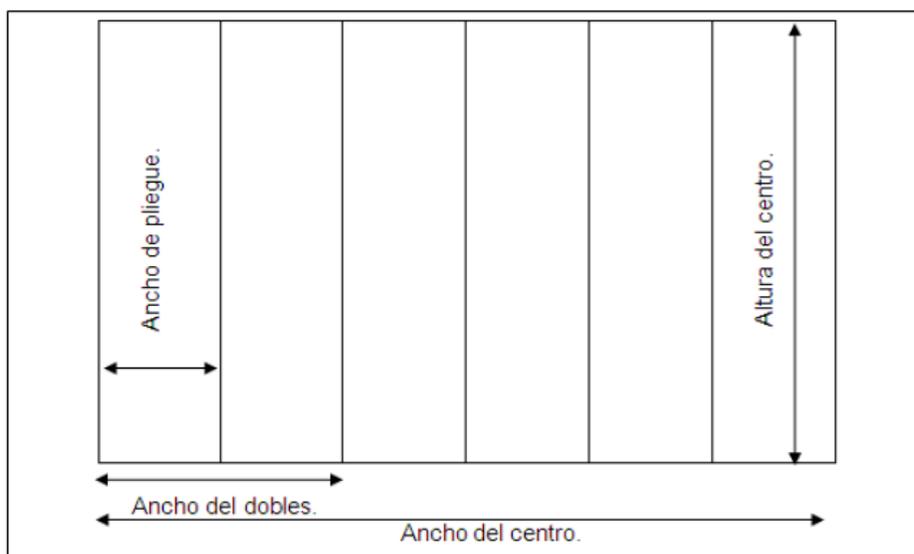


Figura 8. Partes del pliegue.

2.4.1.1 Plisado fino

En éste tipo de plisado la prenda posee pliegues en un rango de *ocho* [mm] hasta *doce* [mm] de longitud; se caracteriza por presentar la mayor dificultad para realizarlo manualmente; es el tipo de plisado en el que se emplea mayor tiempo para la elaboración de pliegues.

La base para un centro con plisado fino posee 150[cm] de longitud; de altura variable de 35[cm], hasta 80[cm] de altura; es así, que para la elaboración de pliegues en el mismo se necesita emplear alrededor de 80.35 minutos

Éste tipo de plisado es el que más se elabora diariamente, debido a que los centros con plisado fino son de mayor demanda en el mercado. En la figura 9; se observa un ejemplar de falda cayambeña elaborada con plisado fino.

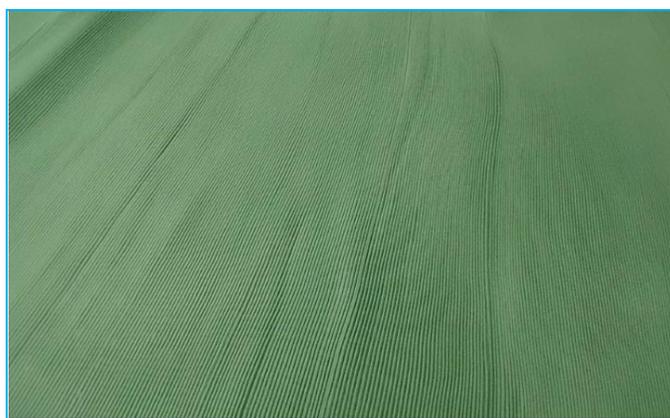


Figura 9. Falda cayambeña con plisado fino

2.4.1.2 Plisado medio fino

En éste tipo de plisado la prenda tiene pliegues de *catorce* [mm] a *dieciocho* [mm] de longitud; presenta menor grado de dificultad para elaborar los pliegues que el plisado fino, pero presenta mayor dificultad comparado con el plisado grueso.

La base para un centro normal con plisado medio fino posee alrededor de 150[cm] de altura variable de 35[cm] hasta 80[cm]; es así, que para la elaboración de los pliegues en el mismo, se necesita emplear alrededor de *veinte y seis* minutos. Éste tipo de centros es utilizado mayormente para danzas folclóricas, por tal motivo tanto la longitud total de tela como la longitud de pliegue pueden variar acorde a las peticiones del consumidor final. En la figura 10; se observa un ejemplar de una falda cayambeña con plisado medio fino.



Figura 10. Falda cayambeña con plisado medio fino

2.4.1.3 Plisado grueso

En éste tipo de plisado la prenda tiene pliegues *veinte* [mm] a *treinta* [mm] de longitud o mayor a ese rango. La elaboración de estos centros es el menos complicado que los plisados fino y medio fino.

La base para un centro normal con plisado fino posee 150[cm] de longitud; de altura variable de 35[cm], hasta 80[cm] de altura; es así, que para la elaboración de pliegues en el mismo se necesita emplear alrededor de *catorce* minutos. Tanto la longitud como la altura éste tipo de centros están sujetos a variaciones, debido a que éste tipo de plisado es empleado para los centros utilizados mayormente por personas mayores a los 40 años. En la figura 11; se puede observar un centro con plisado grueso.



Figura 11. Faldas cayambeña con plisado grueso

2.4.2 MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE PLISADO

Los materiales utilizados en el proceso de plisado son: [Refiérase al anexo 1].

- Agua: Su función es dotar de humedad suficiente a la tela, para su exposición a calor.
- Plancha: Tiene por objetivo fijar el acabado permanente (pliegues) en la tela, se debe tener cuidado de no dañar las propiedades del material por exceso de temperatura.
- Varillas o masas: Su función es mantener la forma de los pliegues, hasta el momento en que la tela sea sometida a calor, luego de ello deben ser retirados cuidadosamente, evitando causar deformaciones en los pliegues.
- Mesa de trabajo: Brinda el soporte necesario para sostener la tela en el proceso de plisado.

Tela: Material que será sometido al proceso de fijación de pliegues.

2.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PLISADO

Los factores que intervienen en el plisado son:

- a) Humedad del material.
- b) Temperatura de plancha.

c) Presión de planchado.

2.5.1 HUMEDAD DEL MATERIAL

Para un adecuado proceso de plisado, el material debe tener suficiente humedad para resistir al contacto con plancha. Existen dos posibilidades para humedecer al material; ya sea salpicando agua en la superficie de la tela o sumergiendo completamente en una tina de agua, de tal manera que éste absorba la mayor cantidad de agua posible. La capacidad de absorber humedad del material depende de las propiedades físicas de las fibras que conforman la tela.

El material a utilizar en el proceso de plisado está conformado con fibras de acrílico; estas fibras poseen la higroscopicidad necesaria para dotar al material de humedad suficiente y evitar el deterioro de las fibras al contacto con la plancha.

2.5.2 TEMPERATURA DE PLANCHA

La temperatura usual de planchado depende directamente del tipo de material que se esté empleando para el proceso de plisado; es así que, según ensayos realizados, para un material conformado por acrílico la tendencia a adquirir un fijado empieza desde los 90° C Celsius. [Refiérase al anexo 13]

Para evitar la deformación o el deterioro del material al contacto con la plancha la temperatura regular de la misma no debe ser más de 220y 235 °C (Earhardt, Blûmcker, Bûrger, Mârklin, & Quinzler, 1980)

2.5.3 PRESIÓN DE PLANCHADO

La presión de planchado es un factor que garantiza la formación de pliegues paralelos en el material procesado. Es importante tomar en cuenta que el acrílico soporta hasta presiones de 20 toneladas [Ton], sin perder las propiedades que lo caracteriza,

2.6 PROPIEDADES DEL MATERIAL

La materia prima para el proceso de planchado es el comercialmente denominado paño acrílico, con una composición del 100 por ciento [%] de fibras de acrílico. [Véase anexo 2]

2.6.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS FIBRAS DE ACRÍLICO

Existen varias formas de identificar las fibras que componen un material (tela), ya sea por un análisis de la estructura de la fibra a través de un microscopio; por utilización de agentes que deterioren la fibra y la prueba de combustión.

Cazares (2008) menciona que la forma más fácil de identificar las fibras es a través de la prueba de combustión. Tanto fibras naturales (algodón), proteicas (lana) y fibras artificiales (acrílico) presentan diferentes formas de reaccionar ante la exposición a la flama. En la tabla 1; se menciona el comportamiento que presentan las fibras de acrílico a la exposición de flama (Hollen & Sandler, 1989)

Tabla 1: *Comportamiento de fibras acrílicas.*

Estado de flama	Comportamiento
Al acercarse a la flama	Se funde alejándose de la flama
En la flama	Arde fundiéndose
Al retirarla de la flama	Continua ardiendo y fundiéndose
Olor	Ninguno
Ceniza	Perla negra, dura y quebradiza
Comportamiento térmico	
Temperatura de transición vítrea	90 °C
Resistencia al calor seco	125 - 135 °C
Temperatura de lavado	40 - 50 °C
Temperatura de planchado	160 - 200 °C
Temperatura máxima de fijado	220 °C
Temperatura de decoloración	235 °C
Temperatura a la que la fibra empieza a ser termoplástica	228 °C
Temperatura de reblandecimiento	215 - 255 °C
Temperatura de descomposición	300 - 320 °C
Temperatura de auto inflamación	560 °C

A continuación, se detallan las propiedades de las fibras de acrílico.

- Las fibras acrílicas son polímeros con cadenas de macromolécula lineal cuya estructura

contiene un mínimo de 85% en masa de unidad estructural correspondiente al acrilonitrilo.

- Las fibras acrílicas son suaves, calientes, ligeras y elásticas; con ellas se fabrican telas de fácil cuidado. Son resistentes a la luz solar y a la intemperie. Se utilizan para elaborar prendas semejantes a la lana (Hollen & Sandler, 2002).
- Las propiedades de higroscopicidad del acrílico son similares a las de la lana.
- Los productos hechos de fibras de acrílico no presentan alergias, en comparación con la lana.
- Presentan poca absorción de agua, se secan rápidamente y son resistentes al calor de irradiación.
- Tiene la particularidad de arrugarse fácilmente, pero las deformaciones fijadas tienden a ser permanentes.

CAPÍTULO 3

3.1 ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

En éste capítulo se detallan las diferentes alternativas de diseño tanto para la implementación del sistema de humectación, como para el sistema de planchado. La selección de los dispositivos/componentes a implementar en los sistemas de humectación y planchado, dependerá de las facilidades de uso que éstas puedan prestar al operador de la máquina y la eficiencia de los sistemas.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El sistema de humectación y planchado en una máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas debe contar con las siguientes especificaciones:

- Humectación superficial de tela.
- Área mínimo de humectación de tela 240 centímetros cuadrados [cm²].
- Temperatura de trabajo de plancha desde 100 grados centígrados [

3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los criterios tomados en cuenta para la selección y desarrollo de los sistemas de humectación de tela y planchado, se cimientan en los aspectos que se mencionan a continuación:

- Costos

La máquina está dirigida a la pequeña industria, por lo que es imprescindible escatimar costos de fabricación, sin dejar de lado la calidad, fiabilidad y vida útil de los sistemas en la

máquina.

- Facilidad de construcción y montaje

Es importante tomar en cuenta que la implementación de los sistemas depende de las facilidades para adquirir los materiales necesarios en el ámbito local y de la mano de obra calificada.

- Facilidades de mantenimiento

Los sistemas implementados deben poseer repuestos de fácil adquisición y reemplazo, para mayor facilidad de operaciones de mantenimiento, además de facilidades de montaje y desmontaje si se precisa.

- Seguridad

Las capacidades que posean los sistemas implementados en la máquina para brindar las condiciones adecuadas de operación y bienestar al operario deben ser excelentes.

- Facilidad de operación

Los sistemas implementados deben ser manipulables puesto que ello garantiza el buen uso de la máquina.

3.3.1 EL PLANCHADO

El proceso de planchado tiene como objetivo eliminar arrugas en el tejido y fijar pliegues en la prenda si se precisa, haciendo uso de un instrumento de planchado (plancha). Es un proceso en el que las diferentes particularidades de cada tipo de prenda, diversidad de modelos y el empleo de la variedad de tejidos exigen la necesidad de individualizar los procesos de trabajo. Un adecuado proceso de planchado requiere de la combinación de los siguientes parámetros:

- Humedad
- Presión
- Temperatura

Los parámetros mencionados deben combinarse con los elementos mecánicos, los cuales representan la superficie adecuada para el tratamiento de la prenda, ello complica la universalidad de los elementos mecánicos, puesto que existen distintas exigencias dependiendo del tipo de prenda a tratar. En la tesis de ingeniería de Arias (2002) se describe detalladamente sobre el tema

3.3.2 TIPOS DE PLANCHAS

Dependiendo del tipo de vapor usado en el proceso de planchado, la forma de obtener calor y el ambiente en el que operan, se puede realizar la siguiente clasificación.

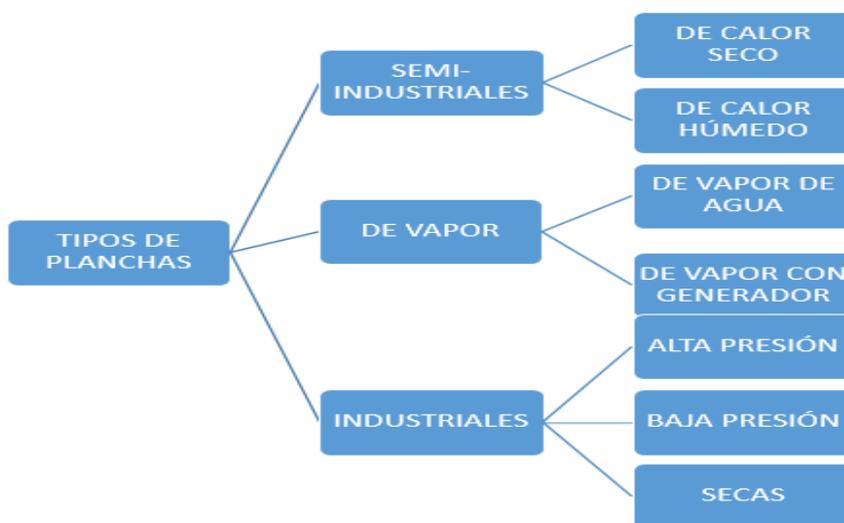


Figura 12. .Clasificación de las planchas

Fuente: (Arias, 2002)

3.3.2.1 Planchas semi – industriales

La herramienta para el planchado de las prendas es la plancha doméstica, la cual es calentada por resistencias y poseen suministro de calor seco o calor húmedo, dependiendo de la estructura de la plancha. Según Arias (2002) éste tipo de artefacto es utilizado solamente para el planchado manual.

3.3.2.1.1 De calor seco: En éste tipo de planchas se realiza el calentamiento por resistencia eléctrica.

3.3.2.1.2 De calor húmedo: En éste tipo de planchas se utiliza vapor de agua para el calentamiento de la plancha, son planchas con peso más ligero que la plancha de calor seco.

3.3.2.2 Planchas de vapor

Básicamente existen dos tipos de planchas de vapor:

3.3.2.2.1 Plancha con vapor con bomba: El vapor se produce dentro de la plancha a partir del agua bombeada desde un depósito auxiliar conforme la plancha lo va necesitando.

3.3.2.2.2 Plancha de vapor con generador de vapor: Según Arias (2002): “En la plancha con generador de vapor no es la plancha la que produce el vapor, sino un generador independiente que le sirve de soporte”. La cantidad de vapor generado suele ser mayor que la del tipo anterior y, por lo tanto, el planchado se torna más fácil.

3.3.2.3 Las planchas industriales

Se caracterizan por utilizar potencias que oscilan entre 800 Watts [W] y 1300[W].El control de temperatura se realiza mediante termostatos, o mediante una unidad de control; pueden clasificarse en las siguientes categorías:

3.3.2.3.1 Planchas de alta presión: Son calentadas mediante vapor de red, y trabaja a una presión entre *tres* a *seis* kilogramos por centímetro cuadrado [Kg/cm²]; pueden poseer resistencia eléctrica.

3.3.2.3.2 Planchas de baja presión: Son planchas vaporizables con calentamiento eléctrico cuyas resistencias internas producen el vapor en la propia plancha; o bien, caso más común, mediante generador de vapor que trabaja a una presión entre 1.5 y 3[Kg/cm²]

3.3.2.3.3 Planchas secas: En éste tipo de planchas no se utiliza vapor de agua; sino, agua en estado líquido que se dotará directamente a la prenda.

3.4 ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE PLANCHADO

En las alternativas para el sistema de planchado se estudian cada una de las opciones de transferencia de calor a implementarse en la máquina plisadora de tela. A continuación, se definen algunos parámetros que deben ser tomados en cuenta para el diseño de los sistemas

3.4.1 TRANSFERENCIA DE CALOR

La transferencia de calor se define como la energía en tránsito entre un sistema y su alrededor debido a la diferencia de temperaturas. De acuerdo con (Holman, 1999) el intercambio de energía se realiza en forma de calor, éste puede ser convertido mediante convección, radiación o conducción. En ocasiones estos *tres* tipos de transferencia de calor se pueden presentar en un mismo sistema simultáneamente. En la figura 13; se puede apreciar los *tres* procesos de transferencia de calor.

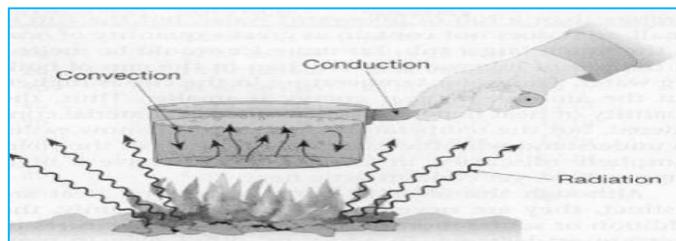


Figura 13. Esquema de transferencia de calor

(Incropera & DeWitt, 1999)

3.4.1.1 Transferencia de calor por conducción

La transferencia de calor por conducción está relacionada con las actividades atómicas y moleculares de la masa, afirmaciones de Incropera & De Witt (2001) mencionan que la conducción se considera como la transferencia de energía de las partículas con mayor fuerza energética hacia las partículas con menor fuerza energética. La mayoría de los cuerpos sólidos transmiten calor por medio de conducción. La figura 14; ilustra el proceso de transferencia de calor por conducción.

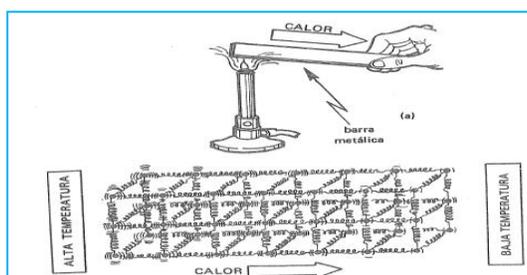


Figura 14. Calor transmitido en un sólido por medio de conducción

(Riveiro da luz & Alvarenga, 1998)

Para poder cuantificar los procesos de transferencia de calor se tiene el modelo matemático representado por la ecuación 1.

Ecuación 1: Transferencia de calor por conducción

$$q'' = -k \frac{dt}{dx}$$

Donde:

$q'' =$ Flujo de calor por unidad de área [W/m²]

$\frac{dt}{dx} =$ Gradiente de temperatura en la dirección x

$k =$ Coeficiente de transferencia de calor por convección en [W/m . °K]

Fuente: (Incropera & De Witt, 2001)

3.4.1.1.1 Ventajas

Para la implementación del sistema de planchado en la máquina plisadora de telas para faldas cayambeñas, la transferencia de calor por conducción presenta las siguientes ventajas:

- La conducción se realiza dentro de *uno* o *dos* cuerpos que están en contacto; por lo tanto, se puede aprovechar el efecto Joule de resistencias eléctricas para calentar la plancha.
- En un metal el calor puede fluir más fácilmente.

3.4.1.1.2 Desventajas

Para la implementación del sistema de planchado en la máquina plisadora de telas para faldas cayambeñas, la transferencia de calor por conducción presenta las siguientes desventajas:

- Se necesita tener suficiente energía cinética en las moléculas del material con mayor temperatura, por lo tanto es imprescindible aplicar una fuente de energía al material destinado a realizar la transferencia de calor.

3.4.1.2 Transferencia de calor por convección

La transferencia de calor por convección de acuerdo con (Incropera & DeWitt, 1999) se manifiesta por el movimiento macroscópico de un fluido y por el movimiento aleatorio de las moléculas del mismo en presencia de un gradiente de temperatura. La convección es un mecanismo de transferencia de calor que presentan mayormente los líquidos. En la figura 13; se presenta un recipiente con agua sobre una flama, en la cual la capa del fondo del agua recibe calor por conducción, haciendo que el volumen de ésta aumente y por consiguiente su densidad disminuya. El agua menos densa se desplaza hacia la parte superior haciendo que el agua de la superficie (agua fría y densa) se traslade hacia la parte inferior.

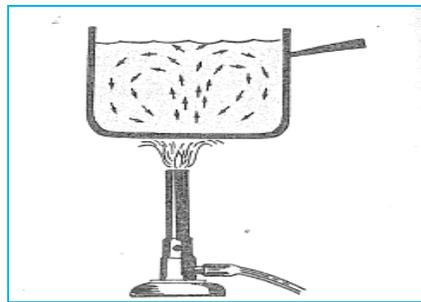


Figura 15. Transmisión de calor debido a la formación de corrientes de convección

(Riveiro da luz & Alvarenga, 1998)

El modelo matemático para el modo de transferencia de calor por convección está dado por la ecuación 2.

Ecuación 2: Transferencia de calor por convección

$$q'' = h(T_s - T_\infty)$$

Donde:

q'' = Flujo de calor por convección (W/m^2)

$h =$ Coeficiente de transferencia de calor por convección [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$]

$T_s =$ Temperatura superficial [$^\circ\text{C}$]

$T_\infty =$ temperatura del fluido [$^\circ\text{C}$]

Fuente: (Incropera & De Witt, 2001)

3.4.1.2.1 Ventajas

Para la implementación del sistema de planchado en la máquina plisadora de telas para faldas cayambeñas, la transferencia de calor por conducción presenta las siguientes ventajas:

- En el proceso de transferencia de calor se utiliza el mecanismo de conducción y convección.

3.4.1.2.2 Desventajas

Para la implementación del sistema de planchado en la máquina plisadora de telas para faldas cayambeñas, la transferencia de calor por convección presenta las siguientes desventajas:

- Al aplicar éste método de transferencia de calor se debería implementar un sistema con serpentines por los cuales circule agua caliente, para ello se requerirá instalar un caldero, ello aumenta el costo de la máquina.
- El calentamiento de la plancha se realizaría por medio de convección forzada, utilizando bombas para la circulación de agua caliente, ello implica gasto en energía eléctrica para el usuario

3.4.1.3 Transferencia de calor por radiación

El mecanismo de transferencia de calor por radiación consiste en intercambio de calor por

radiación térmica. (Incropera & DeWitt, 2001) sugieren que “ Sin importar la forma de la materia, la radiación se puede atribuir a cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o configuraciones constitutivas ”. Además se menciona que todos los cuerpos emiten calor por medio de la radiación a través de ondas electromagnéticas, esto significa que mientras la transferencia de calor por conducción y la transferencia de calor por radiación precisan de medios por los cuales realizar la transferencia, la transferencia de calor por radiación no la precisa (transferencia en vacío). La figura 14; muestra la transferencia de calor de una lámpara, en la cual se puede apreciar un aumento de temperatura en el exterior de la lámpara a pesar de tener un vacío que separa a la fuente de calor y al medio exterior.

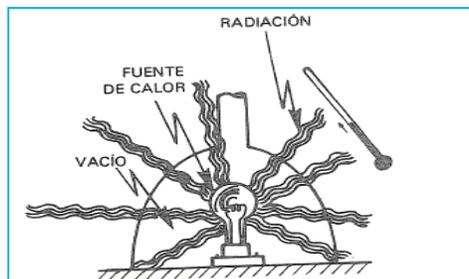


Figura 16. Propagación de calor en vacío por medio de radiación

Fuente: (Alvarenga & Riveiro da luz, 1998)

El modelo matemático para éste tipo de transferencia de calor se presenta en la ecuación 5.

Ecuación 3: Transferencia de calor por radiación

$$q'' = \varepsilon E_b(T_s) - \sigma \beta (T_s^4 - T_{alr}^4)$$

Donde:

σ = Constante de Stefan Boltzmann [$5.67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \cdot \text{°K}^4$]

ε = Emisividad [Adimensional]

q'' = Flujo de calor por unidad de área [W/m^2]

E_b = Potencia Emisiva superficial [W/m^2]

β = Absorvidad [Adimencional]

T_s^4 = Temperatura de la superficie [$^{\circ}K$]

T_s = Irradiación [W/m^2]

T_{alr}^4 = Temperatura de los alrededores [$^{\circ}K$]

Fuente: (Incropera & De Witt, 2001)

2.4.1.3.1 Ventajas

Para la implementación del sistema de planchado en la máquina plisadora de telas para faldas cayambeñas, la transferencia de calor por radiación presenta las siguientes ventajas:

- Presenta ahorro de dinero.
- Puede utilizarse energía solar.

3.4.1.3.2 Desventajas

Para la implementación del sistema de planchado en la máquina plisadora de telas para faldas cayambeñas, la transferencia de calor por radiación presenta las siguientes desventajas:

- Presenta mayor dificultad de calentamiento de la plancha, por el hecho de que se necesita una fuente externa con capacidad de llegar a las temperaturas requeridas por el usuario para el fijado de pliegues.
- Pérdida de eficiencia y efectividad.

3.5 ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE HUMECTACIÓN DE TELA

Los procedimientos de humectación consisten en los caminos utilizados y la cantidad de agua necesaria suministrado al material para los tratamientos posteriores del mismo: es así, que tenemos los siguientes procedimientos de humidificación:

3.5.1 HUMECTACIÓN POR INMERSIÓN EN TINA

La mayoría de los procesos de humectación de material, ya sea para lavado, tintura, desengomado y otros, se ha venido realizando por inmersión total de la prenda en un recipiente que contiene agua o soluciones en su interior. Este tipo de proceso es mayormente utilizado en trabajos para proceso continuos, que consisten en unir longitudes de tela considerables para los procesos de tintura y tratamiento posterior. El material es transportado a través de un sistema de cilindros guías, controlados por motores (Morales, 1999)

Para determinar la cantidad de agua que absorbe el material mediante este método; se han realizado ensayos utilizando los siguientes materiales

- Balanza de precisión
- Probeta
- Tela
- Agua
- Vaso de precipitación
- Gotero

En la figura 17; se pueden apreciar los materiales usados para determinar la cantidad de

absorción de agua del material, por el proceso de inmersión en tina.

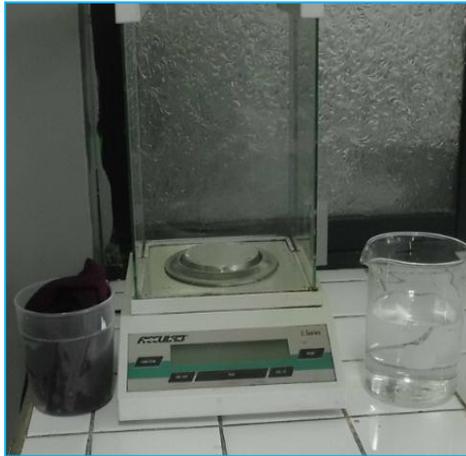


Figura 17. Materiales para el ensayo de humectación de tela por inmersión en tina

Procedimiento

- 1.- Con el uso de la balanza de precisión se determinó la masa inicial de 80[cm^2] de área de material.
- 2.- Cada material fue sumergido en un recipiente de agua.
- 3.- Se determinó la masa final de las telas empleadas en el proceso.
- 4.- Se realizaron los cálculos para determinar los porcentajes de agua que se encuentran en el tejido de la siguiente manera:

La cantidad de humedad expresada en porcentaje del peso de la muestra se expresa con la siguiente fórmula:

Ecuación 4: Porcentaje de humedad

$$\%H = \frac{Ph - Ps}{Ph} \times 100$$

Donde:

$\%H = \text{Contenido de humedad}$

$Ph = \text{Peso de la muestra húmeda}$

$Ps = \text{Peso de la muestra seca}$

Fuente: (Lockuàn, 2013)

La ecuación 4; será utilizada tanto para el análisis de humectación por aspersión; así como, para humectación por inmersión.

En el Anexo 3; se puede visualizar el análisis de los datos obtenidos en el ensayo. El sistema de humectación de tela por inmersión en tina, permite que el material absorba un promedio de 66.04 % del total de su peso; ello, significa que en un promedio de 80 [cm²] de área que posee un pliegue, el material absorbe alrededor de 3.925 mililitros [ml].

3.5.1.1 Ventajas

- Puede sumergirse todo el material, dependiendo de la capacidad de la tina,
- Puede ser utilizada toda el agua de la tina.

3.5.1.2 Desventajas

- Para humedecer totalmente el material se requiere hacer uso de presión adicional.
- Su implementación implica aumento de costos.
- Éste método hace que el material absorba excesiva cantidad de agua.

3.5.2 HUMECTACIÓN POR PULVERIZACIÓN O MICRO ASPERSIÓN

Los proceso de humectación de tela utilizando pulverizador, son en su gran mayoría utilizados para proceso de planchado de tela o ropa netamente artesanales, por lo tanto, la

capacidad de producción son considerablemente reducidas en comparación con el proceso de humidificación de tela por inmersión en tina. En la figura 18; se observa la humectación del material utilizando un pulverizador manual.

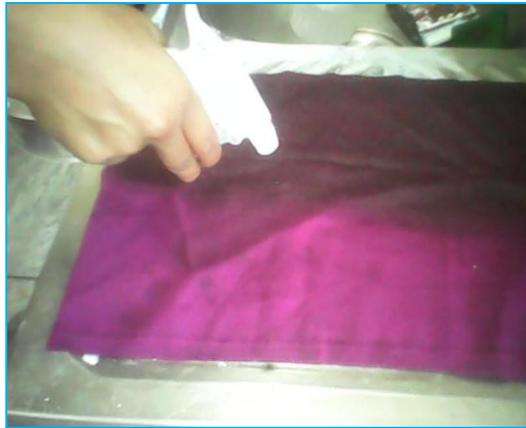


Figura 18. Humectación de tela utilizando un pulverizador manual

Para determinar la cantidad de agua que absorbe la tela utilizando el sistema de pulverización se ha utilizado los siguientes materiales:

- Balanza de precisión.
- Pulverizador.
- Material.
- Agua.
- Vaso de precipitación.
- Gotero

Procedimiento

1.- Con el uso de la balanza de precisión de determinó la masa inicial de $80[cm^2]$ de área de material.

2.- Cada material fue humedecido con el uso del pulverizador.

3.- Se determinó la masa final de las telas empleadas en el proceso.

4.- Se realizó los cálculos para determinar los porcentajes de agua que se encuentran en el tejido.

En el Anexo 4; se pueden apreciar los datos obtenidos en el ensayo. La cantidad de agua que absorbe el material utilizando éste sistema es de un promedio de $55.46 [\%]$ de su peso, lo cual significa que en un área de 80 centímetros cuadrados el material absorberá 2.85 ml de agua; por lo tanto, éste método permite que el material absorba menor cantidad de agua y el volumen que éste absorba depende de la cantidad de agua que se facilite.

3.5.2.1 Ventajas

- La presión del sistema con pulverizadores hace que la tela sea humedecida mucho más rápido.
- Puede implementarse fácilmente.

3.5.2.2 Desventajas

- Se necesita más de un pulverizador, para abastecer el total de longitud de tela.

3.6 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la selección de alternativas tanto para el sistema de planchado, como para el sistema de humectación, se toma en cuenta el material mencionado en las secciones anteriores.

3.6.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PLANCHADO

En el sistema de planchado se requiere analizar el mecanismo de transferencia de calor que

se va a implementar en una plancha; para ello se muestra la tabla 2; que presenta un resumen de los mecanismos de transferencia de calor.

Tabla 2: *Resumen de formas de transferencia de calor.*

CONDUCCIÓN	CONVECCIÓN	RADIACIÓN
Utiliza el mecanismo de conducción como medio de transferencia de calor	Utiliza tanto el mecanismo de conducción como el mecanismo de convección como medio de transferencia de calor	Utiliza los tres mecanismos de transferencia de calor
Se requiere de un elemento (resistencia calefactora) como fuente de calor.	Se requiere de un conjunto de serpentines y caldero como fuente de calor.	Se requiere fuentes de irradiación, suficientes como para realizar la transferencia de calor.
Es un mecanismo de fácil implementación.	Se requiere de elementos que necesitan de un control riguroso.	Es un método de transferencia de calor mucho más costoso
Fácil adquisición de elementos para transferencia de calor por conducción.	Elementos (principalmente calderos) de difícil adquisición. Son generalmente para industrias grandes.	Difícilmente se puede llegar a la temperatura deseada.

En el caso del sistema de planchado se ha optado por implementar una plancha industrial de calor seco, puesto que la plancha en sí, dotará de energía calórica al material previamente humedecido. Las niquelinas permitirán el aumento de temperatura de masa de la plancha por medio de transferencia de calor por conducción. Se ha optado en utilizar este medio de transferencia de calor debido a que es relativamente viable de implementar y de bajo costo en comparación con el resto de mecanismos de transferencia de calor. La variable del proceso será

controlada a través de un sistema de control PI, cuyo valor prefijado deberá considerar las propiedades del material mencionadas en el capítulo 2. La selección del tipo o modo de control se detalla en la sección 3.8

3.6.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE HUMECTACIÓN

Para la selección del sistema de humectación se presenta la tabla 3; que muestra un resumen de las características principales de los sistemas de humectación ya estudiados.

Tabla 3: *Resumen de sistemas de humectación.*

INMERSIÓN EN TINA	PULVERIZACIÓN
El material absorbe agua más de la mitad de la cantidad de su peso inicial	La cantidad de agua absorbido por el material es menor que el sistema de inmersión en tina.
La absorción de agua del material no puede ser controlada.	En comparación con el método de inmersión en tina, la cantidad de absorción de agua del material puede ser controlada.
Se necesita un sistema adicional (generalmente rodillos) en la máquina plisadora de tela; para sumergir y transportar el material por la tina.	El sistema de pulverización puede instalarse sobre la máquina de planchado de manera fácil.
El material tiende a adherirse a la mesa de trabajo.	Se reduce la tendencia de adhesión del material a la mesa de trabajo.

El sistema de humectación a implementarse en la máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas será, el sistema de humectación por pulverización; puesto que: la dotación de cantidades necesarias de agua al material por éste medio, es justo lo necesario para que la tela resista su exposición al calor de la plancha; el sistema de pulverizado es un sistema que puede ser añadido a la máquina pisadora de tela con mucha facilidad y aun costo moderado en

comparación con el sistema de inmersión en tina; satisface el requerimiento fundamental del sistema que es dotar de humedad a la tela cumpliendo de este modo la necesidad de evitar quemaduras del material; a demás, se precisa una cantidad mínima de agua en la tela; puesto que un exceso hará que se produzca una adhesión perjudicial entre la tela y la bancada de la máquina dificultando el flujo normal del material.

3.7 SISTEMAS DE CONTROL

Un sistema de control se define como la interconexión de varios subsistemas ordenados que en trabajo conjunto originan una respuesta deseada; por lo tanto, la causa y el efecto de la respuesta del sistema se encuentran interconectados.

3.7.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

Existen básicamente dos tipos de sistemas de control: Sistema de control de lazo abierto y sistema de control de lazo cerrado; cuya diferencia fundamental se describe a continuación.

3.7.1.1 Sistema de control de lazo abierto (no automático)

Es un sistema en el cual las variables de salida y de entrada se encuentran relacionadas, pero el sistema no realiza la acción de compensación debido a que no se realiza una comparación entre ellas, por lo que ante la presencia de perturbaciones, genera como resultado una señal independiente de la señal de entrada, pero sin dejarla de lado. En la figura 19; se puede observar un diagrama de bloques de un sistema de lazo abierto.



Figura 19. Representación de sistema de control de lazo abierto

Fuente: (Dorf & Bishop, 2005)

3.7.1.1.1 Elementos de un sistema de control en lazo abierto

Los elementos que conforman un sistema de control en lazo abierto descritos por (Bolton, 2001) pueden apreciarse en la figura 20 y son: elemento de control, elemento de corrección y proceso.

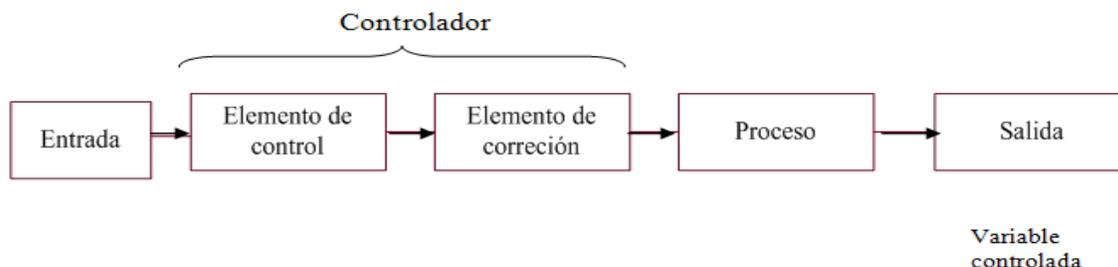


Figura 20. Elementos de un sistema de control en lazo abierto

Fuente: (Bolton, 2001)

3.7.1.2 Sistema de control de lazo cerrado (automático o retroalimentado)

Los sistemas de control de lazo cerrado son conocidos también como sistemas retroalimentados debido a que tanto las variables de entrada como las variables de salida se encuentran relacionadas entre sí con la finalidad de mantener compensada la señal de salida; es decir, ante la presencia de perturbaciones se realizan las respectivas correcciones. En la figura 21; puede apreciarse un diagrama de bloques de un sistema retroalimentado.

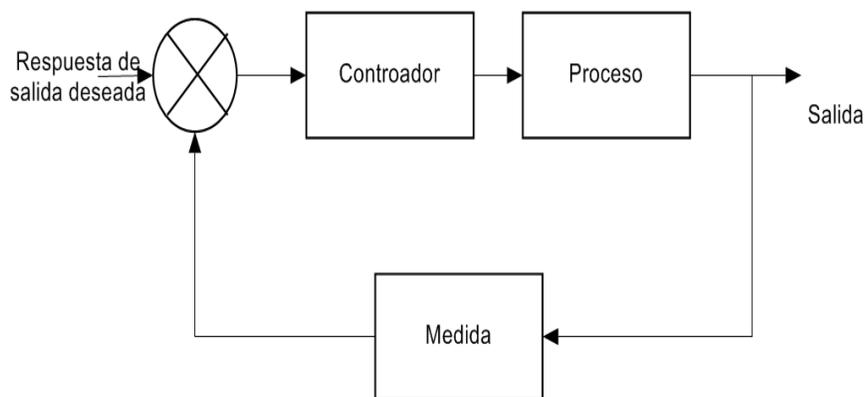


Figura 21. Representación de un sistema retroalimentado

Fuente: Fuente: (Dorf & Bishop, 2005)

3.7.1.2.1 Elementos de un sistema de control en lazo cerrado

De acuerdo con Bolton (2001), existen básicamente cinco elementos que intervienen en un sistema de control: elemento de comparación, elemento de control, elemento de corrección, elemento de proceso y elemento de medición. Éstos se pueden apreciar en la figura 22.

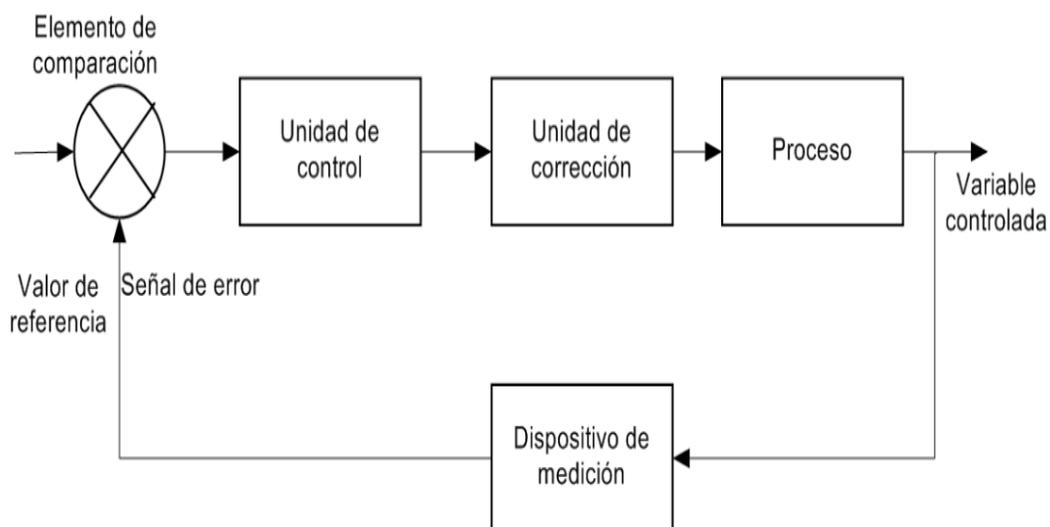


Figura 22. Elementos de un sistema de control

Fuente: (Bolton, 2001)

Tabla 4: *Diferencia entre sistema de control de lazo abierto y sistema de control de lazo cerrado.*

Sistema en lazo abierto	Sistema en lazo cerrado
Son sistemas imprecisos; ya que no hay corrección de errores	Son sistemas bastante precisos; puesto que, igualan el valor real y el deseado
Son sistemas sencillos.	Son más complejos.
Su costo es bajo.	Son más costosos.
La acción de control no depende de la salida	La acción de control depende de la salida
Su confiabilidad es buena.	Tienen mayor probabilidad de descomposición.

3.7.2 MODOS DE CONTROL

Los modos de control se definen como “... las diversas formas en las que los controladores pueden reaccionar a las señales de error ”(Bolton, 2001, p. 279).

A continuación se describen brevemente los siguientes modos de control:

3.7.2.1 Modo de dos posiciones

Esencialmente el modo de control de *dos* posiciones es un control de lazo abierto, en el cual la acción de control es efectuada en forma discontinua. En la figura 23; se puede apreciar el modo de operación de un sistema de *dos* posiciones. El gráfico muestra que el sistema posee solo una señal de referencia de encendido y apagado con lo que se activa o desactiva el controlador del sistema.

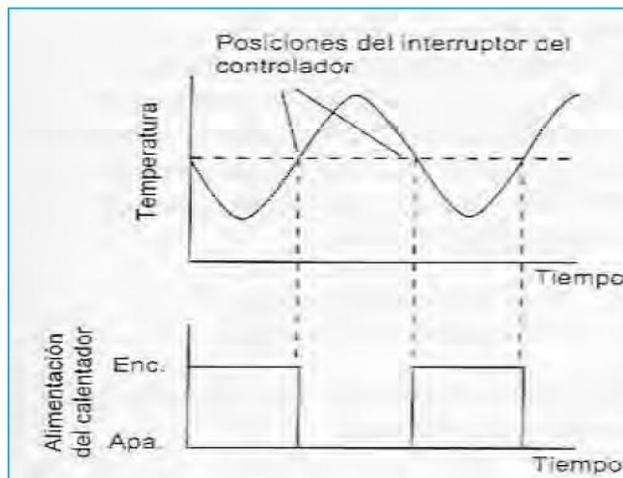


Figura 23. Control de dos posiciones

Fuente:(Bolton, 2010)

Adicional al sistema de encendido y apagado de lazo abierto; existe un segundo sistema de control de dos posiciones con histéresis o banda muerta; el cual muestra un intervalo de valores en el cual el actuador puede operar, éste efecto se puede apreciar en la figura 18.

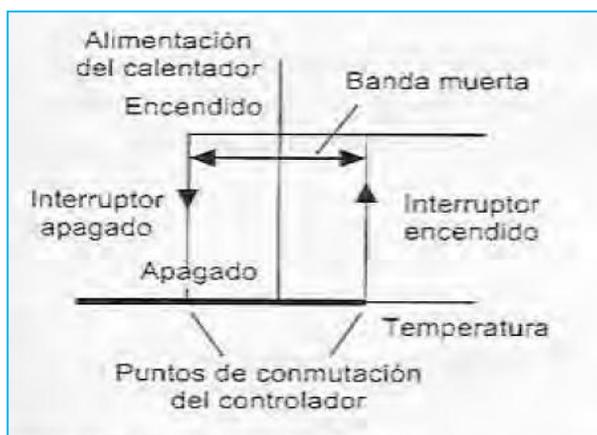


Figura 24. Control de dos posiciones con banda muerta

Fuente:(Bolton, 2010)

3.7.2.2 Modo proporcional

El modo de control proporcional produce una magnitud de señal del controlador que es proporcional a la magnitud de error.

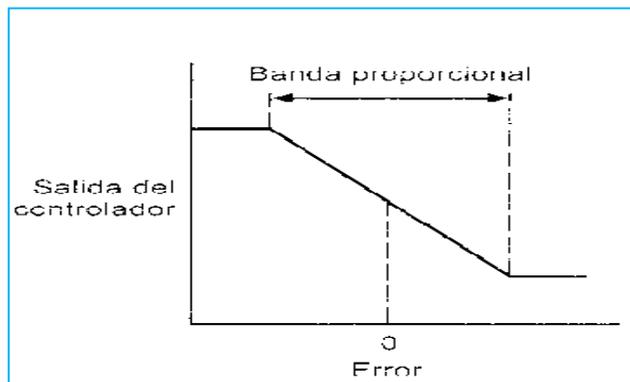


Figura 25. Control proporcional

Fuente: (Bolton, 2001)

3.7.2.3 Modo Integral

Se dice que un control es de tipo integral cuando la salida del controlador es proporcional a la integral del error.

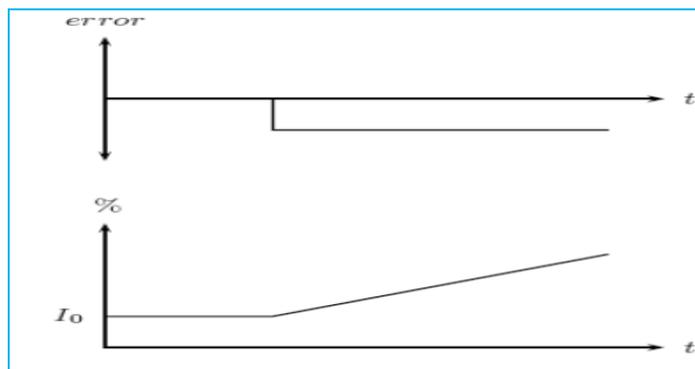


Figura 26. Control Integral

Fuente: (Bolton, 2001)

3.7.2.4 Modo Derivativo

Se dice que un control es derivativo cuando la salida del controlador es proporcional a la derivada del error

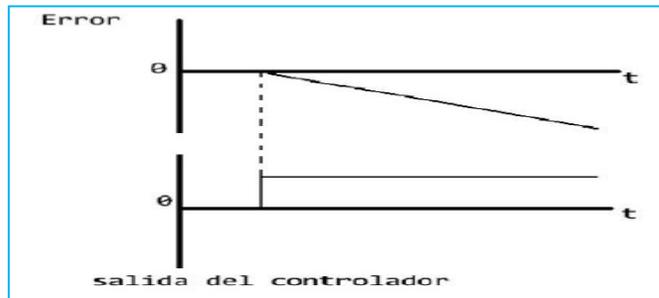


Figura 27. Control Derivativo

Fuente: (Bolton, 2001)

3.7.2.5 Combinaciones de las acciones de control

Los modos de control proporcional integral y derivativo suelen combinarse para producir los siguientes modos de control:

3.7.2.5.1 Control proporcional- Integral: PI

Un control es proporcional- integral cuando la salida del controlador es proporcional al error, sumado a la cantidad proporcional a la integral del error.

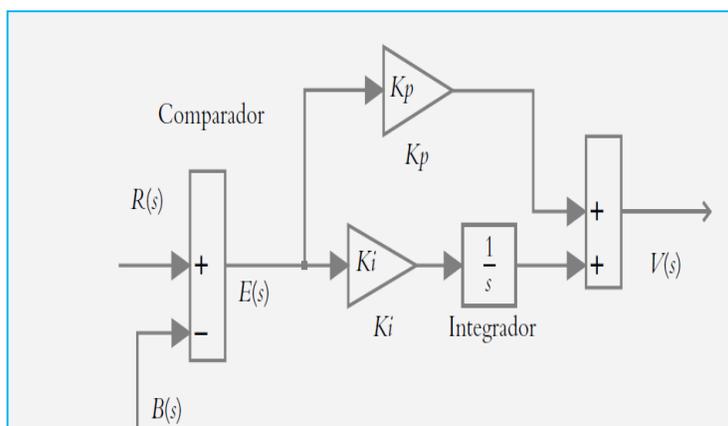


Figura 28. Representación en bloques del control proporcional- integral

Fuente:(Hernández, 2010)

3.7.2.5.2 Control proporcional- derivativo: PD

Un controlador es proporcional- derivativo cuando la salida del controlador es proporcional

al error, sumado a una cantidad proporcional a la derivada del error.

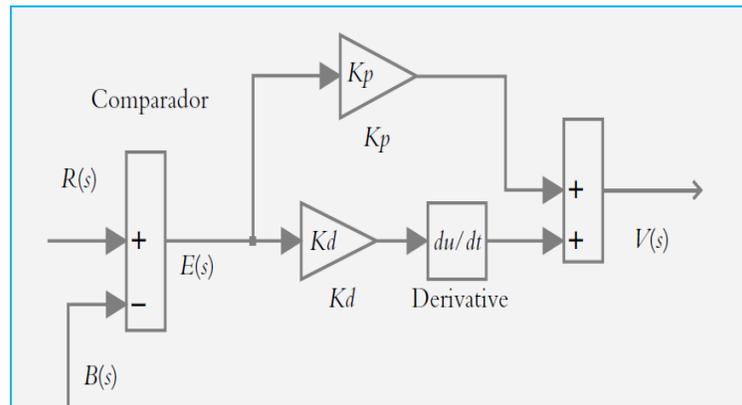


Figura 29. Representación en bloques del control proporcional- derivativo

Fuente:(Hernández, 2010)

3.7.2.5.3 Control proporcional- Integral derivativo: PID

Un controlador se define como proporcional - integral y derivativo cuando la salida del controlador es proporcional a la señal de error, sumado una cantidad proporcional a la integral de la integral del error más la cantidad proporcional a la derivada del error.

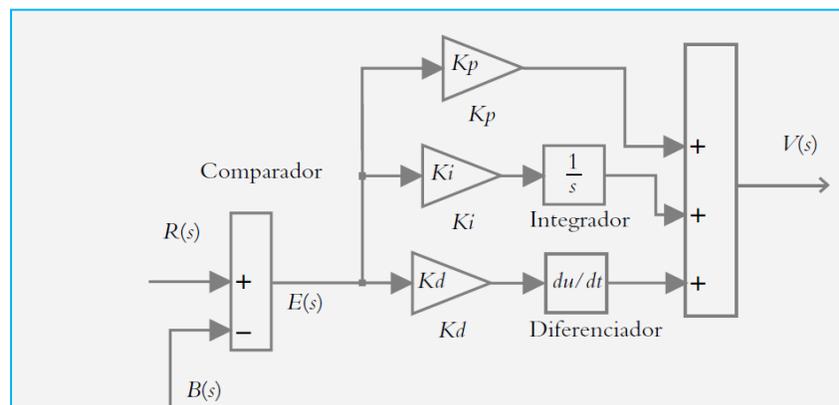


Figura 30. Representación en bloques del control proporcional-integral- derivativo

Fuente:(Hernández, 2010)

3.8 SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

Para la selección del modo de control adecuado para el sistema se requiere analizar la precisión, fiabilidad, seguridad, naturaleza de la planta y condiciones de operación. En la tabla 5; se presenta un resumen de los diferentes modos de control de una planta.

Tabla 5: *Resumen de características de los sistemas de control.*

Control de dos posiciones	Control proporcional	Control integral	Control derivativo
Es relativamente simple , fiables y barato	Es fácil de ajustar e implementar	Tiende a reducir o hacer nulo al error de estado estable	Se usa combinado con un control proporcional o un control proporcional + integral.
El actuador funciona en solo dos estados	Corrige rápidamente los errores del sistema	Muy útil para corregir errores de estado estable	No tiene efecto si el error permanece contante
No se puede usar para controles de precisión	El sistema tiende a oscilar	Aplicable para sistemas donde se producen variaciones grandes de magnitud	Inapropiado para sistemas que requieren de acción rápida

Debido a sus prestaciones, su control básico y eficiente, relativamente fácil de implementar y su capacidad para satisfacer los requerimientos del sistema; el sistema a implementar para el control de temperatura es el sistema de control PI. En cuanto al sistema de humedad, se utilizará un sistema de control On–Off, puesto que se requiere una acción básica sobre el actuador de encendido y apagado.

CAPÍTULO 4

4.1 DISEÑO DE LOS SISTEMAS PARA HUMECTACIÓN DE TELA Y TEMPERATURA DE PLANCHA

En este capítulo se describe el diseño de los sistemas tanto de humectación como de planchado tomando en cuenta las condiciones mencionadas en los capítulos *dos* y *tres*. El fijado del pliegue dependerá de algunos aspectos que se mencionan a continuación: el tiempo de humectación de tela, el tiempo de fijado de pliegue y la temperatura de fijado. Un aspecto importante a tomar en cuenta en este proyecto son los costos de construcción e implementación, puesto que ha sido desarrollado específicamente para la pequeña industria; por ello es necesario minimizar el costo final; esto supone la utilización de materiales adecuados y mano de obra, en lo posible disponibles a nivel local.

4.2 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE HUMECTACIÓN DE TELA

Los parámetros tomados en cuenta para el diseño de sistema de humectación de tela; se basan en los siguientes aspectos:

- Tiempo de humectación de tela.

El tiempo de humectación de la tela está relacionado con el tiempo de pulverización de la válvula de micro pulverización; a su vez relacionada a la cantidad de agua necesaria en la superficie de la tela.

- **Volumen de agua empleados.**

El volumen de agua empleado está relacionado con la cantidad de agua que el material a fijar es capaz de absorber; es así, que la cantidad máxima de agua que se debe emplear en una base

de 80 [cm²] que constituye un pliegue es 2.85 [ml]. [Véase anexo 4].

4.2.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE HUMECTACIÓN

Los principales elementos que forman parte del sistema de humectación son los siguientes:



Figura 31. Materiales utilizados en el sistema de humectación.

1. Elemento pulverizador.
2. Electroválvula.
3. Detector de tela
4. Detector de agua.
5. Tuberías y accesorios
6. Sistema electrónico y de control.

A continuación se detallan las características de los elementos, para la selección de los mismos de acuerdo a los requerimientos del sistema de humectación.

4.2.1.1 Elemento pulverizador

En el capítulo 3.6.2 se detallan los criterios para la selección del sistema de humectación por pulverización; pero en el diseño del sistema de humectación por aspersión, surgió la necesidad

de seleccionar entre *tres* subsistemas adicionales.

- Instalación de pulverizadores.
- Tubo perforado.
- Instalación de micro pulverizadores

Para la selección del subsistema se han realizado comparaciones entre un sistema instalado con aspersión, el tubo PVC perforado y el sistema con micro pulverizador; los cuales se muestran en las figuras 32, 33 y 34 respectivamente.



Figura 32. Humectación de tela utilizando aspersores.



Figura 33. Humectación utilizando tubo perforado



Figura 34. Humectación utilizando micro pulverizador

En la primera configuración representada por la figura 32; pudo apreciarse lo siguiente:

Debido a que el aspersor es un aditamento adicional en la tubería; para su instalación es necesario realizar cortes en el tubo y el número de cortes es directamente proporcional a la cantidad de aspersores a implementar; por lo tanto, para fijar los aspersores en la tubería se torna necesario utilizar accesorios tales como: acoples, abrazaderas y uniones. Ello, aumenta la pérdida de la energía cinética del agua por fricción en los accesorios. El sistema ocupa un espacio considerable, produce salpicaduras de agua a la plancha debido a la presión del sistema, disminuyendo la eficiencia de la misma y se provee más cantidad de agua de la necesaria; además, se precipitan pequeñas cantidades de agua en la tela; por lo que la misma tiende a adherirse a la mesa impidiendo su desplazamiento.

Por el contrario, en la segunda configuración, representada por la figura 33; puede apreciarse que es factible hacer perforaciones para que el suministro de agua al material se realice con menor turbulencia, se evita implementar accesorios, las pérdidas de energía cinética por fricción en los accesorios es nula; evitándose de éste modo mojar a la plancha y ocupa menor espacio; adicional a esto, la cantidad de agua suministrada por los agujeros del tubo perforado resulta ser menor que en el sistema de aspersores; pero el agua suministrada a la superficie de a

tela tiende a mantenerse en la superficie formado una especie de pequeños lagos que inciden en adherir el material a la mesa de trabajo.

Finalmente, en la figura 34; puede apreciarse un micro pulverizador; cuyo efecto de acción resulta ser satisfactorio a las necesidades de humidificación de tela; pues éste dota de suficiente agua al material de tal manera que éste soporte el proceso de plisado y evita la adhesión del material a la mesa.

Luego del análisis de las alternativas, se considera viable utilizar micro pulverizador, puesto que éste resulta ser sencillo de implementar, económico y dota de agua necesaria.

Finalmente, el sistema de micro pulverización consta de una manguera PVC de 900 [mm] de longitud, de diámetro $[\varnothing]$ de 16 [mm], y constituye de un micro pulverizador en la parte central del tubo. En la figuras 35, puede apreciarse la configuración final del sistema micro aspensor.



Figura 35. .Humectación de tela con micro pulverizador

4.2.1.2 Electroválvula

La electroválvula es un dispositivo electromecánico que obstruye o permite el paso de agua o cualquier otro líquido en un sistema de transporte de fluidos mediante la aplicación de energía eléctrica. Según la presión a la que trabajan y el diámetro de entrada y salida del fluido; su precio va aumentando; por lo tanto, para la aplicación en el sistema de humectación; éste

dispositivo ha sido seleccionado en base a los factores: facilidad de implementación, facilidad de operación, costo y a la disponibilidad de ésta en el mercado.

La electroválvula en el sistema de humectación cumple con los siguientes objetivos:

- Permitir al suministro de agua al micro pulverizador una vez recibida la señal del sistema de control.
- Bloquear el suministro de agua al micro pulverizador una vez detectada la señal del temporizador.

En la figura 37; se puede apreciar la electroválvula seleccionada para el sistema. Las características de la misma pueden apreciarse en el Anexo 5.



Figura 36. Electroválvula

4.2.1.2.1 Temporizador

Para el accionamiento de la electroválvula se ha implementado un temporizador interno que contabiliza un determinado tiempo en minutos, para el accionamiento del micro pulverizador; con lo cual se ha garantizado la dotación necesaria de agua sin perjudicar el sistema de arrastre; evitando la adhesión de material en la mesa de trabajo.

Los parámetros que influyen en el tiempo de temporizador detallados por Ruiz (2016) son principalmente: el tiempo de arrastre; el tiempo de plisado, y el área de pulverizado.

4.2.1.2.2 Final de carrera

Este sensor se utiliza con el fin de notificar el contacto de la plancha con el sistema de arrastre. Esta información es un parámetro más que detendrá el movimiento del motor para marcar el pliegue.

Tabla 6: Tipos de finales de carrera

Tipo.	Características.
Electro-mecánico	Para su accionamiento se necesita de una fuerza externa, la cual mueve el interruptor de este sensor, con lo cual se genera una señal de salida eléctrica
Electrónico	También conocidos como sensores de proximidad, usan varios principios eléctricos para detectar la presencia del objeto, su salida es de tipo eléctrico
Neumático	Al igual que el de tipo electro-mecánico se necesita una fuerza externa para su accionamiento, la diferencia radica en que la salida es del tipo neumático.

Los finales de carrera o también conocidos como interruptores de posición, sirven para detectar la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico o eléctrico.: (Créus, 2009)

Para la aplicación se eligió el tipo electro-mecánico, cuyas características se encuentran en la

siguiente tabla.

Tabla 7: Características del final de carrera

Denominación	Apreciación	Unidad
Voltaje	24,5	V_{cc}
	120	V_{ac}
Corriente	1	A
Tipo de conexión.	Normalmente cerrado	NC
	Normalmente abierto	NO

4.2.1.3 Detector de tela

Para la detención de tela se hace uso del sensor denominado foto interruptor, el cual está compuesto por un led infrarrojo en un lado y al frente de este un fototransistor. La forma de conexión de estos elementos; según el tipo de salida que se desee se muestra a continuación.

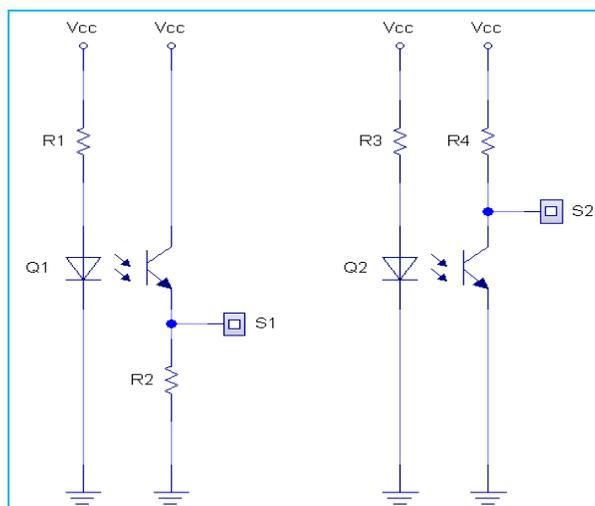


Figura 37. Conexiones del foto interruptor

a) Forma de conexión1

b) Forma de conexión 2

Fuentes: (Forrest, 1997)

En la forma de conexión 1, la luz que emite el led infrarrojo es captada por el fototransistor y emite a la salida un 0 lógico ($0V$); en el caso de haber una interrupción de la luz del infrarrojo el fototransistor no capta ninguna señal y emite un 1 lógico ($5V$).

En la forma de conexión 2 mostrada en la figura 38; la luz que emite el led infrarrojo es captada por el fototransistor y emite a la salida un 1 lógico ($5V$); en el caso de haber una interrupción de la luz del infrarrojo, el fototransistor no capta ninguna señal y emite a la salida un cero lógico $0V$

Para ésta aplicación se ha usado la conexión 2; en este caso, si no hay material (tela) en la salida emitirá un 1 lógico, y si existe material que obstaculice la luz del infrarrojo emitirá en dicha salida 0 lógico. Es conveniente que la señal de salida del fototransistor se amplifique usando transistores, puesto que el voltaje que entrega a la salida puede disminuir eventualmente debido a la larga distancia existente entre el detector y el circuito de control. En éste caso se hace uso del ULN 2803(Anexo 6) el cual emite una señal de $5[V]$.

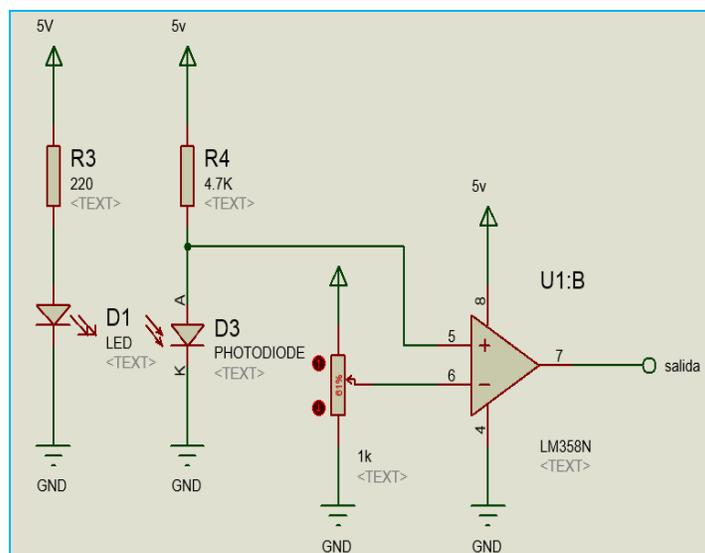


Figura 38. Circuito detector de tela

En la figura 38; la resistencia R3 cumple la función de proteger del led infrarrojo, debido a que puede haber exceso de corriente por la rama del led. El valor de la resistencia de protección se calcula mediante la ecuación 5.

Ecuación 5: Ley de ohm

$$V = I \times R$$

Donde:

V = Voltaje de alimentación [V]

I =Intensidad de corriente [A]

R = Resistencia eléctrica [Ω]

Fuente: (Alexander & Sadiku, 2006)

Entonces:

Despejando R de la ecuación 5 tenemos:

$$R = \frac{V}{I}$$

El valor de V es la diferencia de voltaje existente entre la fuente ($V_{CC}=5$ V) y el voltaje consumido por el diodo led ($V_{Led}= 1,6$), el valor de la corriente es lo que generalmente consumen los diodos led [20mA]. Véase anexo [7].

Ecuación 6: Resistencia de protección de led infrarrojo.

$$R = \frac{V_{CC} - V_{Led}}{I}$$

$$R = \frac{5 - 1,6}{0.020}$$

$$R = 170[\Omega]$$

Por lo que se ha adoptado el valor comercial más cercano a $170 [\Omega]$; que es una resistencia de $180 [\Omega]$. En la figura 39; la resistencia R4 permite obtener una mayor estabilidad a la salida del foto transistor, según (Forrest, 1997) es recomendable usar valores menores de $10[k \Omega]$ para señales rápidas, por lo que se usó un valor intermedio de $4,7 [k \Omega]$.

4.2.1.4 Detector de agua

Debido a que en éste proyecto se requiere detectar la presencia de agua; se utilizó el principio de conducción eléctrica del agua con la finalidad de detectar la presencia del mismo en la tubería de distribución. Éste dispositivo es importante para el funcionamiento del sistema y la garantía de que no se produzcan quemaduras durante la fijación de los pliegues.

La implementación del detector de agua, se realizó con elementos básicos de conducción eléctrica y un encapsulado de transistores (ULN2803). En la figura 40; se pueden apreciar los materiales utilizados para la construcción del mismo



Figura 39. Materiales para la construcción del sensor de humedad

1. Puntas
2. Cables de conducción.
3. ULN2803.

El tramo de tela a procesar debe contener humedad; por lo tanto el micro aspersor incorporado debe activarse de manera oportuna; pero, ello es posible solo si existe agua en la tubería; consecuentemente el detector de agua permitirá que el sistema inicie el proceso de plisado; el momento en el que detecte ausencia de agua en la tubería, se produce discontinuidad; el motor se detiene y se enciende la alarma visual. En la figura 41; se puede apreciar la configuración del detector de agua del sistema.

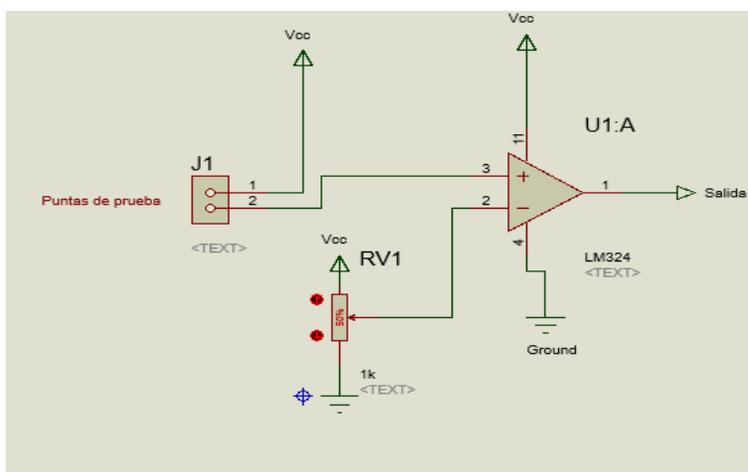


Figura 40. Configuración del detector de agua

4.2.1.5 Tuberías y accesorios

En el sistema de humectación se requiere tuberías de transporte de agua y accesorios de conexión tales como los que pueden apreciarse en la figura 42.

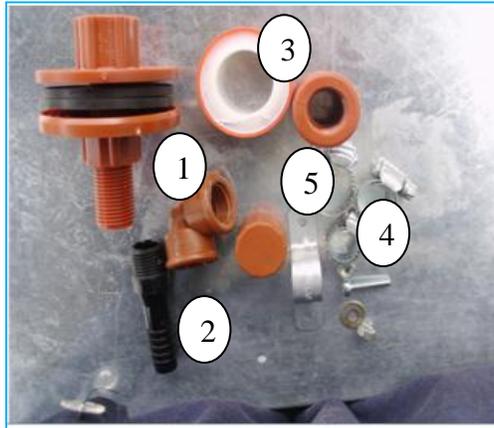


Figura 41. Tuberías y accesorios del sistema de humectación

1. Codo.
2. Acople de manguera a codo.
3. Teflón.
4. Abrazaderas.
5. Uniones

4.2.2 CÁLCULOS DE LA CANTIDA DE AGUA REQUERIDA POR EL SISTEMA

De acuerdo con las características del centro de plisado fino descritas en el Capítulo 2.4.1.1; el área de la tela será de:

Ecuación 7: Área de la tela

$$At = l \times a$$

Donde:

At = Área de la tela [cm^2]

l = Longitud de la tela [cm]

a = Ancho de la tela [cm]

Entonces, de la ecuación 7 se tiene:

$$At = 150 \times 80$$

$$At = 12000[cm^2]$$

En el sistema de humectación por aspersión para un área de $80[cm^2]$ se tiene una máxima absorción de agua de $2.85 [ml]$. [Ver Anexo 4]. Por lo que, la cantidad de líquido empleado para realizar la humectación de $1200 [cm^2]$ de tela será:

Área [cm^2]	Volumen [ml]
80	2.85

12000	x

$$x = \frac{12000 \times 2.85}{80}$$

$$x = \frac{34200}{80}$$

$$x = 427.5 [ml]$$

En el sistema de humectación, la tela puede absorber al menos $427.5 [ml]$ de agua; en la práctica se ha demostrado que puede dotarse una cantidad menor de agua; debido a que el elemento micro aspersor incorporado brinda la facilidad de suministrar gotas de agua bien distribuidos con un alcance mayor $2400[cm^2]$; siendo así, que la frecuencia de activación de la electroválvula están en relación directa con el tiempo de plisado.

4.2.3 DISEÑO DEL CONTROL PARA EL SISTEMA DE HUMEDAD

El sistema de control es el encargado de:

- Detectar la presencia de material.
- Dotar de humedad al material a plegar.
- Verificación de existencia de agua en la tubería.

Para la realización de estas funciones se hace uso de los sensores mencionados en las secciones **4.2.1.4** y **4.2.1.3**. El sensor de agua emite la presencia o ausencia de agua en la tubería hacia el comparador LM324 cuya función es comparar el voltaje emitido por el detector de agua con un voltaje de referencia para evitar errores en la detección de agua; seguidamente la señal de salida del comparador es emitida hacia el ULN 2803 con la finalidad de amplificar la señal emitida por el comparador ; seguidamente, ésta información se procesa por la unidad de control incorporado, la cual envía la señal adecuada a los actuadores. En caso de fallo (ausencia de agua) se detiene el proceso de planchado (sistema de arrastre), emitiendo una alarma visual que indica el motivo de la detención del proceso.

Para el funcionamiento del sistema de humectación se requiere:

1. Adquisición de la información del sensor en el sistema de humectación
2. Procesamiento y control de la información en el microcontrolador.
3. Transmisión de una señal a los actuadores adaptados.

4.2.3.1 Descripción de la unidad de control

Para el control de temperatura y humedad se utilizó una sola unidad de control, se requiere suficientes puertos para adquirir las señales físicas emitidas por el sistema, así como las salidas

La unidad de control utilizada en este proyecto es el microcontrolador atmega 164PA

(Anexo 8), el cual cuenta con los suficientes puertos, características de operación adecuadas para los sistemas y sobre todo cumple con lo mencionado en el ítem 2.3. La tabla 8; describe las características del controlador utilizado.

Tabla 8: *Características del micro procesador atmega 164pa*

Periférico	Atmega 164PA	Características
4 Puertos paralelos	Puerto A,B,C,D	4 Puertos programables de 8 bits como entradas y salidas digitales, resistencias pull up internas.
Convertidor A /D	Puerto AN0...AN7	8 canales de conversión con resolución de 10 bits.
Capacidad de memoria		Flash de 16 Kbytes EEPROM de 512Kbytes RAM de 1Kbytes
Otros pines:	GND	pin de alimentación negativa, se conecta a tierra o 0 GND.
	RESET	pin de reset, si el nivel lógico de este terminal es bajo (0vcc) el microcontrolador permanece inactivo.
	Vcc:	pin de alimentación positiva de 2.7 a 5.5 Vcc
“Timer		“2 de 8 Bits(Timer 0 y Timer 2) 1 timer de 16 Bits(Timer 1)

A continuación se describen las señales de entrada y salida y los pines designados para cada uno de ellos

Tabla 9: Puertos utilizados.

Entradas:		Salidas	
PB.5	Detector de agua	PD.0	Salida del motor.
PB.6	Final de carrera	PD.1	Aviso de ausencia de agua
PB.7	Detector de tela	PD.2	Aviso de ausencia de tela
PA.1	Sensor de temperatura.	PD.3	Enciende el aviso de Ok.
PB.2	Disminuir.	PD.4	Enciende la electroválvula.
PB.1	Aumentar	PA.7	Enciende la resistencia calefactora.
PB.0	Selección de menú	PC.0, 1, 2, 4, 5, 6,7.	Salidas para LCD

4.2.3.2 Programación

La programación del microcontrolador se ha realizado en lenguaje C, utilizando el software CODEVISION AVR. Las razones por las cuáles se utilizó este lenguaje de alto nivel, son las siguientes:

- Facilidad de realizar un programa, por incorporar dentro del software un sin número de funciones que facilitan la programación.
- Brinda asistencia para configuración de puertos y librerías a usarse en el proyecto

El código de programación realizado se encuentra detallado en el anexo 9 y el flujograma de programación se puede apreciar en la figura 43.

4.2.3.3 Diagrama de flujo del proceso

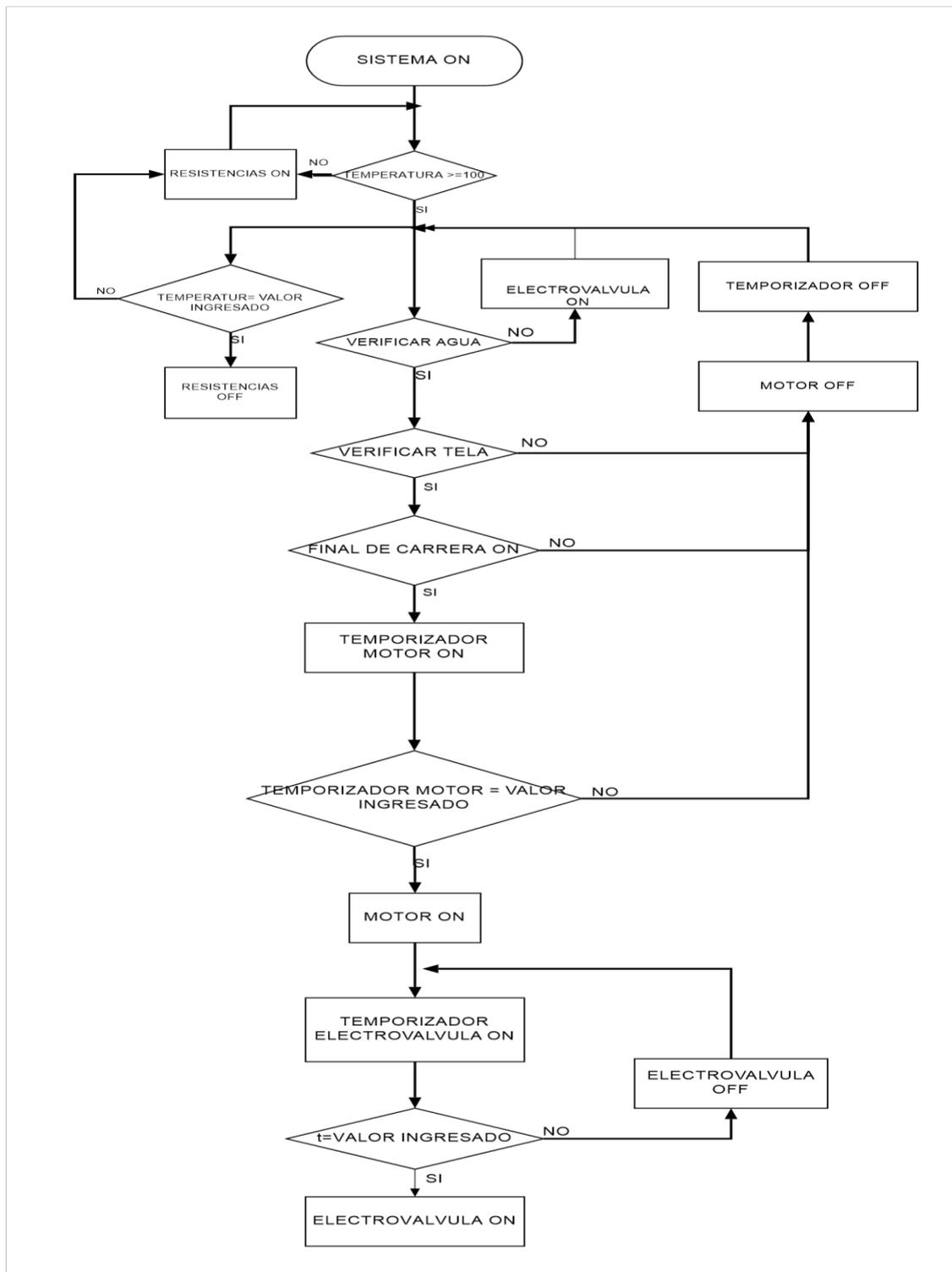


Figura 42. Diagrama de flujo del sistema de humectación y temperatura.

Todas las condiciones del proceso se visualizan en la siguiente tabla de verdad, es importante aclarar que en éste sistema:

Tabla 10: *Tabla de verdad del sistema.*

Entrada				Salida				
Tela.	Fijación.	Agua.	Temperatura	Electroválvula.	Motor	OK	NHT	NHA
0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0	1

Para efectos prácticos; el 1 lógico en tela representa la presencia de material; mientras que; 0 lógico representa ausencia de tela; en el caso del detector de agua, el 0 lógico representa que existe agua en la tubería y el 1 lógico la ausencia de la misma; la fijación representada por el final de carrera; están representados por 0 lógico, el cual muestra que se está fijando la tela y 1 lógico que se encuentra en proceso de arrastre.

Existe una condición adicional para el control del motor con respecto a la temperatura; la

cual es que, si la temperatura supera los 100 °C hasta un valor máximo configurable de 150°C está representado por un 1 lógico; mientras que el cero lógico representa a valores menores a 100 °C

4.2.3.4 Etapa de potencia del sistema de humectación

El accionamiento de la electroválvula se puede realizar ya sea utilizando un relé de estado sólido o un relé electromecánico. Se ha considerado que la mejor opción de accionar la electroválvula es un relé de estado sólido, puesto que la carga va a estar en constante encendido y apagado, por lo que al seleccionar un relé electromecánico se tendría una vida útil corta; mientras que el relé de estado sólido al no tener una parte electromecánica (accionamiento eléctrico) posee mayor vida útil.

Tabla 11: *Comparación entre relé de estado sólido y mecánico.*

Relé electromecánico.	Relé de estado sólido.
Alto consumo de corriente.	Bajo consumo de corriente.
Manejo máximo de corriente 10 [A] a 250 [V].	Manejo máximo de corriente y voltaje según el tipo de triac.
Menor vida útil, debido a la parte mecánica.	Mayor vida útil.
Tiempo de respuesta larga.	Tiempo de respuesta corta.

El relé de estado sólido consta de un opto acoplador que es el encargado de aislar al microcontrolador de la etapa de potencia, para ésta aplicación se hace uso de un opto triac de la serie MOOC3041, que tiene en su interior un triac de cruce por cero. Hoja de características en

Anexo 10. A la salida del opto triac se ha acoplado un triac de mayor potencia junto con su red de disparo, por recomendación de la hoja de datos del opto triac, se ha adjuntado una red snubber con el fin de evitar activaciones innecesarias causadas por la carga inductiva de la electroválvula.

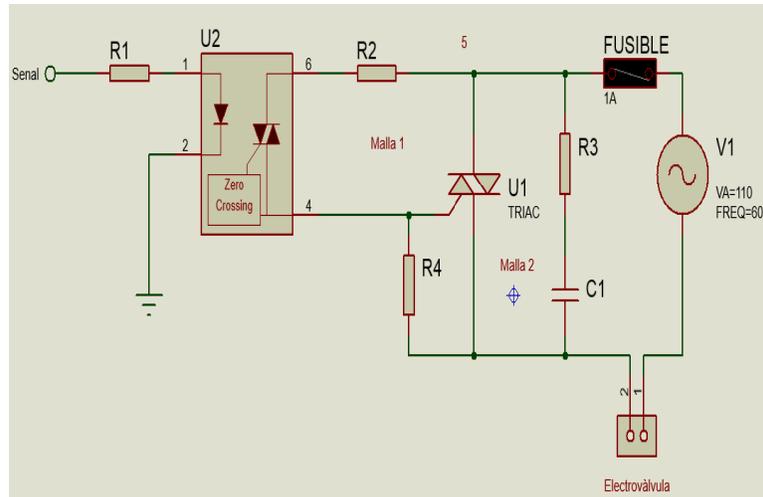


Figura 43. Etapa de potencia para la electroválvula.

El triac incorporado en el sistema se seleccionó mediante el resultado obtenido al desarrollar la ecuación 10.

Ecuación 8: Corriente del triac

$$I_{triac} = I_{electroválvula} * n$$

Donde:

I_{triac} = Corriente máxima que puede manejar el triac [A].

$I_{electroválvula}$ = Corriente que consume la electroválvula [A].

n = Factor de seguridad.

Fuente:(Harper, 1994)

La corriente que se va a manejar, es de 0.4 [A] este valor se multiplica por un factor de seguridad de $n = 2$.

$$I_{triac} = 0.4 * 2$$

$$I_{triac} = 0.8 \text{ [A]}$$

Con lo que se ha seleccionado un triac que maneje una corriente igual o mayor a la calculada, en éste caso se seleccionó el triac BTA-08, que maneja corrientes de hasta 8 amperios [A]. Refiérase a la hoja de características en el Anexo 11.

En la figura 43; la resistencia R_1 fue adicionada con el fin de proteger al diodo led interno del integrado MOC3041, para calcular su valor se usó la ecuación 8; teniendo como dato que se alimenta al integrado con un V_{cc} de 5 [V], y el led interno consume un voltaje de 1,5[V] y 15 [mA].

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,5}{0,015}$$

$$R_1 = 233,33 \text{ } [\Omega]$$

Cuyo valor comercial más cercano es 220 [Ω].

La resistencia R4 evita realizar disparos innecesarios de la compuerta del triac, el valor de esta resistencia según la hoja de datos del MOC3041 es de 330 [Ω]. Diríjase al anexo [10], pero en la realidad es mejor usar un valor más alto de resistencia por lo cual se usa una

resistencia de $1 [K\Omega]$.

La resistencia R2 de la figura 44; sirve para garantizar el nivel adecuado de corriente de disparo del triac y proteger al encapsulado de valores de corrientes altas, en la hoja de datos del MOC3041 recomienda un valor de resistencia R2 de $360 [\Omega]$, este valor es aplicable para un voltaje de entrada de $240 [VAC]$, por lo que se calcula el valor de R2 máximo y mínimo para un voltaje de entrada de $120 [VAC]$ con la ayuda de la ecuación 9. En el libro de Sadiku en su cuarta edición en la sección de Valor eficaz, se detalla el origen del numerador de la ecuación.

Ecuación 9: Resistencia R2 mínima.

$$R_{2min} = \frac{\sqrt{2} * V_{ac}}{I_{TSM}}$$

Donde:

R_{2min} = Resistencia mínima R2 $[\Omega]$.

V_{ac} = Voltaje alterno $[V]$.

I_{TSM} = Corriente de pico máxima del optotriac $[A]$.

El optotriac maneja un valor de corriente máxima de $1 [A]$, y el voltaje de la red eléctrica es de $120[V]$. Remplazando datos en la ecuación 9; tenemos:

$$R_{2min} = \frac{\sqrt{2} * 120}{1}$$

$$R_{2min} = 169,71[\Omega]$$

Con lo que se escoge el valor comercial más cercano de $180 [\Omega]$, siendo este el valor mínimo de resistencia, mientras que el su valor máximo se calcula aplicando la ley de Kirchoff en la

malla 1 y dejando la ecuación en función de R2: obtenemos la siguiente ecuación.

Ecuación 10: Resistencia R2 máxima.

$$R_{2m\acute{a}x} = \frac{V_{IH} - V_{TM}}{I_{GT}}$$

Donde:

$R_{2m\acute{a}x}$ = Resistencia máxima R2 [Ω].

V_{IH} = Voltaje de espera del optotriac [V].

V_{TM} = Voltaje de encendido del optotriac [V].

I_{GT} = Corriente máxima de la compuerta del triac [A].

El triac BTA-08 maneja en su compuerta una corriente máxima; corriente (I_{GT}) de 50 [mA], refiérase al Anexo [11]. Reemplazando datos obtenemos lo siguiente:

$$R_{2m\acute{a}x} = \frac{20 - 3}{0,05}$$

$$R_{2m\acute{a}x} = 340[\Omega]$$

Con lo que se escoge el valor comercial más cercano de 330 [Ω], para garantizar la activación del triac y la protección del opto triac, por lo que queda justificado su uso.

4.2.3.4.1 Red snubber

La resistencia R3 junto con el capacitor C1 de la figura 44; forman una protección adicional contra sobre voltajes, este conjunto se denomina red snubber, el cual es altamente aplicado en

circuitos de potencias. Existen dos métodos para el diseño de estas redes, siendo la más usual el método de la constante de tiempo, la cual se usará para determinar el valor de R3 y C1. Para su dimensionamiento se hace uso de las ecuaciones 11,12 y 13. Los datos utilizados para resolver la ecuación se describen en la siguiente tabla:

Tabla 12: Principales características del BTA 08.

Símbolo	Valor	Unidad
$I_{T_{RMS}}$	8	[A]
V_{DRM}/V_{RRM}	600 – 800	[V]
$I_{GT} (Q1)$	5 – 50	[mA]

Ecuación 11: Cálculo de la constante de tiempo.

$$\tau = \frac{0,63 * V_{DRM}}{\left[\frac{dV}{dt}\right]}$$

Donde:

$\tau =$ Constante de tiempo [μs].

$V_{DRM} =$ Tensión directa del triac [V].

$\left[\frac{dV}{dt}\right] =$ Pendiente de tensión. [V/ μs].

Fuente: (Maloney, 1983)

$$\tau = \frac{0,63 * 800}{1000}$$

$$\tau = 0,504 \mu s$$

De la figura 44, aplicando la Ley de Kirchoff en la malla 2 y despejando la ecuación en función de R3 obtenemos la siguiente ecuación.

Ecuación 12: Cálculo del valor de la resistencia.

$$R = \frac{V_{MAX}}{(I_{T(RMS)} - I_L)}$$

Donde:

V_{MAX} = Voltaje máximo [V]

$I_{T(RMS)}$ = Corriente del BTA-08 [A]

I_L = Corriente de la electroválvula [A]

$$R = \frac{120 * \sqrt{2}}{(8 - 0,4)}$$

$$R = 37,21 [\Omega]$$

Con lo que se eligió una resistencia comercial de 39 $[\Omega]$, para la resistencia R3.

Ecuación 13: Cálculo del condensador.

$$C = \frac{\tau}{R}$$

Donde:

$C = \text{Valor del capacitor [F]}$

$\tau = \text{Constante de tiempo } [\mu\text{s}].$

$R = \text{Valor de la resistencia } [\Omega].$

Fuente: (Maloney, 1983)

$$C = \frac{0,504}{39}$$

$$C = 0,01 [\mu\text{F}]$$

Con lo que el valor del capacitor $C1 = 0,01[\mu\text{F}]$.

Con lo que se ha obtenido valores recomendados por la hoja de características del circuito integrado MOC3041 tanto de la resistencia como del capacitor que conforman la red snubber.

4.3 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE PLANCHADO

Los parámetros tomados en cuenta para el diseño de sistema de planchado de tela; se basan en las especificaciones técnicas mencionadas en el capítulo 2; cuyo detalle es lo siguiente:

- Temperatura de plancha superior a los 100 grados Celsius.

La temperatura de plancha debe superar la temperatura de transición vítrea del material, sin acercarse a la temperatura de destrucción del material, lo primordial del sistema es que no se evapore la totalidad del agua absorbido en el sistema de humectación.

- Capacidad de control de temperatura de acuerdo al set point.

Los pliegues adquieren un determinado grado de fijado de acuerdo al tiempo de fijado, a la temperatura de planchado y a la fuerza aplicada por la misma. Es así que, es posible obtener un

fijado adecuado del mismo desde los 90[°C], pero conforme se aumenta la temperatura se debe ir disminuyendo el tiempo de fijado y la fuerza de planchado. Cabe mencionar que el set point adecuado se determinará en el capítulo de pruebas.

- Aislamiento adecuado

Tiene finalidad de mantener aislada tres de las cuatro caras de la plancha, como medida de prevención de quemaduras para el usuario a propósito de la seguridad y facilidad de operación de la máquina.

4.3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PLANCHADO

Los principales elementos que conforman el sistema de planchado son los siguientes:

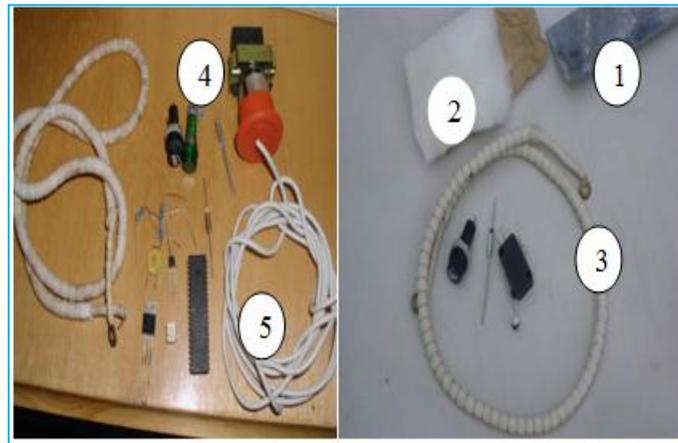


Figura 44. Materiales y accesorios para el sistema de planchado.

1. Plancha de transferencia de calor
2. Aislante térmico
3. Resistencia calefactora
4. Sistema electrónico y de control

5. Accesorio

A continuación se describe la selección de los elementos mencionados.

4.3.1.1 Plancha para transferencia de calor..

Para el diseño del sistema de planchado en la máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas se analizarán diferentes materiales, la selección del material adecuado dependerá del costo, propiedades del material y facilidades de adquisición. Los materiales analizados para la selección de la plancha son los siguientes:

4.3.1.1.1 Acero galvanizado

El acero se define como una aleación de hierro y carbono que contiene 0.02% a 2.11 % de carbono como máximo y es la categoría más importante dentro del grupo de metales ferrosos. (Groover, 1997).

El acero por si solo es un material que tiende a deteriorarse al contacto del oxígeno del aire, el agua y humedad; ya sea por oxidación o corrosión. Para evitar este tipo de inconvenientes, se realizan tratamientos superficiales, cuya finalidad es proteger la superficie del material. Entre uno de estos tratamiento se encuentra el cincado (galvanizado). Según descripciones realizadas por Gómez, Águeda, García y Navarro, 2015: El galvanizado más común consiste en depositar una capa de cinc [Zn] sobre hierro [Fe]; ya que, al ser el cinc más oxidante que el hierro y generar un óxido estable protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del ambiente.

Las características del acero a galvanizado son las siguientes:

- Bajo costo con relación a la vida útil.
- Bajo costo con referencia a las aleaciones de acero.
- Bajo nivel de corrosión.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a daños mecánicos.

- No precisan mantenimiento durante 40 años o más.
- Presenta elevada resistencia a los impactos.
- Pueden almacenarse sin riesgos de deterioro
- Puede soldarse fácilmente.

Tabla 13: *Propiedades del Acero galvanizado.*

Propiedad	Detalle
Temperatura de fusión	660 °C
Mineral principal	Bauxita(mezcla impura de Al ₂ O ₃ y Al(OH) ₃)
Resistividad eléctrica	2,63 [ohm.cm]
Densidad	2,699 [g/cm ³]
Calor específico/Conductividad térmica	450[J/Kg °C]/54[W/m.K]
Aplicaciones	Construcción civil, transporte, infraestructura, entre otros.

4.3.1.1.2 *Aluminio*

El aluminio es el tercer elemento más abundante de la tierra (8%), siendo aventajado en cantidad solamente por el oxígeno (45%) y el silicio (28%).

El aluminio por si solo es un metal débil, por lo que puede mejorar sus propiedades de resistencia mecánica, conductividad térmica, ductilidad, resistencia a la corrosión, por medio de aleaciones con otros metales.

Las características del aluminio son las siguientes:

- Metal ligero.
- Durable.
- Blando.
- Resistente.
- Posee propiedades de resistencia a la corrosión.
- Aspecto plateado.

En la tabla 14 se puede visualizar las propiedades del aluminio (Groover, 1997)

Tabla 14: *Propiedades del aluminio*

Propiedad	Detalle
Temperatura de fusión	660 °C
Mineral principal	Bauxita(mezcla impura de Al ₂ O ₃ y Al(OH) ₃)
Elementos de aleación	Cobre, magnesio, manganeso, silicio y zinc
Resistividad eléctrica	2,63[ohm.cm]
Densidad	2,699[g/cm ²]
Calor específico/Conductividad térmica	1256. [J/Kg °C]/ 238[W/m.K]
Aplicaciones	Recipientes(latas de aluminio, papel de envoltura, conductores eléctricos, ollas y sartenes, partes para la construcción, aeroespacial, automotores y otras aplicaciones en las que el peso ligero es importante)

4.3.1.1.3 Acero inoxidable

La finalidad principal del acero inoxidable, es que éste evite la corrosión por contacto con el oxígeno del ambiente; además de ser resistentes y dúctiles. . El acero en general toma contacto con el oxígeno del aire formando óxido de hierro o herrumbre.Groover, 1997 menciona que:

“El cromo forma en la aleación una delgada película impermeable de óxido, la cual protege a la superficie de la corrosión”. Debido a sus propiedades suelen ser más caros que los aceros al carbono o de baja aleación:

Dependiendo del tipo de elemento con el que se alean pueden ser martensíticos, ferríticos, austeníticos y sus características se pueden apreciar en la siguiente tabla (Groover, 1997)

Tabla 15: *Características del acero inoxidable*

Aleación	Elementos formadores	Características
Acero inoxidable martensítico	Principalmente aleaciones de cromo y carbono	Moderada resistencia a la corrosión. Son magnéticos.
Acero inoxidable ferrítico	Elementos formadores de ferrita: Principalmente cromo. Molibdeno, silicio, aluminio, titanio y niobio	Resistencia a la corrosión: de moderada a buena. Las aleaciones ferríticas son magnéticas. Soldabilidad pobre.
Acero inoxidable austenítico	Elementos formadores de austenita: níquel, magnesio y nitrógeno	Excelente resistencia a la corrosión. Excelente soldabilidad. Excelente factor de limpieza e higiene. Son esencialmente no magnéticos.

En la tabla 16, puede apreciarse las propiedades del acero inoxidable.

Tabla 16: *Propiedades del Acero inoxidable.*

Propiedad	Detalle
Temperatura de fusión	660 °C
Mineral principal	Acero.
Elementos de aleación	Cromo, Aluminio, magnesio, níquel, titanio, niobio, silicio.
Resistividad eléctrica	70-72 [$\mu\text{Ohm.cm}$]
Conductividad térmica	16,3[W m ⁻¹ K ⁻¹]
Densidad	7,93[g/cm ³]
Calor específico	460[[J/Kg °C]
Aplicaciones	Piezas fabricadas por tornos automáticos u otras maquinas de herramientas. Construcción de edificios (decoraciones, rejillas, etc.). Alambres, resortes, etc.

En la tabla17; se puede apreciar un resumen de las características de los metales analizados para la selección de la plancha (Alvarenga & Ribeiro da luz, 1998).

Tabla 17: *Resumen de propiedades térmicas de los materiales.*

Propiedad	Acero galvanizado	Acero inoxidable	Aluminio
Calor específico[J/Kg °C]	450	460	1256.1
Coefficiente de dilatación[1/C]	11×10^{-6}	11×10^{-6}	23×10^{-6}

Debido a las propiedades descritas anteriormente, facilidad de adquisición y costo se ha seleccionado utilizar una plancha de acero galvanizado.

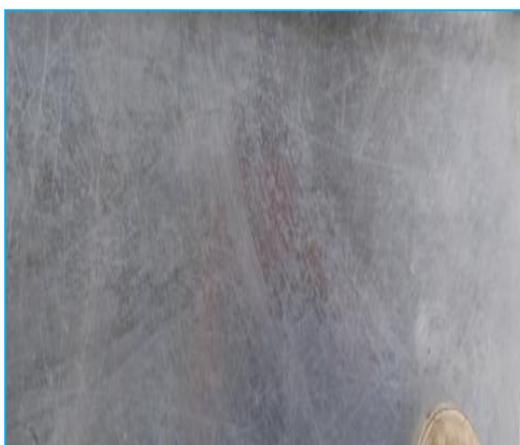


Figura 45. Plancha de acero galvanizado

4.3.1.2 Material aislante

Un sistema aislante es la composición de elementos formado por materiales denominados aislantes térmicos, cuya finalidad es el de conservar o ahorrar energía independizando en lo posible la temperatura interior del exterior. Incropera & De Witt 2001 mencionan que un sistema aislante, está compuesto de materiales de baja conductividad térmica; es decir, el flujo de calor que a través de ellos transita es mínimo.

En la figura 47; puede apreciarse la clasificación de los materiales aislantes

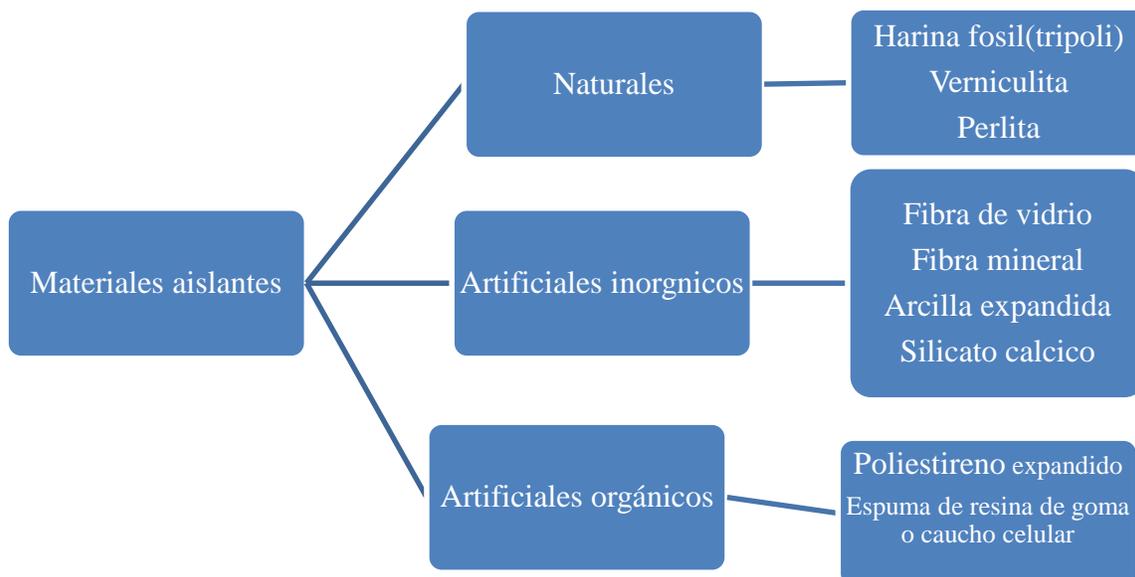


Figura 46. Clasificación de los materiales aislantes

Fuente: (Castells, 2009)

4.3.1.2.1 *Materiales aislantes naturales.*

Los materiales aislante naturales son biodegradables, pueden ser reutilizados y reciclados, no son tóxicos, son libres de alérgenos y pueden ser manejados con seguridad. En la actualidad, los materiales aislantes naturales son más costosos que los materiales convencionales.

4.3.1.2.2 *Materiales aislantes inorgánicos*

Estos materiales se caracterizan por no poseer carbono en su estructura, por ejemplo: la fibra de vidrio o los ladrillos aislantes.

La manta de vidrio puede fabricarse a partir de vidrios regulares de sosa -cal -sílice. Según Groover, 1997: la fibra de vidrio es utilizada en numerosas aplicaciones que van desde aislantes hasta líneas de comunicación de fibra óptica.

4.3.1.2.3 *Materiales aislantes orgánicos*

Según (Bastian, 2001) los materiales aislante orgánicos están formados a base de macromoléculas. Por ejemplo el plástico

Luego de analizar las propiedades de los materiales aislantes; el material que acompañará al sistema de planchado estará compuesto de fibra de vidrio, puesto que, su conductividad térmica es de $0,046[\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}]$; además, se puede encontrar fácilmente en el mercado ya sea en mantas, paneles, planchas o fieltros. En la figura 48; se visualiza el material aislante empleado para reducir las pérdidas de calor en el sistema de planchado.



Figura 47. Manta de fibra de vidrio.

4.3.2 CALOR CONSUMIDO POR EL SISTEMA

El grosor y área de la plancha de acero galvanizado están determinados por el tipo de plisado y la altura del centro a realizarse en la máquina plisadora de tela (plisado fino) ; es así que, el grosor de la plancha será de $1[\text{mm}]$; con una longitud de $880[\text{mm}]$ y altura de plancha de $50[\text{mm}]$; distribuidos con *treinta* $[\text{mm}]$ para la soldadura a una estructura de tubo rectangular para su adecuado movimiento de ascenso y descenso con similares dimensiones.

Ecuación 14: Calor consumido por el sistema

$$Q_{sistema} = Q_{csp} + Q_{perdido}$$

Donde:

$$Q_{csp} = \text{Calor consumido por el sistema de la plancha} [W]$$

$$Q_{perdido} = \text{Calor perdido} [W]$$

4.3.2.1 CALOR CONSUMIDO POR LA PLANCHA

El calor consumido para ascender a la plancha de acero galvanizado a temperatura adecuada, se podrá obtener a partir de la siguiente figura. En la que se puede observar dos placas con grosores L_{tr} y L_{ag} ; coeficientes de conductividad térmica k_{tr} y k_{ag} diferentes; se tiene como requerimiento que la superficie de la placa de acero galvanizado pueda sobrepasar la temperatura de transición vítrea $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta la de planchado $150\text{ }^{\circ}\text{C}$

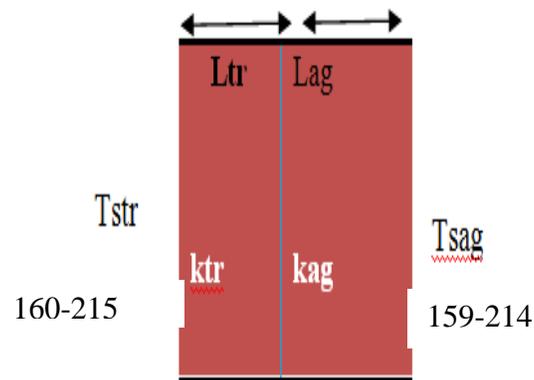


Figura 48. Conformación de la plancha

Partiendo de la ley de Fourier representada por la ecuación 3 e igualando la tasa de flujo de calor tanto para el perfil rectangular con el acero galvanizado se obtiene la ecuación 15

Ecuación 15: Tasa de flujo total de calor

$$Q_{cp} = \frac{A(T_{tr} - T_{ag})}{\left(\frac{L_{ag}}{k_{ag}} - \frac{L_t}{k_{tr}}\right)}$$

Donde:

Q_{cp} =Flujo de calor en la plancha

A =Área de las superficies: $0.044[m^2]$

T_{str} =Temperatura de superficie del tubo rectangular: $160[C]$

T_{sag} =Temperatura de la superficie del acero galvanizado: $159[°C]$

L_{ag} =Espesor del acero galvanizado: $1m[m]$

L_t =Espesor del tubo rectangular: $1.5m [[m]$

k_{ag} =Conductividad térmica del acero galvanizado: $73[\frac{W}{m \text{ } ^\circ C}]$

k_{tr} =Conductividad térmica de tubo rectangular: $54\frac{W}{m \text{ } ^\circ C}$

Fuente: (Zemansky, S. & Freedman, Y. 2009)

Se considera analizar la configuración del sistema; en condiciones de estado estable, con lo que se define como un problema de conducción térmica en equilibrio; reemplazando datos en la ecuación anterior se tiene:

$$Q_{cp} = \frac{0,044(160 - 159)}{\left(\frac{1m}{73} - \frac{1.5m}{54}\right)}$$

$$Q_{cp} = \frac{0,044(160 - 159)}{\left(\frac{1m}{73} - \frac{1,5m}{54}\right)}$$

$$Q_{cp} = 3125,18[W]$$

4.3.2.2 CALOR PERDIDO

Para el cálculo de las pérdidas de calor ocurrido en el sistema, se realizó el siguiente proceso: se han analizado pérdidas de calor tanto por convección natural ; como por conducción; así:

4.3.2.2.1 Perdida de calor por convección de la plancha.

Un valor aproximado de coeficiente de transferencia de calor por convección a 30°C para placas en contacto con aire a temperatura ambiente mencionado por (Holman, 1999) corresponde a $4.5 \left[\frac{W}{m^2 \times ^\circ C}\right]$; además, se conoce previamente el área transversal de transferencia de calor (pérdida) por convección $a=0,04[m^2]$. Por lo que la potencia disipada se obtiene utilizando la ecuación 2.

$$q'' = 4,5(159 - 30)$$

$$q'' = 580 \left[\frac{W}{m^2}\right]$$

$$q = 580 \times 0.04$$

$$q = 23,2[W]$$

4.3.2.2.2 Pérdidas de calor del sistema

Considerando al sistema de planchado, como una pared plana en contacto con aire caliente

con temperatura TA, tres capas y el aire de la temperatura ambiente TB; se tiene el siguiente circuito térmico.

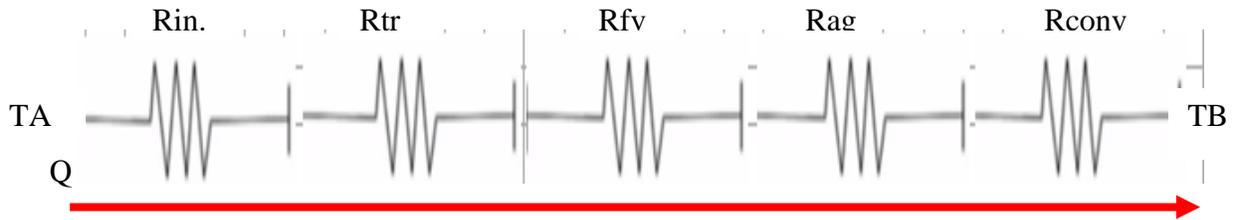


Figura 49: Circuito de resistencia térmica del sistema de planchado

Ecuación 16: Resistencia al flujo de calor del sistema de planchado

$$R_{Total} = \frac{1}{h_{int} \times A_{int}} + \frac{x_{tr}}{k_{tr} \times A_{tr}} + \frac{x_{fv}}{k_{fv} \times A_{fv}} + \frac{x_{ag}}{k_{ag} \times A_{ag}} + \frac{1}{h \times A_{anb.}}$$

Donde:

h_{int} = Coeficiente de convección en el interior: $5 \left[\frac{W}{^{\circ}Cm^2} \right]$

A_{int} = Área de la superficie en contacto con el aire caliente: $0,189 [m^2]$

x_{tr} = Espesor del tubo rectangular: $1,5 [m]$

k_{tr} = Coeficiente de conductividad térmica del tubo rectangular.

A_{tr} = Área transversal del tubo rectangular: $0,144 [m^2]$

x_{fv} = Espesor de la fibra de vidrio: $0,0254 [m]$

k_{fv} = Coeficiente de conductividad térmica de la fibra de vidrio: $0,046 \left[\frac{W}{^{\circ}Cm^2} \right]$

A_{fv} = Área de la sección transversal de la fibra de vidrio: $0,2493 [m^2]$

x_{ag} =Espesor del acero galvanizado: 1m[m]

k_{ag} =Coeficiente de conductividad térmica del acero galvanizado.

A_{ag} =Área de la sección transversal del acero galvanizado: 0,2493[m²]

A_{amb} =Área de la superficie en contacto con el ambiente: 0,2493[m²]

Fuente: (Holman, 1999)

Reemplazando datos en la ecuación tenemos:

$$R_{Total} = \frac{1}{5 \times 0,189} + \frac{1.5m}{54 \times 0,144} + \frac{0,0254}{0,046 \times 0,2493} + \frac{1m}{73 \times 0,2493} + \frac{1}{4,5 \times 0,2493}$$

$$R_{Total} = 4,15 \frac{^{\circ}C}{W}$$

Por lo que el calor perdido se obtiene al dividir la variación de la temperatura con la resistencia total, así:

$$q = \frac{T_A - T_B}{4,15}$$

$$q = 30,32[W]$$

$$Q_{perdido} = 23,2 + 30,32$$

$$Q_{perdido} = 53,52W]$$

Reemplazando los datos obtenidos en 4.3.2.2.1 y 4.3.2.2.2 en la ecuación 14 se obtiene el valor de la cantidad de potencia requerida para mantener la superficie del acero galvanizado a temperaturas deseadas, así:

$$Q_{sistema} = 3125,18 + 53,52$$

$$Q_{sistema} = 3178,1[W]$$

4.3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

El sistema de control de temperatura es el encargado de:

1. Llevar el control del proceso de encendido y apagado de las niquelinas.
2. Obtener la información requerida del sensor.
3. Procesar la información en la unidad de control.
4. Ejecutar acciones a través de los actuadores para corregir cualquier falla.

En el control de temperatura intervienen básicamente las resistencias calefactoras, el sensor de temperatura, elementos de control y protección.

4.3.3.1 Resistencias calefactoras

Para la generación de energía calórica se ha utilizado como elemento calefactor; un módulo de resistencias calefactoras, las cuales cumplen la función de aumentar la temperatura de la pancha, realizando conexiones pertinentes y aislando térmicamente con fibra de vidrio para obtener la potencia requerida. En la figura 50, se puede apreciar las resistencias utilizadas.

Una descripción de resistencias calefactores mencionada por Pallas (2005), señala que son dispositivos eléctricos que permiten obtener temperaturas elevadas ya sea en sólidos, líquidos o gases basándose en la utilización de resistencias eléctricas y el efecto Joule; el aumento de temperatura pueden hacerlo por conducción, convección o radiación.

La potencia de resistencias depende de los siguientes factores:

- La temperatura deseada.
- La capacidad conductividad térmica del material a calentar.
- De las pérdidas de calor

Para elegir y cuantificar las resistencias adecuadas para el calentamiento de la plancha, se realizó un análisis para poder conocer la potencia que debe disipar el elemento calefactor; refiérase a la sección calor consumido por el sistema..



Figura 50. Resistencia Calefactora

En la tabla 18; se puede apreciar las características de la resistencia..

Tabla 18: *Características de la resistencia calefactora.*

Característica	Valor
Voltaje de alimentación[V]	110
Resistencia[Ω]	22
Resistencia total	7.33

La conexión de la resistencia se realizó en paralelo de acuerdo a la cantidad de potencia

necesaria, tomando en cuenta los cálculos realizados anteriormente.

4.3.3.2 Desarrollo del sistema de control de temperatura

El desarrollo del sistema de control permite llevar un proceso inspeccionado en el suministro de energía calórica a la plancha, evaluando permanentemente el ascenso o descenso de la temperatura, para ello se han utilizado un sensor Lm35; refiérase al anexo 14, que mide la temperatura, éste envía una señal al sistema de control, mismo que a su vez remite una respuesta inmediata a los actuadores para la respectiva ejecución. De esta manera se consigue mantener la temperatura en los rangos preestablecidos. El sistema de control ha sido diseñado de acuerdo a las necesidades del medio de aplicación.

El procedimiento realizado por el sistema de control es el siguiente:

- a) Adquirir información del sensor en el sistema de temperatura
- b) Procesar y controlar la información en el microcontrolador.
- c) Transmitir una señal a los actuadores para el encendido, apagado o estado actual.

En la figura 43 se presenta el proceso de adquisición y procesamiento de datos en el sistema de control de temperatura.

El Sistema se enciende por acción del usuario, la señal analógica en milivoltios [mV] del LM35 es llevada a través de un seguidor de tensión hacia un filtro R-C que a su vez es llevado a la entrada analógica del micro controlador(pin A1) (puesto que éste es útil para poder leer la

tensión de un sensor con una intensidad muy pequeña y transmitirla al microcontrolador sin errores que pueden ser producidos por la distancia de trasmisión), ésta señal analógica es convertida por el micro controlador en un valor digital que es guardado en una variable llamada temperatura; con éste valor digital se realizan las comparaciones necesarias con los rangos establecidos para dar una señal de mando al opto acoplador incorporado en el sistema, el cual accionará a un triac y finalmente activara o desactivara la carga.

El conjunto de elementos conformados por el opto acoplador, triac, resistencias y condensador, forman un relé de estado sólido, puesto que la carga va a estar en constante encendido y apagado, por lo que no puede utilizarse un relé electromecánico por su corta vida útil; mientras que el relé de estado sólido al no tener una parte electromecánica (accionamiento eléctrico) posee más vida útil.

En la siguiente figura se puede apreciar el esquema básico tanto para el sistema de humedad como de temperatura a implementar

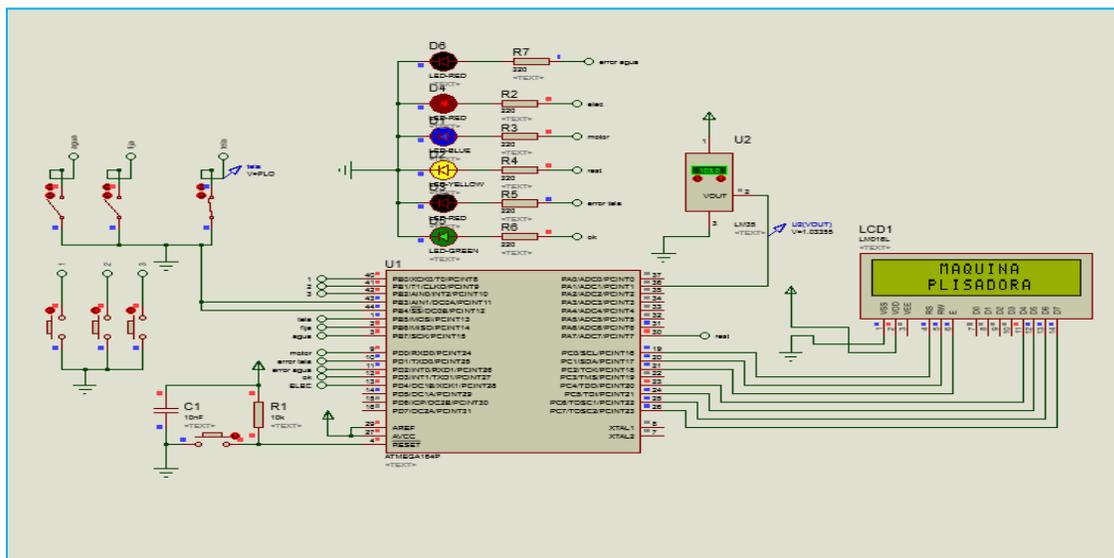


Figura 51. Esquema de humedad y temperatura

4.3.3.3 Cálculos de la corriente consumida por el sistema de calentamiento

El circuito implementado con resistencia calefactoras se presenta en la figura 52. La corriente total consumida por el sistema de calefacción se define por la potencia de las resistencias calefactoras y la resistencia de las mismas. Calculando la corriente consumida por el sistema en la malla 1 se tiene.

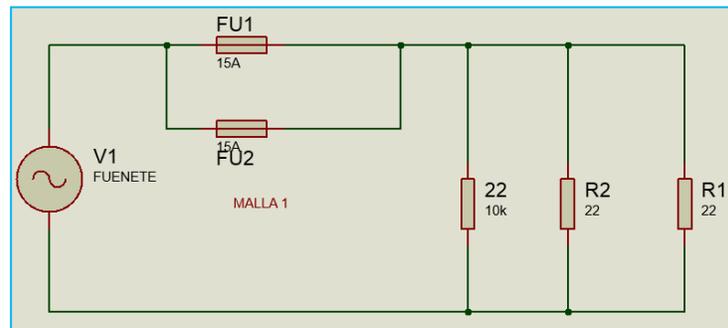


Figura 52. Circuito de resistencias calefactoras

Ecuación 17: Corriente consumido por el sistema de calentamiento

$$I_{m1} = \frac{\sqrt{2} * V_{ac}}{R_c}$$

Donde:

I_{m1} = Corriente consumida por la malla 1[A]

R_c = Resistencia de los calefactores [Ω]

V_{ac} = Voltaje de la red [V]

Reemplazando datos se tiene que:

$$I_{m1} = \frac{\sqrt{2} * 110}{7.33}$$

$$I_{m1} = 21.22 \text{ [A]}$$

La corriente consumida por el sistema es de 21.22 [A], por lo que la corriente mínima que puede soportar el termo fusible es de 21.22 [A]; por lo tanto se ha adicionado al sistema dos Termos fusibles de 15 [A], puesto que operara adecuadamente en el sistema.

Ecuación 18: Potencia del conjunto de resistencias calefactoras

$$P = RI^2$$

Donde:

$P = \text{Potencia}[W]$.

$R = \text{Resistencia}[\Omega]$

$I = \text{Corriente}[A]$

Fuente: (Fraile, 2012)

Reemplazando datos de la ecuación 17 se tiene:

$$P = 7.33 \times 21.22^2$$

$$P = 3301.5[W]$$

Con lo que se ha cumplido con la potencia requerida para mantener el sistema funcionando a temperaturas superiores a 100°C

4.3.3.4 Etapa de potencia del sistema de temperatura

A diferencia del relé de estado sólido propuesto para el control de la electroválvula, este nuevo relé debe manejar un valor mayor de corriente, por lo que se comienza con la selección adecuada del triac haciendo uso de la ecuación 8; mencionado en la etapa de potencia del

sistema de humectación.

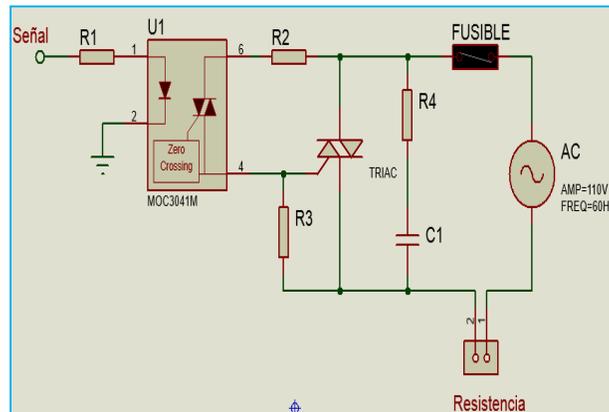


Figura 53. Esquema del relé de estado sólido para las resistencias calefactoras

$$I_{triac} = I_{resistencias} * n$$

Donde:

I_{triac} = Corriente máxima que puede manejar el triac [A].

$I_{resistencias}$ = Corriente que consume el conjunto de resistencias [A].

n = Factor de seguridad.

El factor de seguridad que se propone es de 1.5 y la corriente que consumen el conjunto de resistencias calefactoras es de 21.22 [A]. Con estos valores se calcula la corriente que maneja el triac.

$$I_{triac} = I_{resistencias} * n$$

$$I_{triac} = 21.22 * 1.5$$

$$I_{triac} = 31.83 \text{ [A].}$$

Por tanto se busca un triac que maneje dicho valor o superior, con lo que se adquirió un triac

que maneja 40 [A], cuya denominación es el BTA-41. [Refiérase al Anexo 15]

Al igual que en el caso anterior, este relé está conformado por un opto acoplador cuya denominación es el MOC-3041, las razones del por qué se escogió este integrado ya fueron descritas en la sección de etapa de potencia para la electroválvula en el ítem 4.2.3.4, además se mantendrá los valores de la resistencias y condensador que se calculó en dicho relé. Para la protección de las resistencias se acoplará un disyuntor que maneje la corriente de 25[A].

4.3.3.5 Termo fusible

El termo fusible TCO (Thermal Cut-Off), es un componente de fácil fusión que se intercala en un circuito; éste dispositivo responde al incremento de temperatura interrumpiendo un circuito eléctrico. Un fusible térmico consiste en una pastilla de metal y un resorte encerrado en un tubo. Como el circuito se sobrecalienta, el sedimento se funde y el muelle empuja los contactos eléctricos separándolos, rompiendo el circuit (Holman, 2002). La tabla 19; muestra las características del termo fusible utilizado

Tabla 19: *Características del termo fusible.*

Característica	Valor
Temperatura de apertura[°C]	125
Corriente [A]	15
Voltaje[V]	125

El termo fusible instalado en el sistema de pende de:

- La temperatura de trabajo del sistema
- La corriente consumida por el sistema
- La disponibilidad del mismo en el mercado.



Figura 54. Termo fusible

La temperatura máxima a la que va a trabajar el sistema fue determinado por el material que se va a plegar; es así que, la temperatura de planchado a la que se va a trabajar con la tela de acrílico es de 160[°C]; por lo tanto se ha elegido un fusible térmico que actúe en cuanto se sobrepase una temperatura de 200[°C]. Refiérase al Anexo 16

En el Anexo 17; se pueden apreciar los sistemas tanto de humedad como de temperatura implementada; la descripción de la implementación se detallará en el siguiente capítulo.

4.4 MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL SISTEMA DE TEMPERATURA

Para el modelamiento matemático del sistema de temperatura se plantea que el calor fluye del interior del contenedor de resistencias calefactoras hacia el exterior, por lo que tenemos:

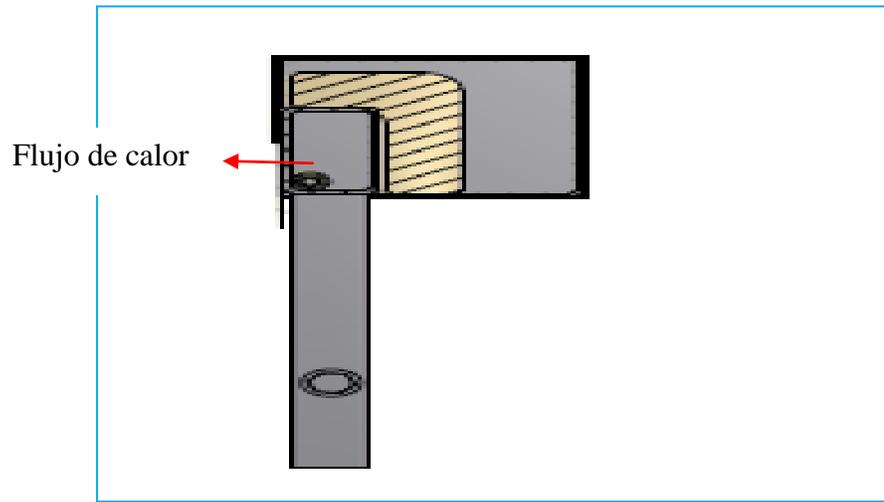


Figura 55. Flujo de calor del sistema

Ecuación 19: Cambio de la energía interna

$$\Delta q = C \frac{dT}{dt}$$

Donde:

Δq : Variación de flujo de calor

C: Capacitancia térmica.

$\frac{dT}{dt}$: Variación de temperatura en función del tiempo.

Fuente: (Bolton, 2001)

Donde la variación de flujo es igual a:

Ecuación 20: Tasa de cambio de la energía interna

$$\Delta q = q_1 - q_2$$

Fuente: (Bolton, 2001)

Al existir un flujo de calor desde las resistencias a la plancha se tiene que $q_2=0$, y $q_1= q$, donde q se relaciona con la resistencia térmica con la siguiente igualdad:

Ecuación 21: Resistencia térmica

$$q = \frac{T_2 - T_1}{R}$$

Donde:

T1: Temperatura en el interior.

T2: Temperatura en el exterior.

R: Resistencia térmica.

Fuente: (Bolton, 2001)

Remplazando la ecuación 20 en 18 obtenemos:

$$\frac{T_2 - T_1}{R} = C \frac{dT}{dt}$$

Con lo que se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 22: Ecuación del sistema en función del tiempo

$$R C \frac{dT}{dt} + T_1 - T_2 = 0$$

Aplicando la transformada de laplace , con condiciones iniciales igual a cero y desarrollando la ecuacion en una funcion de transferencia, se obtiene la siguiente función de transferencia:

Ecuación 23: Función de transferencia

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{1}{RC}}{s + \frac{1}{RC}}$$

El valor de la resistencia térmica se calcula para un flujo de calor por conducción, cuyos valores se determinan para cada material

Ecuación 24: Resistencia térmica por conducción

$$R_{total} = R_{ag} * R_{tr}$$

Donde:

R_{ag}=Resistencia térmica del de la plancha.

R_{tr}=Resistencia térmica del tubo rectangular.

Fuente: (Incropera & De Witt, 1999)

Remplazando valores, se tiene:

$$R = \frac{0,001}{73 \times 0,04} + \frac{0,001}{54 \times 0,189}$$

$$R = 0,000488 [^{\circ}\text{C}/\text{W}]$$

El valor de la capacidad térmica se ha calculado con la siguiente fórmula:

Ecuación 25: Capacidad térmica

$$C = (m_{ag} \times c_{ag}) + (m_{tr} \times c_{tr})$$

Donde:

C : Capacidad térmica [J/ °C]

m : Masa [Kg]

c : Calor específico [J/ kg°C]

Fuente: (Ogata, 2010)

Remplazando valores, se tiene:

$$C = (0,378 \times 455) + (7,7 \times 465)$$

$$C = 3751,355 \text{ [J/°C]}$$

Con lo que finalmente reemplazando los valores en la ecuación 25; la ecuación del sistema queda determinada de la siguiente manera:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{s + \frac{0,00048 \times 3751,355}{1}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{0,55535}{s + 0,55535}$$

4.4.1 CALCULO DE PARÁMETROS DE ESTABILIDAD

Para obtener los parámetros de la ecuación, como son: el tiempo de establecimiento; el error en estado estacionario y el sobre impulso se lleva a la función de transferencia a su forma general. Con lo que se obtiene lo siguiente:

$$T(s) = \frac{A}{\tau s + 1} = \frac{1}{RCs + 1} = \frac{1}{1,80 s + 1}$$

Donde el tiempo de establecimiento es:

Ecuación 26: Tiempo de establecimiento.

$$t_s = 4 \times \tau$$

$$t_s = 4 \times R \times C$$

$$t_s = 4 \times 0,000488 \times 3751,355 = 7,32 \text{ [s]}$$

Donde el error en estado estacionario se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 27: Error en estado estacionario

$$e = \lim_{s \rightarrow 0} (T(s))$$

Fuente: (Ogata, 2010)

$$e = \frac{1}{RC \times 0 + 1} = \frac{1}{1} = 1 \text{ [%]}$$

Mientras que al tratarse de un sistema de primer orden, no existe máximo sobre impulso; es así que en la siguiente tabla se puede apreciar el resumen del estado actual del sistema.

Tabla 20: *Parámetros del sistema de temperatura.*

Parámetro	Valor
Tiempo de establecimiento(t_s)	7,32 [s]
Error de posición(e)	1 [%]
Máximo sobre impulso(Mp)	–

Una vez realizado esto; se ejecuta el código en Matlab y obtenemos la figura 56; en la que se puede apreciar que el tiempo de establecimiento es de 7,05[s], también se aprecia que no existe un sobre impulso y el error tiende a cero luego de pasar el tiempo de establecimiento.

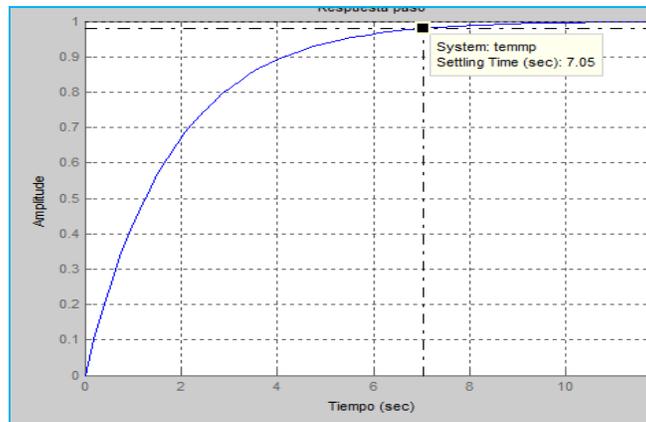


Figura 56. Respuesta de la función de transferencia

4.4.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Para el análisis de estabilidad del sistema se utiliza el criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz; representado por la siguiente ecuación:

Ecuación 28: Criterio de Routh - Hurwitz

$$a_n \times s^n + a_{n-1} \times s^{n-1} + \dots + a_{1n} \times s^0 + a_0 = 0$$

Fuente: (Ogata, 2010)

Reemplazando la ecuación del sistema se tiene:

$$1,80 \times s^1 + 1 = 0$$

$$s = -0,55$$

Debido a que el sistema presenta una raíz en la parte negativa, puede afirmarse que el sistema es estable; esto queda demostrado mediante la gráfica 57.

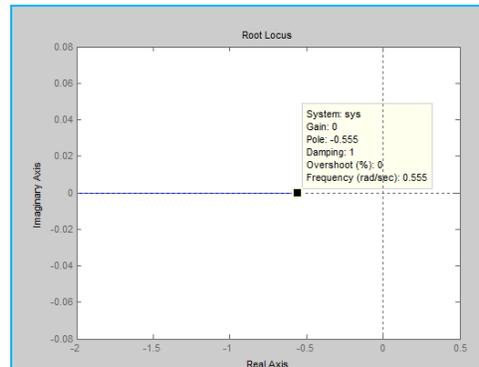


Figura 57. Ubicación de polo

4.4.3 VALIDACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

Para la validación del modelo teórico obtenido, se ha tomado datos del comportamiento de la planta con la finalidad de obtener el modelo real del sistema para luego comparar con el modelo teórico. Una vez obtenidos los datos, se ingresaron los mismos en Matlab para obtener el modelo matemático que defina el comportamiento de la planta; se han realizado tres tomas de datos; los cuales son representados a continuación por los experimentos uno, dos y tres.

Experimento 1:

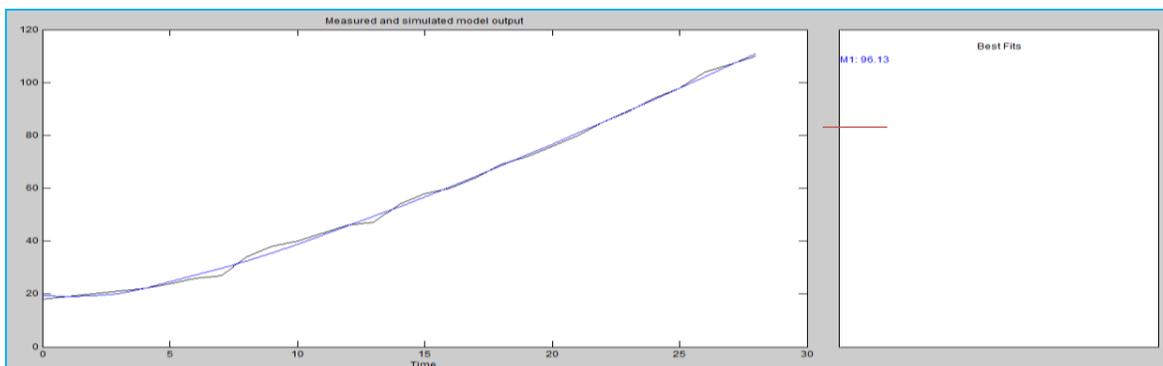


Figura 58. Respuesta del porcentaje de similitud del experimento 1

En la figura 58; se aprecia que el modelo de entrada (color negro), en comparación con el modelo obtenido por Matlab (color azul), tiene un porcentaje de similitud de 96,13%

Experimento 2.

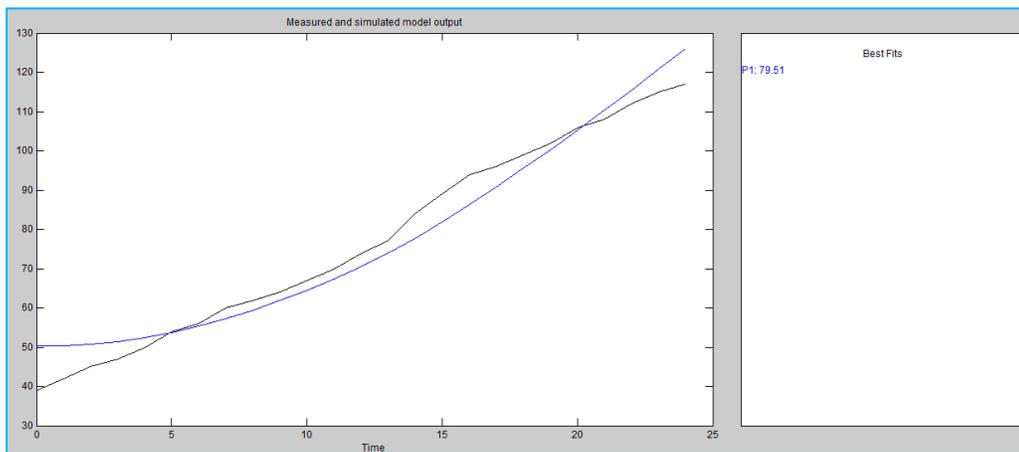


Figura 59. Respuesta del porcentaje de similitud del experimento 2

En la figura 59, se aprecia que el modelo de entrada (color negro), en comparación con el modelo obtenido por Matlab (color azul), tiene un porcentaje de similitud de 79.51%

Experimento 3.

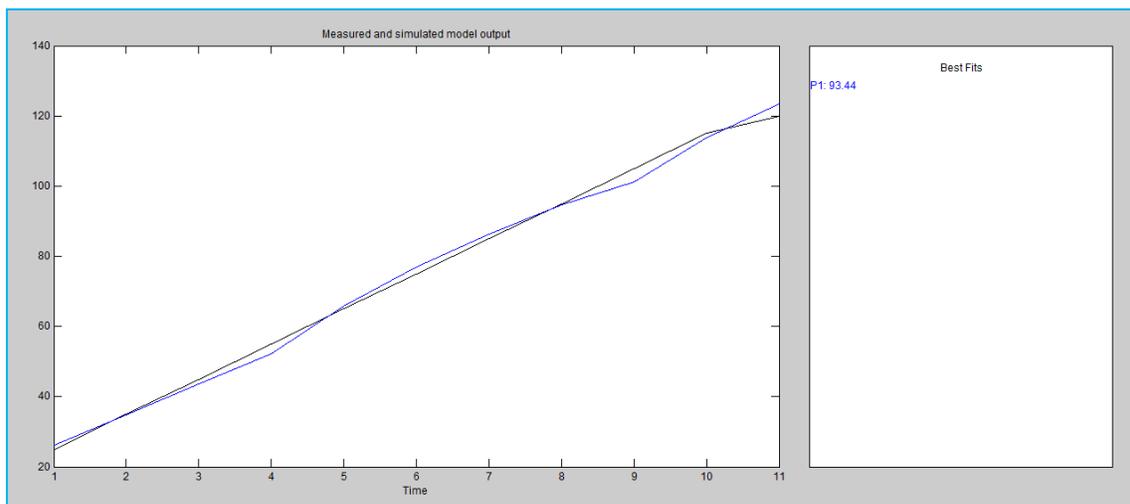


Figura 60. Respuesta del porcentaje de similitud del experimento 3

En la figura 60; se aprecia que el modelo de entrada (color negro), en comparación con el modelo obtenido por Matlab (color azul), tiene un porcentaje de similitud de 93.44%

Con los resultados obtenidos se ha realizado una tabla comparativa

Tabla 21: *Ensayos de similitud sistemas de temperatura (Modelo en matlab).*

Pruebas	% de similitud
1	96.13
2	79.51
3	93.44

Debido al porcentaje de similitud entre el modelo matemático y el modelo práctico; se seleccionó el porcentaje de la prueba uno: por lo tanto, existe un 96.13 % de similitud entre los modelos matemático como experimental de la planta.

Tabla 22: *Funciones de transferencia del sistema de temperatura.*

Función de transferencia obtenida utilizando matlab.	Función de transferencia obtenido por modelamiento matemático
$T_{(s)} = \frac{0.5535}{s + 0.5535}$	$T_{(s)} = \frac{0,4235}{s + 0,4203}$

4.4.4 COMPENSADORES PI

Al tratarse de una función de primer orden, es aconsejable usar un controlador PI, el método para encontrar los valores de K_P y K_I , se presenta a continuación.

Ecuación 29: Forma general del controlador PI

$$G_s = \frac{M(s)}{E(s)} = K_P + \frac{K_I}{s}$$

Donde:

M (s): Variable a controlar.

E (s): Señal de error.

Ecuación 30: Compensador PI del sistema de temperatura.

$$G_{(s)} = \left(K_P + \frac{K_I}{s} \right) \left(\frac{0.5535}{s + 0.5535} \right)$$

Donde:

K_P = Ganancia proporcional.

K_I = Ganancia integral.

Fuente: (Ogata, 2010)

Realizando el arreglo matemático correspondiente para que el factor $\left(K_P + \frac{K_I}{s} \right)$ coincida con el denominador que representa a la planta $\left(\frac{0.5535}{s+0.5535} \right)$ de la ecuación 30; y simplificando la función se tiene lo siguiente:

$$G_{(s)} = \frac{K_P}{s} \left(s + \frac{K_I}{K_P} \right) \left(\frac{0.5535}{s+0.5535} \right)$$

Para anular los factores $\left(s + \frac{K_I}{K_P} \right)$ y $\left(\frac{1}{s+0.5535} \right)$; se debe cumplir la siguiente condición de la siguiente ecuación.

Ecuación 31: Factor de condición

$$\frac{K_I}{K_P} = 0.5535$$

Con lo que finalmente la función queda de la siguiente forma.

$$G_{(s)} = \frac{0.5535 * K_P}{s}$$

Para una configuración en lazo cerrado se obtiene lo siguiente:

$$T_{(s)} = \left(\frac{\frac{1}{s}}{\frac{0.5535 * K_P}{s} + 1} \right)$$

Para lo cual se establece un tiempo de establecimiento de 2 [s]; por ser el tiempo en el que sistema de arrastre se tarda en transportar 1[cm] de material hacia la plancha.

$$t = 4 * \tau = 2$$

$$2 = 4 * \left(\frac{1}{0.5535 * K_P} \right)$$

$$K_P = 3,61$$

Para hallar el valor de K_I se utilizó la condición dictaminada por la ecuación 30.

$$\frac{K_I}{K_P} = 0.5535$$

$$\frac{K_I}{3,61} = 0,5535$$

$$K_I = 2$$

En la siguiente tabla se resume el valor de los parámetros calculados para el compensador del sistema de temperatura:

Tabla 23: *Parámetros del compensador PI.*

Parámetro	Valor
K_P	3,61
K_I	2

Con lo que el compensador queda de la siguiente manera:

Ecuación 32: Compensador PI del sistema de temperatura.

$$G_{(s)} = \left(3,61 + \frac{2}{s} \right)$$

Simulando en el entorno de simulink se obtienen las siguientes gráficas.

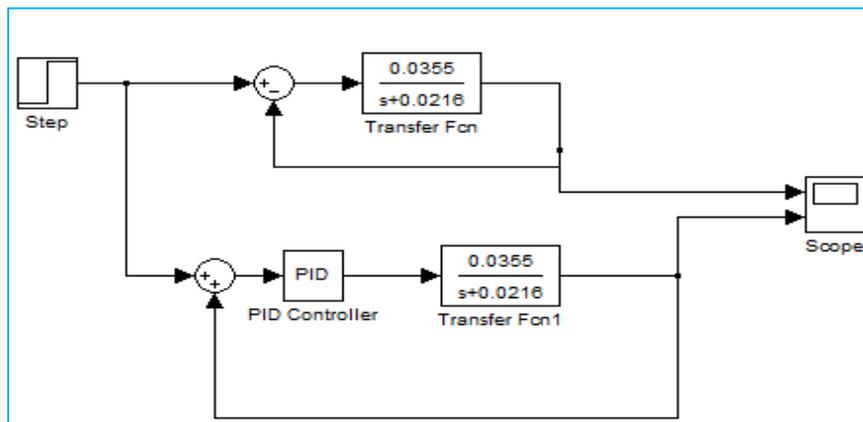


Figura 61. Sistema sin controlador y con controlador PI.

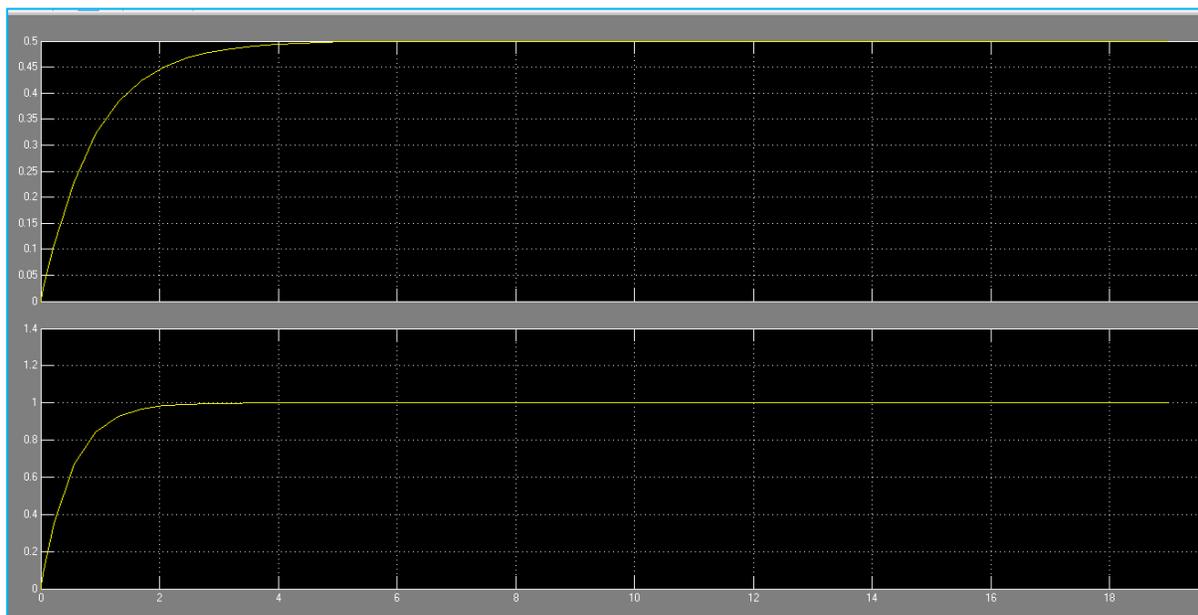


Figura 62. Respuesta del sistema sin controlador y con controlador PI

En la figura 62; se puede apreciar que el error tiende a cero, mientras que el tiempo de establecimiento se redujo a 2 [s]

4.4.5 DISCRETIZACIÓN DEL CONTROLADOR

Una vez obtenido el controlador análogo, se optó por convertirlo en un controlador digital; para aprovechar los beneficios que presenta el microcontrolador; disminuyendo la adición de componentes y alargando la compensación en el sistema; para lo cual se ha discretizado la ecuación del controlador haciendo uso de la ecuación 33.

Donde la ecuación que representa al controlador en tiempo discreto, está determinado por la siguiente ecuación:

Ecuación 33: Controlador PI discretizado

$$\frac{m_{(z)}}{e_{(z)}} = K_P + K_I \frac{z}{(z-1)} * T_m$$

Donde:

T_m : Es el tiempo de muestreo: 20m" [s]

Fuente: (Reinoso, Sebastian, Aracil & Torres, 2013)

Reduciendo la expresión anterior se observa:

Ecuación 34: Controlador PI discretizado

$$\frac{m_{(z)}}{e_{(z)}} = \frac{K_P + (-K_P + K_I * T_m) z}{z - 1}$$

Reemplazando valores de K_P, K_I y T_m en la ecuación 34; el controlador del sistema de temperatura queda determinada de la siguiente manera:

$$\frac{m(z)}{e(z)} = \frac{3,61z - 3,57}{z - 1}$$

En la figura 63, se puede apreciar la simulación en el entorno de simulink del sistema con el controlador implementado; mostrando su respuesta en la figura 64.

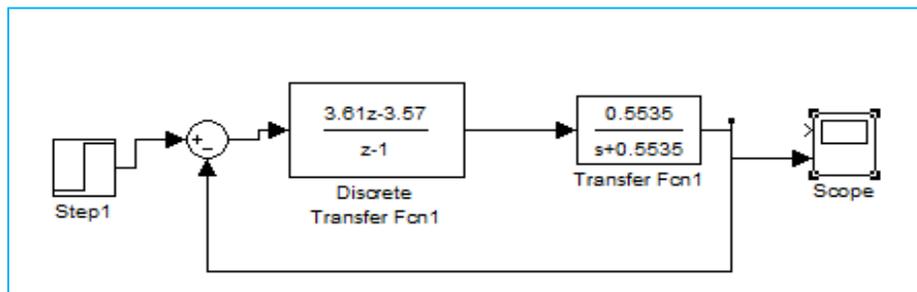


Figura 63. Sistema con controlador digital

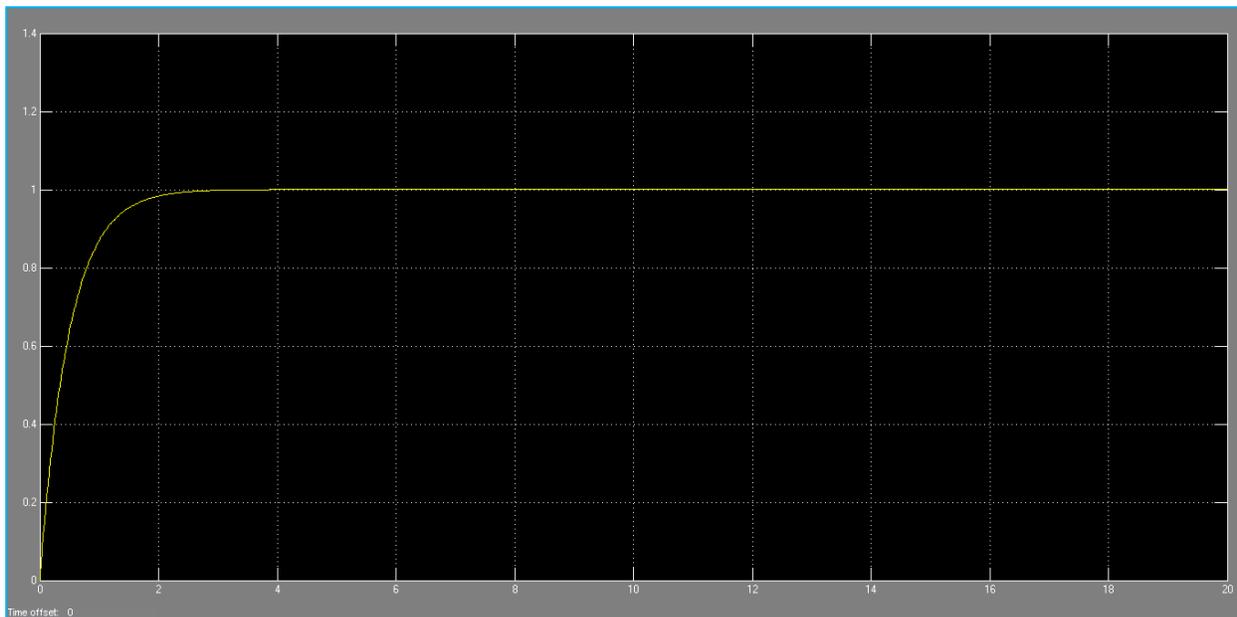


Figura 64. Respuesta del sistema con controlador PI digital,

Para implementar esta ecuación en el microcontrolador, se lleva la expresión a la ecuación de diferencias equivalente; representada por la siguiente ecuación:

Ecuación 35: Ecuación de diferencias del controlador PI

$$m_{(k)} = K_P e_{(k)} + (-K_P + K_I * T_m) e_{(k-1)} - m_{(k-1)}$$

Donde los valores de K_P y K_I son los mismos del controlador analógico que se diseñó anteriormente, el tiempo de muestreo se escogió un valor de *veinte* [ms] milisegundos. Reemplazando los valores se tiene la ecuación que se implementa en el microcontrolador; con lo que se realiza el siguiente flujograma de programación.

$$m_{(k)} = 3,61 e_{(k)} - 3,57e_{(k-1)} + m_{(k-1)}$$

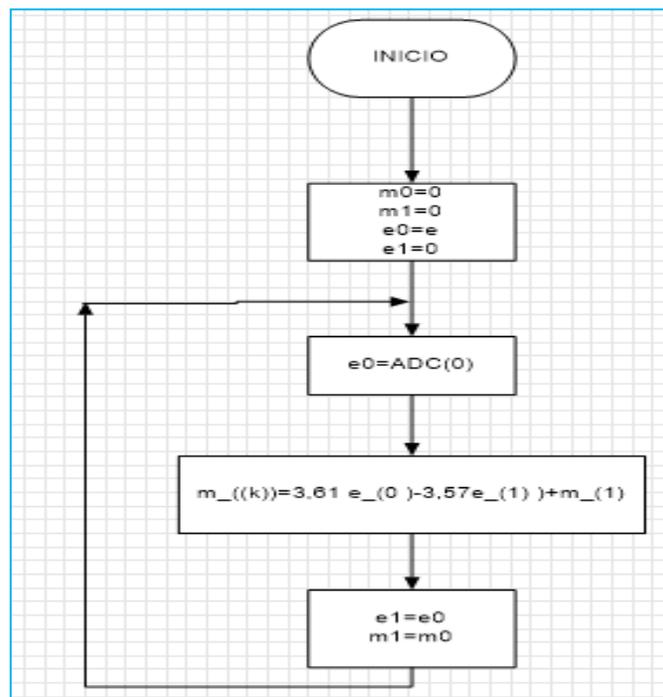


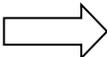
Figura 65. Flujograma de programación del control PI del sistema de temperatura

CAPÍTULO 5

5.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA MÁQUINA

Para detallar la implementación de los sistemas de control tanto de humectación como de planchado, se utilizan diagramas de flujo de procesos basados en la simbología aprobada por la ASME (American Society of Mechanical Engineers); cuyo significado se muestra en la tabla 24.

Tabla 24: *Simbología de procesos.*

Actividad	Significado	Simbología
Operación	Se efectúa un cambio o transformación en algún componente del producto.	
Transporte	Movilizar de un sitio a otro algún elemento.	
Demora	Se presenta cuando hay cuello de botella en el desarrollo de los hechos	
Almacenamiento	Indica depósito de un documento o información dentro de un archivo u objeto cualquiera en un almacén o finalización de un proceso.	
Inspección	Es la acción de controlar que se efectúe correctamente una operación	

Fuente: (PROVERIFICA, 2009)

A continuación, se muestran las designaciones de las herramientas que serán utilizadas en el diagrama de flujo de construcción de cada uno de los sistemas implementados a la máquina

plisadora de tela para faldas cayambeñas.

Tabla 25: Designaciones de los instrumentos utilizados.

Código	Herramienta	Tipo
A	Flexómetro	Instrumento
	Escuadra	
	Calibrador pie de rey	
B	Esmeril	Herramienta
	Broca	
	Llaves	
	Lima	
	Cautín	
	Tijera/ desarmador	
	Martillo	
C	Taladro	Máquina Herramienta
	Suelda	
	Limalla	

El procedimiento realizado para la implementación de los sistemas se enumera en la tabla 26.

Tabla 26: Procedimiento de implementación

N^o	Operación	N^o	Operación
1	Corte del material	10	Aislado
2	Limado	11	Almacenamiento de materiales.
3	Soldado/Unión	12	Dimensionamiento de elementos

(Continuación...) Procedimiento de implementación

Nº	Operación		Operación
4	Esmerilado	13	Distribución de elementos
5	Perforado	14	Cableado de los elementos
6	Inserción de componente	15	Descarga del programa al controlador
7	Adición al sistema	16	Conexión de salida y entrada
8	Doblado	17	Etiquetado
9	Pintado	18	Pruebas

5.1.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE HUMECTACIÓN

Luego de haber seleccionado el tipo de subsistema de humectación mencionado en el ítem 3.2.1.1 se procedió a instalar el dispositivo en la máquina de tal manera que cumpla con los requerimientos del sistema.

A continuación se detalla el proceso de elaboración e implementación de los elementos que conforman el sistema de humectación.

5.1.1.1 Montaje de los elementos del sistema de humectación

Los sensores y actuadores implementados son los siguientes:

5.1.1.1.1 Implementación del micro aspersor

Para la dotación de agua al sistema se realizó la implementación de un tubo perforado a la altura del medio con sus respectivos accesorios, la implementación del mismo puede apreciarse

en la figura 66.

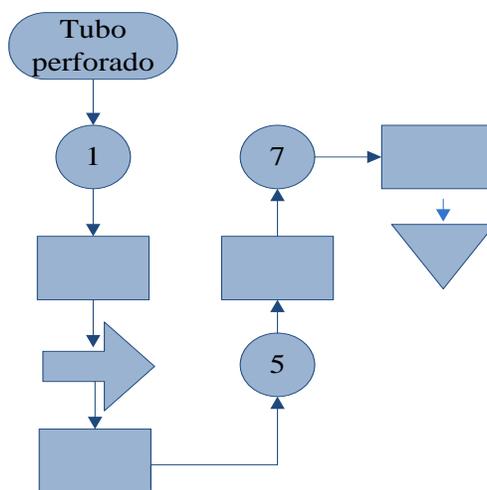


Figura 66. Implementación de tubo perforado

Los materiales y accesorios utilizados en la implementación pueden apreciarse en la tabla 27.

Tabla 27: *Materiales para el montaje*

Material	Dimensiones[mm]
Manguera	L=900 ,Ø=16
Manguera	L=500 Ø=19.05
Tapón	12.7
Broca	5 ,1
Codo	16
Tornillos	L=10 ; Ø=5

(Continuación...) Materiales para el montaje

Adaptador de tubo a manguera	12.7
Sujetador para manguera	12.7
Manguera	L=300 ; \varnothing =12.7
Teflón.	

En la figura 67; se puede visualizar las actividades realizadas para la implementación del micro aspersor en el sistema.



Figura 67. Sistema implementado

5.1.1.1.2 *Detector de tela*

El detector de material estudiado en 3.2.1.3 se implementó siguiendo el procedimiento

detallado en la figura 68.

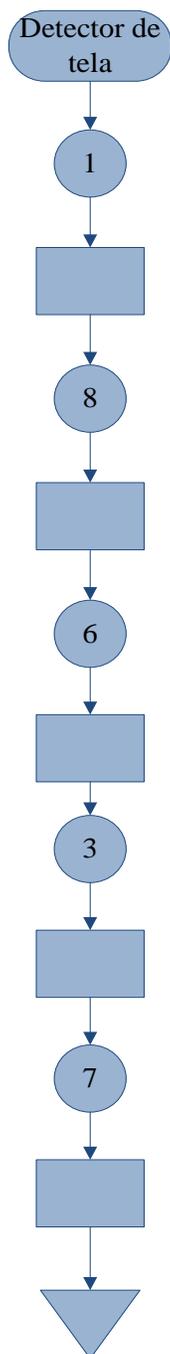


Figura 68. Implementación del detector de tela

Los materiales utilizados para la implementación del detector de tela en el sistema se pueden apreciar en la tabla 28; mostrada a continuación.

Tabla 28: *Materiales para el montaje.*

Material	Dimensiones[mm]
Tornillos	3.175
Pedazo de tol	25 x 40
Broca	3.175
Foto transistor.	
Led infrarrojo	
Espagueti termo retráctil.	
Cable eléctrico.	
Espadines.	
Cautín	
Estaño	
Crema de soldar	
Lima media caña	
Taladro	

En el gráfico 69; mostrado a continuación, se puede observar el proceso realizado para la implementación del detector de tela.



Figura 69. Detector implementado

5.1.1.1.3 *Detector de agua*

El detector de agua implementado en el sistema de humectación puede apreciarse en la figura

70.

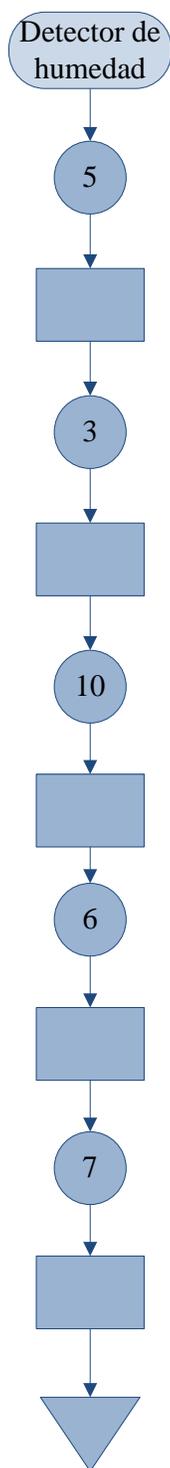


Figura 70. Implementación del detector de humedad

Los materiales utilizados para la implementación del detector de agua son los mencionados en la tabla 29.

Tabla 29: *Materiales para el montaje.*

Material	Dimensiones [mm]
Tornillos inoxidable	3.175
Broca	5
Espagueti termo retráctil.	
Taladro	
Aislante	
Cable eléctrico.	
Cautín/ Estaño	
Espadines.	
Crema para soldar	

En la figura 71; puede apreciarse gráficamente el proceso realizado para la implementación del detector de agua.



Figura 71. Detector implementado

5.1.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANCHADO

Luego de haber seleccionado los materiales adecuados para el sistema de planchado, se procede a implementar los mismos en la máquina. A continuación se detalla el proceso de implementación de los elementos que conforman el sistema de planchado.

5.1.2.1 Montaje de los elementos del sistema de planchado

Los sensores y actuadores implementados son los siguientes:

5.1.2.1.1 Sensor de temperatura

El la figura 72; representa el procedimiento seguido para la implementación del sensor de temperatura en el sistema de planchado.

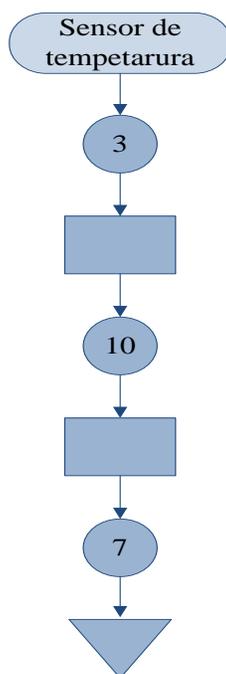


Figura 72. Implementación del sensor de temperatura

Los materiales usados para la implementación del sensor de temperatura se describen en la tabla 30.

Tabla 30: *Materiales para el montaje.*

Material	Cantidad
Espagueti termo táctil	Necesario
Cable eléctrico	Necesario
Aislante térmico	Necesario
Espadines	Necesario
Cautín/Estaño	1

En la figura 73; se puede apreciar el sensor de temperatura implementado en el sistema de planchado.





Figura 73. Sensor implementado

5.1.2.1.2 Plancha

La plancha está conformada por una lámina de tol y resistencias calefactoras, las cuales transmiten energía calórica al sistema de planchado. El diagrama de flujo de proceso de implementación de la plancha se puede apreciar en la figura 74.

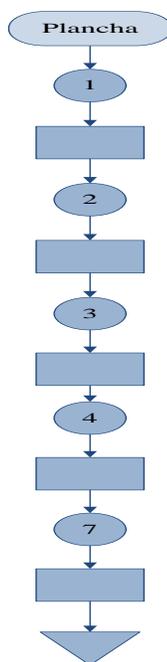


Figura 74. Implementación de la plancha.

En la tabla 31; se puede apreciar los materiales utilizados para la implementación de la

plancha.

Tabla 31: *Materiales para el montaje.*

Materiales	Dimensiones[mm]
Tol	900 x 40
Rectángulo	900 x 40
Fibra de vidrio	900 x 40
Fusible térmico	
Resistencias calefactoras	
Suelda, Electrodo	
Amoladora	

En la figura 75; se visualiza el procedimiento realizado para la implementación de la plancha al sistema.



Figura 75. Sistema implementad

5.2 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control se realizó en una sola placa tanto para el sistema de humectación como

para el sistema de planchado, puesto que se pretende utilizar un solo controlador para los dos sistemas, utilizando los puertos que sean necesarios para cumplir con los requerimientos del mismo. En la figura 76; se puede apreciar el circuito PCB a instalar en la máquina. [Refiérase al anexo 18]

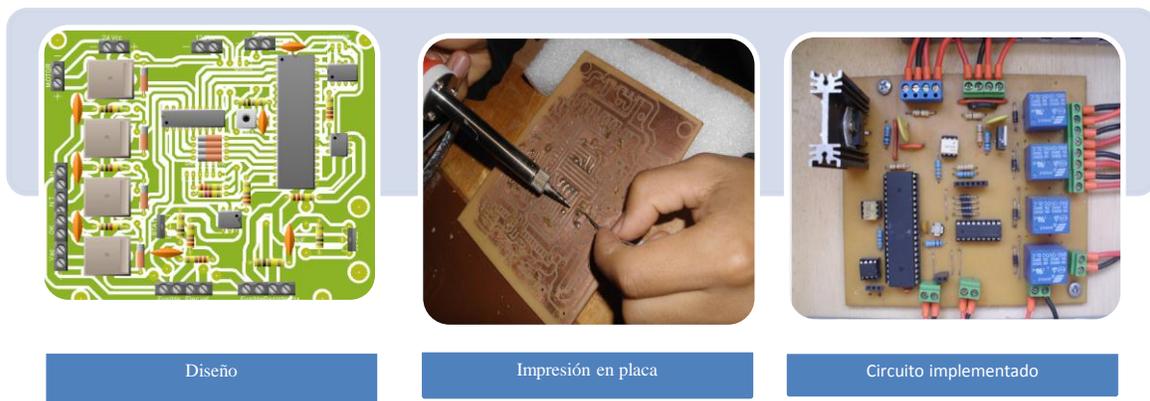


Figura 76. Circuito PCB

5.3 CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

Todos los circuitos son montados en una caja de 300x400x150 [mm], para el cableado eléctrico hay que considerar la corriente máxima que ingresa, la cual se determinó en el capítulo 4 en la sección 4.3.3.5, ésta corriente es de 21 [A], a esta se le suma el consumo de los demás circuitos que es en promedio unos 2 [A], este resultado lo multiplicamos por un factor de seguridad de 1.5, con lo que tenemos una corriente de 25 [A]. Según el catálogo de cables del anexo 20; se describe el tipo de cable a utilizarse en el sistema. Refiérase a la tabla 32.

Tabla 32: *Materiales para el montaje.*

Cable	Conexión
AWG 14	Entre toma 110 [VAC] y caja de control
TGGT 10	Entre la caja de control y Resistencias calefactoras
AWG 16	Actuadores y Visualizadores
AWG 22	Sensores

El diagrama de flujo de la construcción del tablero de control se muestra a continuación.

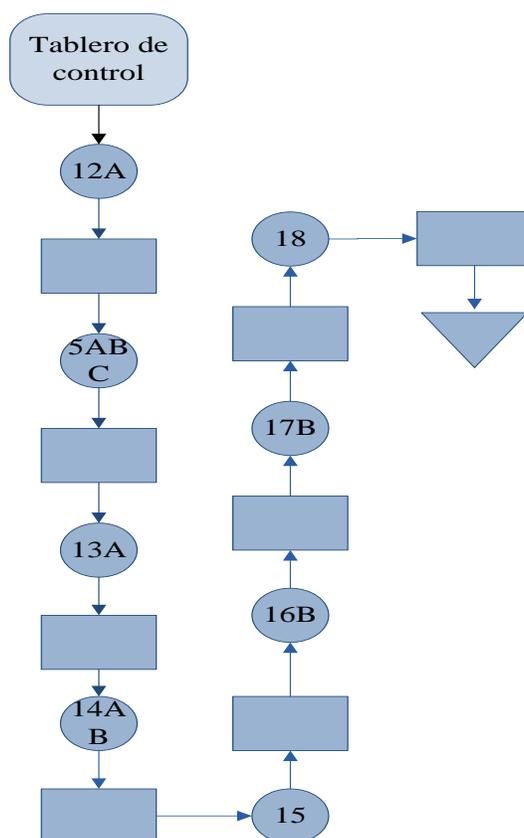


Figura 77. Construcción del tablero de control

En la figura 78 y 79 se pueden apreciar la implementación del tablero de control.

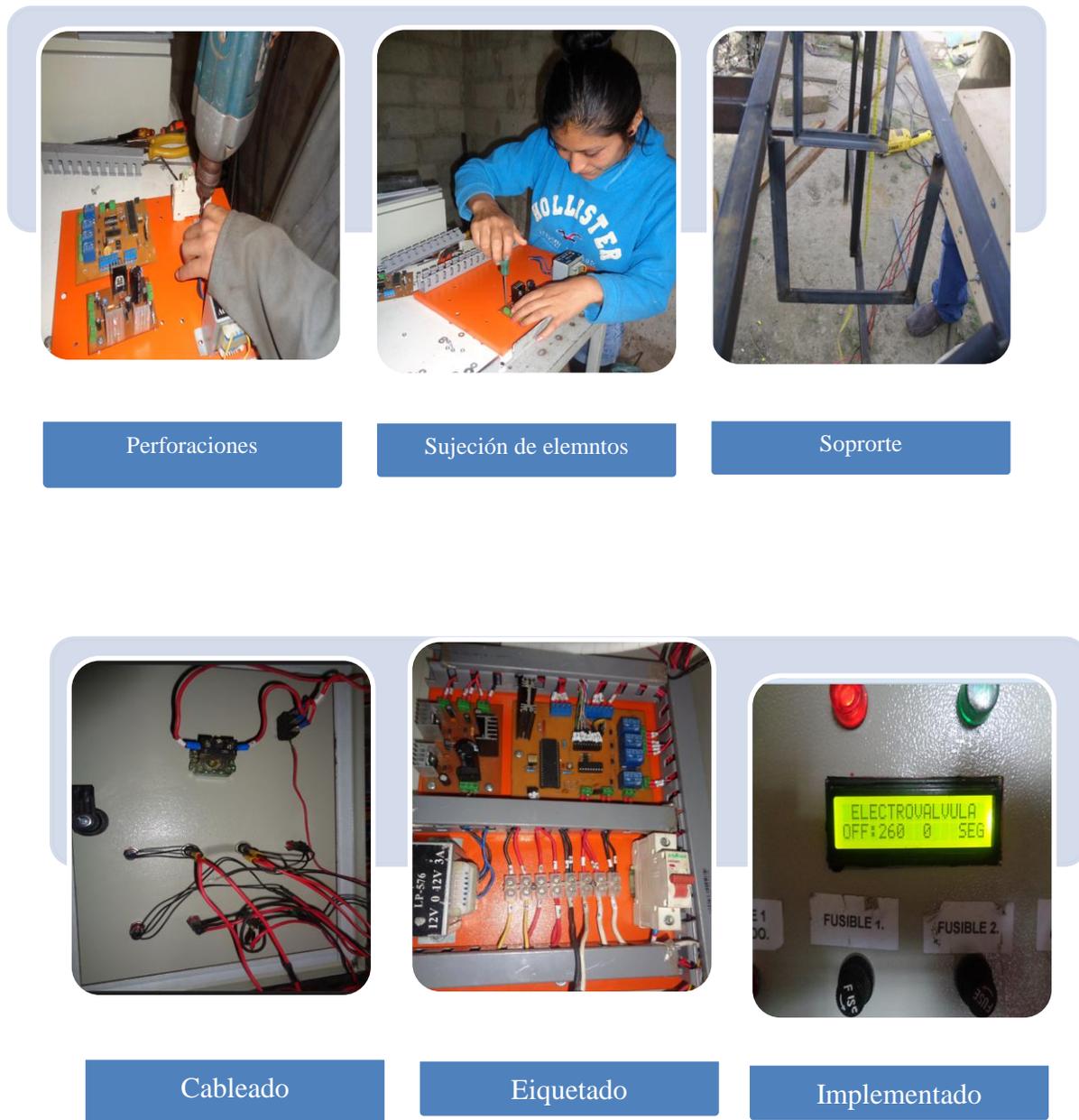


Figura 78. Elaboración del tablero de control

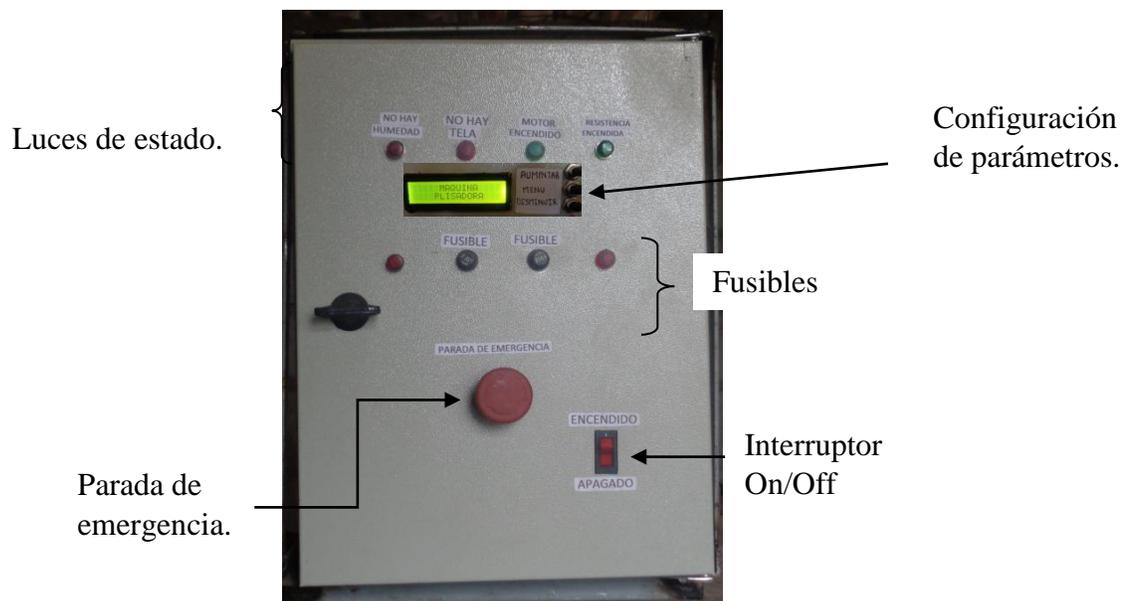


Figura 79. Tablero de control.

5.4 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Los sistemas de humectación y planchado reciben las siguientes alimentaciones:

Tabla 33: Fuentes de alimentación.

Fuente	Unidad	Elemento alimentado
110	VAC	Electroválvula
5	DC	Sensores (humedad, final de carrera); micro controlador
12	DC	Relé
24	DC	Motor

Cada uno de estos reguladores va con su respectivo disipador, esto con el fin de evitar el calentamiento del integrado y así alargar su vida útil. En la figura 80 y 81; se pueden visualizar el circuito de alimentación implementado para los sensores y el controlador.

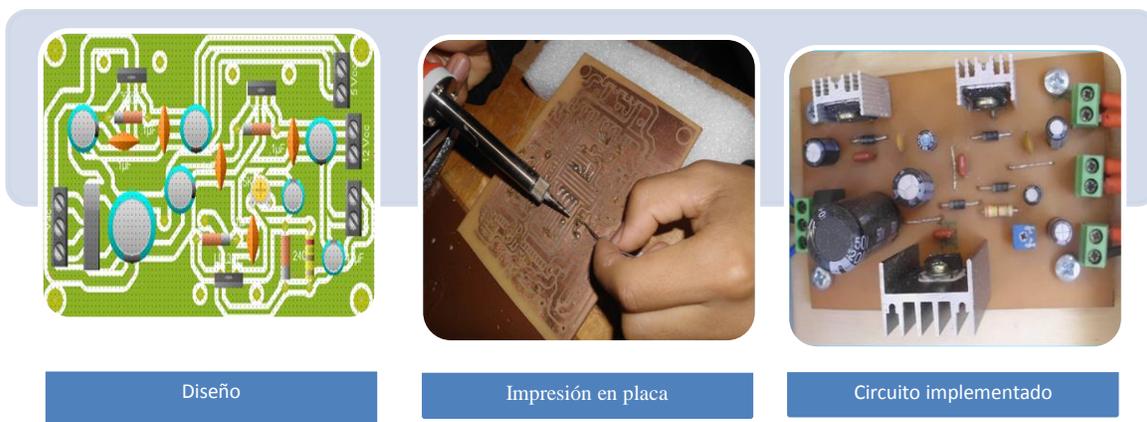


Figura 80. Implementación de fuente de alimentación



Figura 81. Fuente de alimentación

CAPITULO 6

6.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

Con los sistemas efectuados en el capítulo 4, se realizaron ensayos y pruebas de funcionamiento con la finalidad de examinar el desempeño de los sistemas implementados; así como, la fiabilidad de los mismos en la elaboración de centros.

En éste capítulo se han analizado tanto el funcionamiento de los componentes que conforman los sistemas de humectación y planchado así como los resultados obtenidos en el plisado de centros con la implementación de los mismos.

6.1.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO PARA EL SISTEMA DE HUMECTACIÓN

Para realizar las pruebas de funcionamiento del sistema total; se ha dividido en las partes que lo componen. Teniendo así las siguientes partes a probar.

6.1.1.1 Detector de tela

El detector de tela se encarga de revelar la presencia o ausencia de tela. Ésta prueba pretende medir la precisión con la que el detector funciona tomando en cuenta los colores interpuestos ante él. En la figura 81; se puede observar un ejemplo de cómo se realizaron las pruebas y la respuesta del mismo en los visualizadores implementadas en la caja de control; en el caso de la figura; el visualizador reacciona con una respuesta de “NO HAY TELA” debido a que el material no ha interferido el haz de luz emitido por el led infrarrojo.

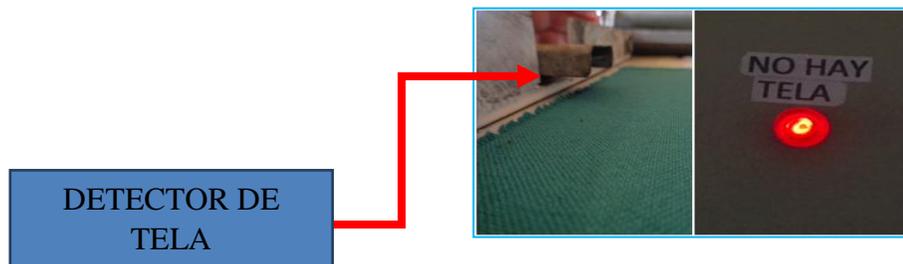


Figura 82. Detector de tela y respuesta de ausencia de tela

En la siguiente tabla se puede apreciar el resultado de las pruebas realizadas al detector de tela.

Tabla 34: *Pruebas del detector de tela*

Número de pruebas.	Detalle.	Respuesta correcta.	Sin respuesta.
30	Claros	30	0
30	Medios	30	0
30	Oscuros	30	0

Porcentaje de error de la prueba para colores claros: 0%

Porcentaje de error de la prueba para colores medios: 0%

Porcentaje de error de la prueba para colores oscuros: 0%

Observaciones:

El detector de tela implementado no presenta fallos sin importar tonos de color en el material.

6.1.1.2 Acción de la electroválvula

La tela; para el sometimiento a calor exige una determinada cantidad de humedad; para lo cual la electroválvula anexada al sistema debe facilitar el flujo de agua; dicha acción es gobernada principalmente por el sistema de control; el cual recibirá la señal del detector de

agua; presencia de tela y temperatura de plancha para su accionamiento.



Figura 83. Electroválvula del sistema y respuesta del sistema para su accionamiento

En la siguiente tabla se puede apreciar el resultado de las pruebas realizadas a la electroválvula.

Tabla 35: *Pruebas de la electroválvula.*

Número de pruebas.	Detalle.	Respuesta correcta.	Sin respuesta.
30	Encendido.	30	0
30	Apagado	30	0
Porcentaje de error de la prueba para encendido: 0%			
Porcentaje de error de la prueba para apagado: 0%			
Observaciones:			
En la electroválvula el funcionamiento es adecuado			

6.1.1.3 Detector de agua

La detección de agua es un parámetro que facilitará la dotación de humedad al proceso; por lo que en ésta prueba se busca verificar que la tubería contenga el líquido para continuar con el

proceso.



Figura 84. Detector de agua sin presencia de agua y respuesta del sistema

Tabla 36: Pruebas del detector de agua.

Número de pruebas.	Detalle.	Respuesta correcta.	Sin respuesta.
30	Presencia de agua en la tubería.	30	0
30	Ausencia de agua en la tubería	30	0
Porcentaje de error de la prueba para presencia de agua en la tela: 0%			
Porcentaje de error de la prueba para ausencia de agua en la tela: 0%			
Observaciones:			
La detección presencia y ausencia de agua no existe error alguno.			

6.1.1.4 Temporizador

El encendido continuo de la electroválvula (activación de micro aspersor) ha producido que la tela se adhiera a la mesa dificultando su avance; por lo que, se optó por temporizar la

activación de la misma. En siguiente figura; pueden apreciarse los efectos causados en los pliegues con una dotación elevada y de agua.



Figura 85. Efectos de dotación de agua

Ésta prueba se realiza en pos de determinar el avance o adhesión de la tela según la frecuencia de activación del micro aspersor.

Tabla 37: *Pruebas del detector de agua*

Número de pruebas.	Tiempo de encendido[s]	Tiempo de apagado[seg]	Respuesta favorables.
30	1	19	0
30	1	57	0
30	1	95	0
30	1	114	0
30	1	133	0
30	1	209	0

(Continuación...) Pruebas del detector de agua

30	1	228	0
30	1	240	30
30	1	247	30

Observaciones: El material puede ser transportado sin dificultades a través de la máquina plisadora ; manteniendo apagado el micro aspersor en un tiempo aproximado de cuatro minutos; mientras que un tiempo menor a ello dificulta el avance de la tela a través de la máquina

6.1.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PLANCHADO

Para realizar las pruebas de funcionamiento de todo el sistema de temperatura; se ha dividido en las partes que lo componen. Teniendo así las siguientes partes a probar (Sensor de temperatura y control de temperatura); cabe mencionar que la mayoría de las pruebas se han realizado utilizando multímetro con una termocupla.

6.1.2.1 Sensor de temperatura.

El sensor de temperatura es muy importante para la respuesta del sistema; por lo que para constatar su funcionamiento, se procede a realizar la siguiente prueba:

Se alimenta al sensor y se somete a una temperatura establecida (Dicha temperatura se mide con un multímetro en la escala Celsius [$^{\circ}$ C], se mide el voltaje de este sensor LM35 con un multímetro, siendo el voltaje que entrega el sensor un valor proporcional a la temperatura.

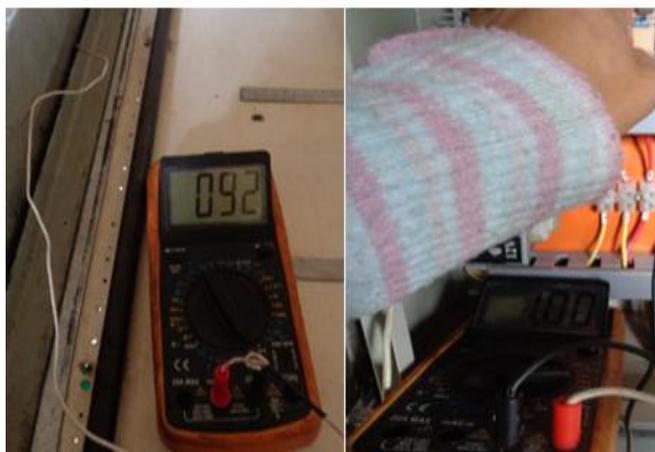


Figura 86. Respuesta del multímetro a escala [°C] y respuesta del sensor en [mV]

Tabla 38: *Pruebas del sensor de temperatura.*

Número de pruebas.	Detalle.	Respuesta correcta.	Sin respuesta.
30	Medición de temperatura.	30	0

Porcentaje de error de la prueba de medición de temperatura: 0%

Observaciones:

No existen errores del sensor de temperatura.

6.1.2.2 Control de temperatura

En el control de temperatura se verifica que las resistencias calefactoras se enciendan o

apaguen de acuerdo a la señal emitida por el sensor. Ésta acción se evalúa únicamente de forma visual. En la figura 87; puede apreciarse que el señalizador se enciende cuando la resistencia está trabajando.



Figura 87. Respuesta del visualizador

Tabla 39: Prueba del control de temperatura.

Número de pruebas.	Detalle.	Respuesta correcta.	Sin respuesta.
30	Encendido	30	0
30	Apagado	30	0
Porcentaje de error de la prueba de encendido: 0%			
Porcentaje de error de la prueba de medición de apagado: 0%			
Observaciones:			
No existen errores por parte del control de temperatura.			

6.2 Pruebas de temperatura óptima para el plisado

Éste análisis se realizó con la finalidad de determinar la temperatura ideal en la cual la plancha adicionada a la máquina plisadora de tela realice pliegues adecuados; para el análisis ,

se han utilizado tanto el tacto como el ojo humanos. Los pliegues proporcionados por la máquina plisadora de tela, a diferentes temperaturas se puede apreciar en las siguientes tablas:

Tabla 40: *Material plisado con 100°C*

<p>Temperatura de prueba: 100°C</p> <p>Apreciación: El plisado obtenido es debil; se realizan marcaciones de pliegue sutiles; por lo que la manipilación de los pliegues para el plisado final se dificulta; tiende a perder el fijado en la parte adornada</p>	
---	--

Tabla 41: *Material plisado con 115°C*

<p>Temperatura de prueba: 115°C</p> <p>Apreciación: El plisado obtenido es debil; se realizan marcaciones de pliegue sutiles; por lo que la manipilación de los pliegues para el plisado final se dificulta; tiende a perder el fijado de pliegue en la parte bordada.</p>	
--	--

Tabla 42: Material plisado con 130°C

<p>Temperatura de prueba: 130°C</p> <p>Apreciación: El plisado obtenido bajamente fuerte; se realizan marcaciones de pliegue moderado; por lo que la manipulación de los pliegues para el plisado final tiende a ser más manipulable.</p>	
---	--

Tabla 43: Material plisado con 145°C

<p>Temperatura de prueba: 145°C</p> <p>Apreciación: El plisado obtenido es medianamente fuerte; se realizan líneas bien marcadas en la tela; por lo que la manipulación de los pliegues para el plisado final se torna más fácil</p>	
--	---

Tabla 44: Material plisado con 150°C

<p>Temperatura de prueba: 150°C</p> <p>Apreciación: El plisado obtenido fuerte; se realizan marcaciones de pliegue moderadamente fuertes ; por lo que la manipulación de los pliegues para el plisado final es fácil.</p>	
---	--

Para la realización de ésta prueba; se han tomado como muestras: centros a sometido a

diferentes temperaturas llegando al resultado de haber obtenido una temperatura óptima de plisado de 150 °C; adicionado a un incremento de tiempo de *diez* [s] a *diecinueve* [s] en el plisado resuelto por Ruiz (2016);

6.3 ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

Éste análisis se realizó con la finalidad de determinar el tiempo promedio en el que la máquina realiza el plisado de un centro para niñas 150 [cm]. Para lo cual se ha realizado un promedio de tiempo tomando en cuenta la longitud de la tela descritos en el capítulo 1; cuyo alto no influye en el tiempo de producción. En la siguiente tabla se puede observar los datos obtenidos.

Tabla 45: *Tiempo empleado en realizar un centro.*

Tiempo empleado[min]	Reunido de pliegues ^{min} Ç	Longitud de tela[cm]	Número de pliegues promedio	
44,84	11,34	150	131	
44,27	10,43	150	131	
42,18	9,56	150	127	
41,95	12,34	150	127	
40,79	9,01	150	129	
Promedio:	42,80	10,53	150	129

Para sacar la producción de la máquina se ha calculado la eficiencia a la que trabaja la misma, tomando en cuenta las condiciones ideales y condiciones reales de trabajo, así:

Las condiciones ideales de trabajo de la máquina hacen referencia al tiempo en el que puede realizar un centro sin paradas, de la siguiente manera:

Tomando en cuenta el tiempo en el que la tela es arrastrada hacia la plancha 2 [s], desplazamiento vertical de la plancha 1,87[s] y el tiempo en el que la tela permanece fijándose en la plancha alrededor de 15[s]; luego de contabilizar el tiempo promedio empleado en la elaboración de un pliegue es de 1[s]

Ecuación 36: Tiempo de trabajo en un pliegue

Tiempo ideal de trabajo en un pliegue

= Tiempo de arrastre + Tiempo de fijado

Tiempo ideal de trabajo en un pliegue = 2 + 1,87 + 15 = 18,87[s]

Tiempo ideal de trabajo en un pliegue = 18,87 × 129 = 2358,75[s]

$$Tiempo\ ideal\ de\ trabajo\ un\ centro = \frac{2358,75}{60}$$

*Tiempo ideal de trabajo un centro = 39,31[*min*]*

Siendo éste un tiempo de 39minutos con 18segundos

Las condiciones reales de trabajo hacen referencia al tiempo en el que se puede realizar un centro completo tomando en cuenta los tiempos muertos de la máquina; es así, que el tiempo de operación se incrementa a un promedio de 53[*min*] con 33 [s].

Es así que la eficiencia de trabajo de la máquina queda determinada de la siguiente manera:

39,31[*min*].....100[%]

53,33[*min*].....x

$$x = \frac{39,31[\textit{min}] \times 100[\%]}{53,3[\textit{min}]}$$

$$x = 73,71 [\%]$$

La máquina plisadora de tela implementado el sistema de temperatura y humedad trabaja a una eficiencia aproximada del 73,71%; con lo que se puede obtener un centro en aproximadamente 53 [min]..

6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.5 CONCLUSIONES

Por medio de entrevistas y las propiedades térmicas del material; se ha logrado determinar los parámetros que influyen en el adecuado plisado de tela, estos son: la temperatura de plancha; la humedad de la tela y el tiempo de planchado; se determina una temperatura de fijado de pliegue satisfactorio de 150°C con un tiempo de pisado de 15 segundos y humedad moderada

Con tres KW de potencia, se ha logrado obtener una formación adecuada de pliegues; sin quemaduras totales o parciales del material; aprovechando al máximo la humedad suministrada sobre la tela.

La selección de los elementos de humectación adecuados, ha permitido proveer la cantidad de agua pertinente sobre el tejido; así como, controlar el sistema a los requerimientos del material tratado.

La implementación de los componentes se realizó en base a la selección de elementos y los cálculos pertinentes establecidos. Para la plancha se tiene que: para llegar a la temperatura requerido por el sistema se implementó 3 resistencias calefactoras en paralelo; mientras que, para el montaje del sistema de humectación se tomó en consideración las dimensiones de la máquina.

Las pruebas iniciales realizadas con temperatura de 100°C observó que el plisado es débil y poco manejable; éstas características van cambiando a medida que la temperatura de plisado aumenta hasta 150 °C; el incremento de temperatura y tiempo de planchado hacen que los pliegues sean marcados de mejor manera en la tela. La dotación moderada de agua permite que el paso del material por la plancha y elimina la adhesión del material a la mesa con un tiempo de activación de la electroválvula de 1[s] cada 4 [min].

La elaboración del manual de usuario y guía de detección de fallas, permite que el operario se familiarice con todo el sistema de control y con ello ; brinda las facilidades para corregir cualquier percance durante el proceso de plisado de una manera más ágil; también ayuda a mantener en condiciones ideales de trabajo de manera rápida.

6.6 RECOMENDACIONES

Para realizar el diseño e implementación del sistema es importante tener en claro las variables a controlar; así como los fenómenos físicos presentes en el sistema, por lo que para realizar el plisado de otro tipo de tela diferente al paño acrílico, es importante realizar las pruebas pertinentes (facilidad de arrastre de tela, temperatura de fusión de tela, etc.) del nuevo material con el fin obtener los nuevos valores de los parámetros temperatura y humedad, para el adecuado diseño.

Para tener una mayor exactitud en el tiempo de respuesta de sensor de temperatura, se recomienda, la utilización de un sensor de temperatura más exacto, esto debido a que el sensor LM 35 presentó en las pruebas un leve retardo en la lectura de la temperatura.

En las pruebas se determinó que al iniciar la actividad de planchado se presenta un tiempo promedio de 2,94minutos [min] en el que la plancha inicia su calentamiento de temperatura ambiente a temperatura de trabajo; por lo que para un calentamiento más rápido de la plancha se recomienda la adición de un mayor número de resistencias calefactoras; con lo que se cambiará el tiempo de transferencia de calor por conducción.

El mantenimiento de la parte eléctrica es menor en comparación con la parte mecánica, sin embargo se recomienda tener un registro de errores que se presenten, con el fin de evaluar el rendimiento de la máquina.

Debido a que existe un calentamiento en algunos de los componentes del sistema de control; se recomienda instalar una adecuada ventilación; tomando en cuenta el ambiente el ambiente en el que trabaja la máquina.

REFERENCIAS:

Libros:

1. Arias, Patricia. (2002). *Optimizar el proceso de planchado en la elaboración de sacos de fibras textiles mediante el diseño y construcción de un generador de vapor a gas a nivel industrial*. Tesis de Ingeniería. Universidad Técnica Equinoccial, Quito, Ecuador.
2. Alexander, C.K., & Sadiku, M.N. (2006). *Fundamentos de circuitos eléctricos* (3^a ed.). Madrid (España). Mc Graw Hill.
3. Águeda, E. García, J. Gómez, T. Navarro, J. & García, G. (2015) *Preparación de superficies* (3^a ed.). España: Ediciones Paraninfo, S.A.
4. Bastian, P. (2001). *Electrotecnia* (1^a ed.). México: Ediciones AKA
5. Bueche, F. & Hecht, E. (2001). *Física general* (9^a ed.). Madrid (España). McGraw Hill.
6. Bolton, W. (2001). *Ingeniería de control* (2^a ed.). México: Alfaomega
7. Bolton, W. (2001) *Ingeniería de control* (2^a ed.).
México: McGrawill/Interamericana editores, S.A. DE C.V.
8. Bolton, W. (2010) *Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y electrónica* (2^a ed.). México: Alfaomega

9. Castells, X. (2009). *Reciclaje de residuos industriales* (2^a ed.) Editorial Díaz de Santos, S.A.,
10. Casa, F. (1969). *Diccionario de la industria textil*. México: Labor S.A.
11. Cazares, R. (2008). *Optimización en el proceso de tintura y acabado de tejidos poliéster / lana con colorantes foronsyn*. Tesis de Ingeniería. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
12. Creus,S.(1997). *Instrumentación industrial* (6^a ed.) México: Alfaomega.
13. Cegarra, J. (1957). *An introduction to textile finishing*. Zaragoza: Editorial Reverté S.A.
14. Cengel, Y, & Boles, M. (2009).*Transferencia de calor*. (6^a ed.). México: McGraw Hill.
15. Dorf,R.C,&Bishop,R.H.(2005).*Sistemas de control moderno*(10^a ed.).Madrid (España). Pearson Education S.A.
16. Earhardt, Blûmcker, Bûrger, Mârklin, & Quinzler(1980).*Tecnología textil básica 3: Fibras sinteticas*. México: Editorial Trillart, S.A.
17. Groover, M.(1997) *Fundamentos de manufactura moderna materiales, procesos y sistemas*.(1^a ed.).México, PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA. S.A.
18. Harper,E.(1994) *Fundamentos de electricidad*.(1^a ed.). Mexico limusa
19. Hernández, R. (2010).*Introducción a los sistemas de control, conceptos aplicaciones y simulación con matlab*(1^a ed.). México, Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
20. Hollen, N. & Sandler, J. (2002).*Introducción a los textiles*.(1^a ed). México: Editorial Limusa S A.
21. Holman, J. (2002).*Transferencia de calor*. (8^a ed.). Madrid: McGraw Hill..
22. Incropera, F. & De Witt, D. (1999) *Fundamentos de tranferencia de calor* (2^a ed.). México:McGrawill/Interamericanaeditores, S.A. DE C.V.

23. Incropera, F. & De Witt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. (4^a Ed.). México: McGraw Hill/Interamericanaeditores, S.A. DE C.V.
24. Jewett, J. & Serway, R. (2008) *Física para ciencias e ingeniería*. México. (7^a ed.). Cengage Learning editores, S.A. de C.V.
25. Kúo, B.C. (1996). *Sistemas de control automático* (7^a ed.). New York. Prentice hall
26. Lockuán,F.(2012). *La industria textil su control de calidad: Aspectos preliminares* (2^a ed.),disponible en:<http://fidel-lockuan.webs.com/>[Último acceso: noviembre 20014]
27. Morales, N. (1999). *Guía del textil en el acabado: Tomo II*. Ecuador: Editorial Universitaria UTN.
28. Nise, N. S. (2004).*Sistemas de control para ingeniería* (1^a ed.). México. COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL
29. Ogata, K. (2008). *Ingeniería en control moderna* (3^a ed.). México. PRENTICE HALL.
30. Ogata, K. (2010). *Ingeniería en control moderna* (5^a ed.). Madrid, PEARSON EDUCACIÓN S.A.
31. Pallas, R.(2005). *Adquisición y distribución de señales*. (4^a Ed.) Marcombo, S. A.
32. Rashid , M. (1995) *Electronica de potencia circuitos dispositivos y aplicaciones*(2^a ed.). México:PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A.
33. Reinoso,O. Sebastian, J. Aracil, R. & Torres, F. (2013)*Control de sistemas discretos* (5^a ed.). México:McGrawill/Interamericanaeditores, S.A. DE C.V
34. Riveiro da luz, A. &Alvarenga, B. (1998) *Física general con experimentos sencillos*. México. Oxford University Press S.A. de C. V.
35. Ruiz Ruiz, E:M.(2016) *Diseño y contrucción de una máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas*. Tesis de Ingeniería. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

36. Sadiku , M. & Alexander, C. (2006)*Fundamentos de circuitos eléctricos* (3^a ed.).

México:McGrawill/Interamericanaeditores, S.A. de C.V.

37. Vallejo, P. (2000) *Física vectorial básica 3*. Ecuador. Producción grafica.

Páginas electrónicas:

1. Fisicanet. (20013). *Transferencia de calor*, disponible en URL:
http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/ap08_transferencia_de_calor.php
 [Consulta 28 de octubre del 2015]
2. Maquinas de coser. (2011).*Tipos de planchas y generadores de vapor*, disponible en
 URL:<http://lasmaquinasdecoser.blogspot.com/2011/04/tipos-de-planchas-y-generadores-de.html>último[Último acceso: Enero 2015]
3. Red Textil Argentina. (20013). *Métodos de ennoblecimiento de telas*, disponible en
 URL: <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/component/content/article/175-uncategorised/226-metodos-de-ennoblecimiento-de-telas> [Último acceso: noviembre 20015]
4. Gonzáles, K. (20016). *Fibras sintéticas 1: Fibras de acrílico*, disponible en URL: Red
http://fibrologia.blogspot.com/2013/04/fibra-acrilica_8.html [Último acceso: marzo 20016]
5. Miriam E. (2013). *Máquina de plisar*. Recuperado de:
<http://puntosyretazos.blogspot.com/2013/02/mi-maquina-de-plisar.html> [Fecha de acceso: septiembre 2013].
6. LEE, K. *Faldas plisadas*. Recuperado de: http://www.ehowenespanol.com/falda-plisada-como_91164/ [Fecha de acceso: mayo 2013]

7. Semai; *Máquina plisadora de tela*. Recuperado de: <http://spanish.alibaba.com/products/new-type-blade-textile-cloth-pleating-machine-professional-manufacture--918920631.html> [Fecha de acceso: mayo 2013]

ANEXO 1. ENTREVISTA

¿Qué es el centro?

Es una falda utilizada por las mujeres del pueblo Kayambi combinado con una blusa bordada; ya sea, a mano o a máquina.

¿Cuánto tiempo se tarda en realizar pliegues en un centro?

Se tarda de acuerdo al tamaño del centro; los de tamaño estándar 150[cm] de longitud y se tardan un aproximado de 70 [min] a 80[min]; todo depende de la habilidad de la persona que lo realice.

¿Cuál es la medida base para la elaboración de un centro?

Se parte de una base de 1,50 metros de tela; necesaria para la elaboración del contorno de cintura de una niña; a medida que la persona va creciendo, se añaden ya sea de dos, tres, hasta cuatro veces la medida base.

¿Cuál es el procedimiento para elaborar el plisado en un centro?

- 1.- Se realizan los pliegues (la cantidad de pliegues elaborados dependen de la habilidad de la persona).
- 2.- Se sujetan los pliegues con barras de metal para evitan que éstos se deformen;
- 3.- Se agrega agua sobre la superficie de los pliegues;
- 4.- Se aplica calor por medio de la plancha.

Cabe aclarar que el orden de las acciones 1 y 3 depende de la comodidad de la persona a elaborar el centro.

¿Qué tipo de pliegues se realizan en los centros?

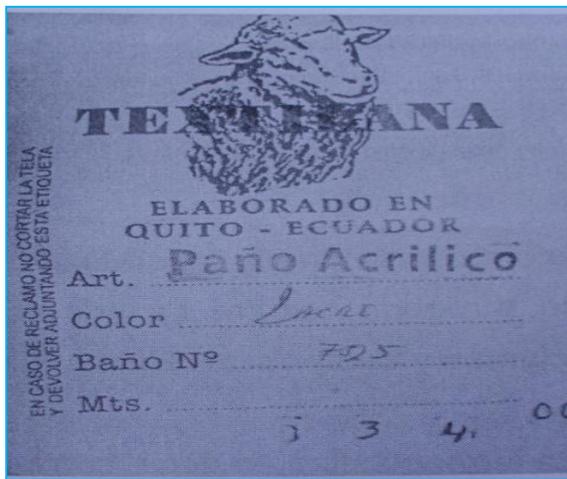
Existen básicamente tres tipos de pliegues ; los cuales son:

Pliegue fino: se elabora con más frecuencia, generalmente para niñas y jóvenes

Pliegue medio fino: para mujeres de mediana edad

Pliegue grueso: para mujeres de edad avanzada

ANEXO 2. MATERIAL UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE FALDAS CAYAMBEÑAS



ANEXO 3.DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE HUMECTACIÓN DE TELA POR INMERSIÓN EN TINA.

MUESTRAS	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MASA(g)	% DE AUMENTO	ABSORVIDO
MUESTRA 1	1.8	4.8	100	96	98.1	94.7	3	62.500	4.000
MUESTRA 2	1.8	4.8	100	97	98.1	95	3	62.500	3.000
MUESTRA 3	1.7	5	100	96	98.1	94.8	3.3	66.000	4.000
MUESTRA 4	1.6	4.6	100	96.5	98.1	95.1	3	65.217	3.500
MUESTRA 5	1.6	4.9	100	96	98.1	94.8	3.3	67.347	4.000
MUESTRA 6	1.8	5.1	100	96	98.1	94.7	3.3	64.706	4.000
MUESTRA 7	1.6	5.4	100	96	98.1	94.4	3.8	70.370	4.000
MUESTRA 8	1.8	5.8	100	95.5	98.1	94.1	4	68.966	4.500
MUESTRA 9	1.8	5	100	96	98.1	94.9	3.2	64.000	4.000
MUESTRA 10	1.8	4.9	100	96	98.1	95	3.1	63.265	4.000
MUESTRA 11	1.8	5	100	96	98.1	94.9	3.2	64.000	4.000
MUESTRA 12	1.8	5.3	100	96	98.1	94.5	3.5	66.038	4.000
MUESTRA 13	1.7	4.8	100	96.5	98.1	95.1	3.1	64.583	3.500
MUESTRA 14	1.6	4.4	100	97	98.1	95.3	2.8	63.636	3.000
MUESTRA 15	1.8	5.3	100	96	98.1	94.7	3.5	66.038	4.000
MUESTRA 16	1.6	4.9	100	96	98.1	94.8	3.3	67.347	4.000
MUESTRA 17	1.7	5.4	100	96	98.1	94.5	3.7	68.519	4.000
MUESTRA 18	1.8	5.2	100	96	98.1	94.7	3.4	65.385	4.000
MUESTRA 19	1.8	5.8	100	95.5	98.1	94.1	4	68.966	4.500
MUESTRA 20	1.8	5.8	100	95.5	98.1	94.1	4	68.966	4.500
PROMEDIO	1.735	5.11	100	96.075	98.1	94.71	3.375	66.047	3.925

Tabla 1. Datos del sistema de humectación por inmersión en tina

Fuente: Autor

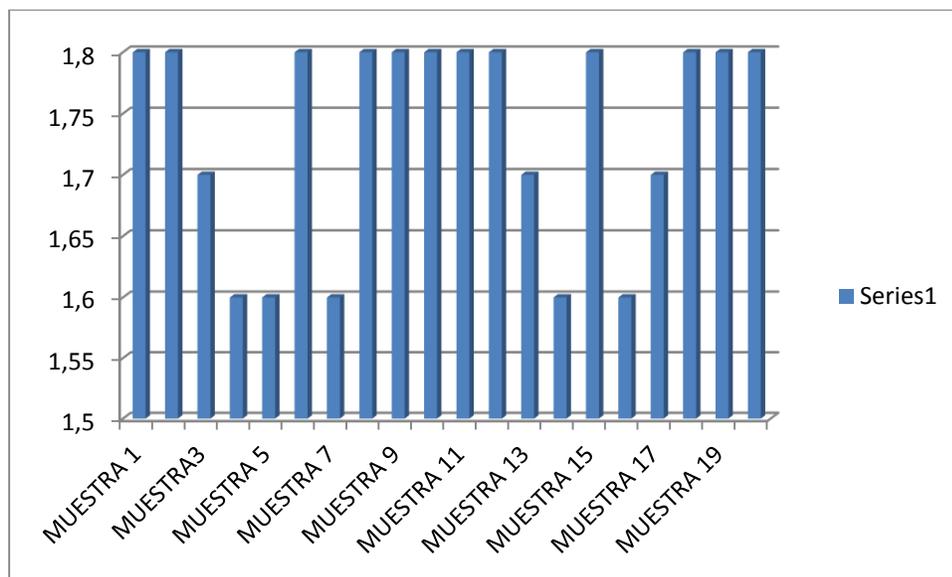


Gráfico N° 1 Peso inicial de telas

El promedio de masa inicial es:1.745g

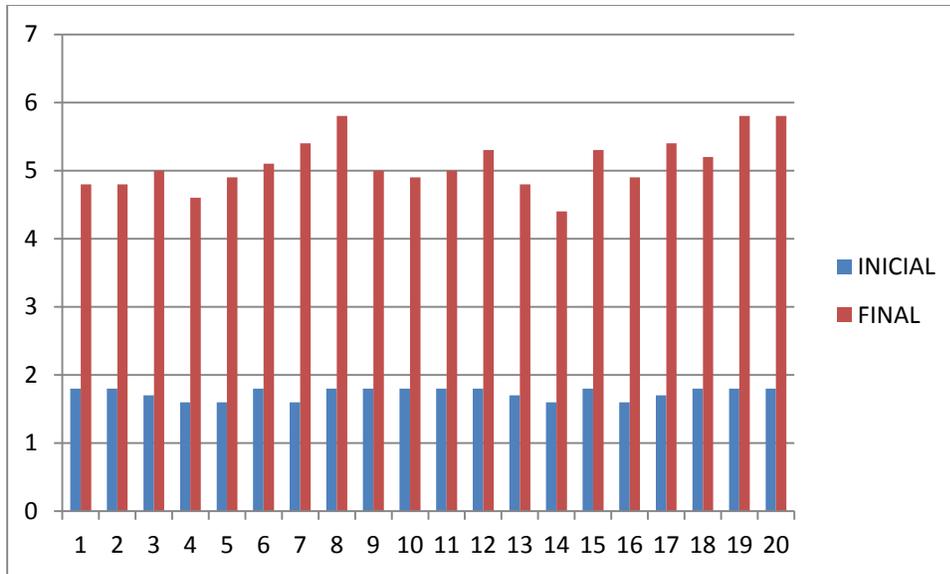
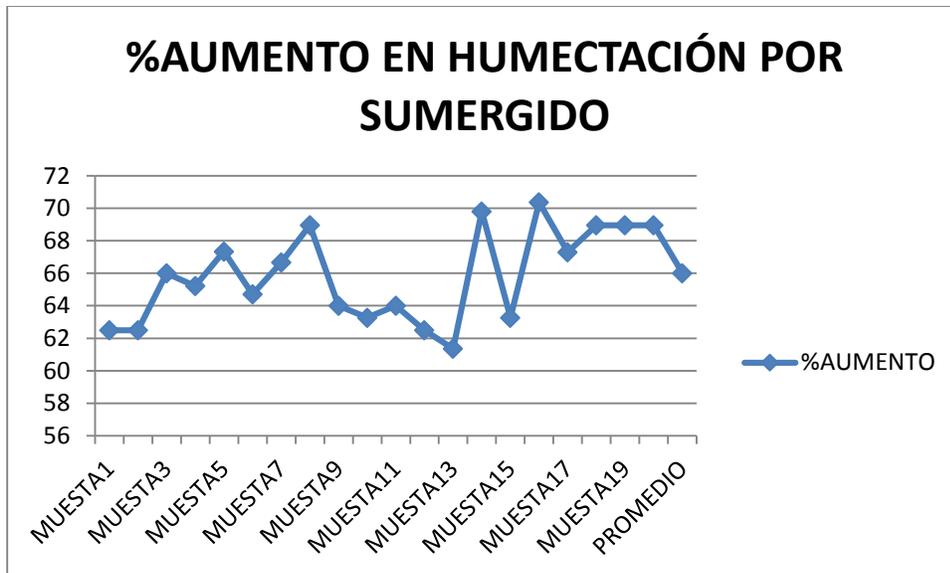


Grafico N° 2 Comparación de masas al inicio y al final del ensayo

El promedio de masa final es: 3.39 g



El promedio de porcentaje de aumento es: 66.04%; por lo tanto ello representa el porcentaje de humedad expresada en porcentaje de peso de la muestra antes del secado.

ANEXO 4. DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE HUMECTACIÓN DE TELA POR ASPERSIÓN.

MUESTRAS	MASA TELA(g)		VOLUMEN AGUA(ml)		MASA AGUA(g)		%		VOLUMEN ABSORVIDO
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MASA(g)	% DE AUMEN	
MUESTRA 1	1.8	3.89	25	22	24.6	22.02	2.09	53.728	3.000
MUESTRA 2	1.8	3.53	25	23	24.63	22.5	1.73	49.008	2.000
MUESTRA3	1.7	4.63	25	21	24.52	20.85	2.93	63.283	4.000
MUESTRA 4	1.6	3.38	25	23	24.68	22.6	1.78	52.663	2.000
MUESTRA 5	1.6	3.48	25	22.5	24.69	22.3	1.88	54.023	2.500
MUESTRA 6	1.8	3.63	25	22.5	24.61	22.15	1.83	50.413	2.500
MUESTRA 7	1.6	4.28	25	21.5	24.59	21.23	2.68	62.617	3.500
MUESTRA 8	1.8	3.34	25	23	24.59	22.47	1.54	46.108	2.000
MUESTRA 9	1.8	3.92	25	23	24.61	22.37	2.12	54.082	2.000
MUESTRA 10	1.8	3.55	25	23	24.63	22.5	1.75	49.296	2.000
MUESTRA 11	1.8	3.89	25	22	24.58	21.89	2.09	53.728	3.000
MUESTRA 12	1.8	3.7	25	22	24.6	22.02	1.9	51.351	3.000
MUESTRA 13	1.7	4.63	25	21	24.54	20.85	2.93	63.283	4.000
MUESTRA 14	1.6	4.15	25	22	24.5	21.85	2.55	61.446	3.000
MUESTRA 15	1.8	3.72	25	22	24.44	21.85	1.92	51.613	3.000
MUESTRA 16	1.6	3.82	25	22	24.43	21.39	2.22	58.115	3.000
MUESTRA 17	1.7	3.7	25	22.5	24.49	21.92	2	54.054	2.500
MUESTRA 18	1.8	3.82	25	22	24.58	21.95	2.02	52.880	3.000
MUESTRA 19	1.8	4.3	25	21.5	24.58	21.45	2.5	58.140	3.500
MUESTRA 20	1.8	4.55	25	21.5	24.54	20.97	2.75	60.440	3.500
PROMEDIO	1.735	3.8955	25	22.15	24.5715	21.8565	2.1605	55.461	2.850

Tabla 2.3 Datos del sistema de humectación por aspersión

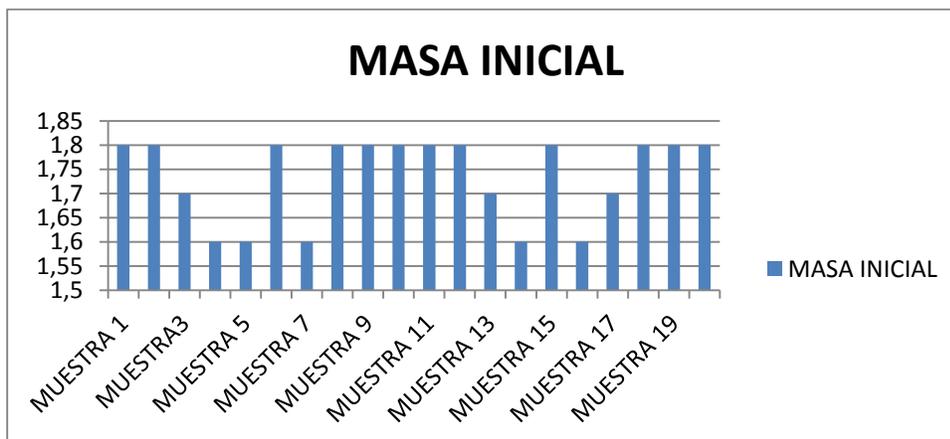


Gráfico N°4 Peso inicial de telas

El promedio de masa inicial es:1.735 [g]

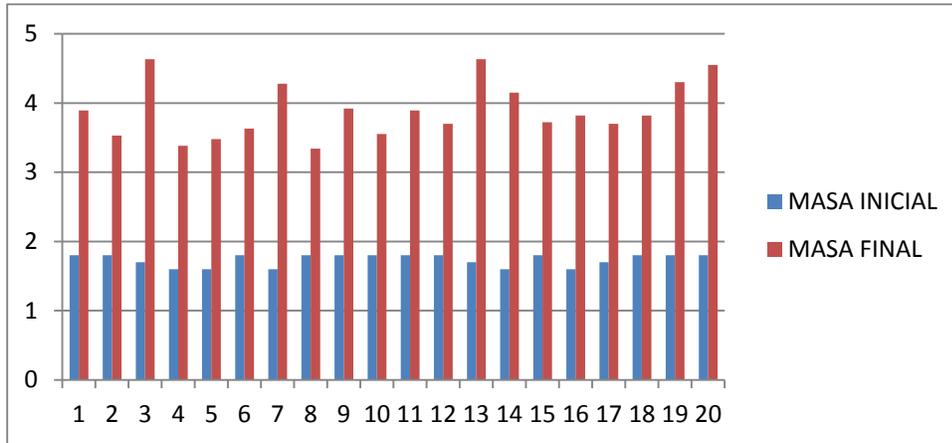


Grafico N° 5 Comparación de masas al inicio y al final del ensayo

El promedio de masa final es:3.89 [g]

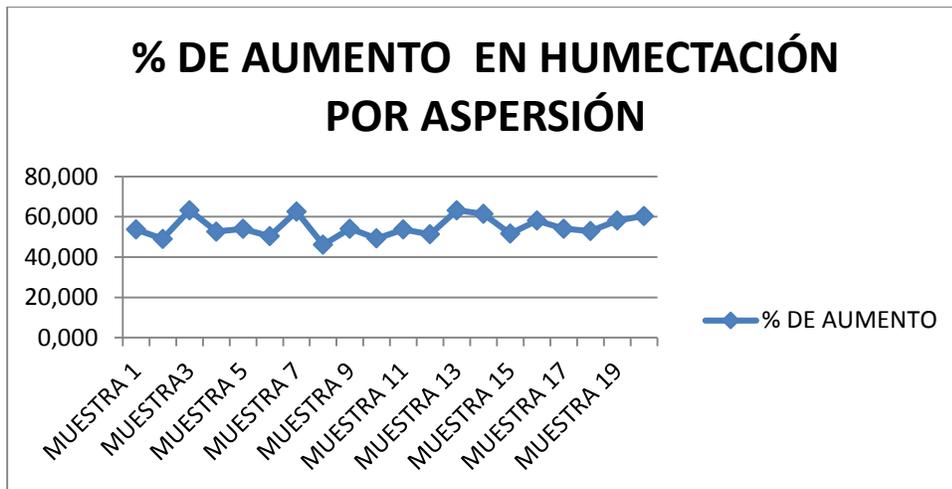


Grafico N° 2 Porcentaje de aumento del peso de las telas frente al agua.

El promedio de porcentaje de aumento es: 55.46%; por lo tanto ello representa el porcentaje de humedad expresada en porcentaje de peso de la muestra antes del secado.

ANEXO 5. ESPECIFICACIONES DE LA ELECTROVALVULA.

Temas específicos

Lugar de origen:	Chongqing China (Mainland)
personalizado:	Si
Marca:	AQUA TECH
Material:	Plástico
Presión:	Presión media
Temperatura del medio acuoso:	Temperatura media
Medio acuoso:	Agua
Potencia:	Solenoides
Tamaño del Puerto:	10MM Tube
Estándar o no estándar:	Estándar
Estructura:	Controlar
Número de Modelo:	AQTSV6-10MP
Install type:	Level
Control type:	Normally Close

Descripción

El nombre de:	de plástico de agua de la válvula de solenoide
El modelo no.:	aqt10pt
Tamaño de la rosca:	De entrada 3/4" rosca macho, toma de corriente: tubo 10mm púa
La tasa de flujo:	Mpa 0.02 3 l/min 0.1 mpa 12 l/min 0.8 mpa 35 l/min
Temp de trabajo:	1c-75c
Presión de trabajo:	0.02mpa-0.8mpa
Medio ambiente de trabajo:	de agua
De tensión:	Ac220v, dc12v(la costumbre producir)
Esperanza de vida:	más de veces 1000000
Material:	de plástico

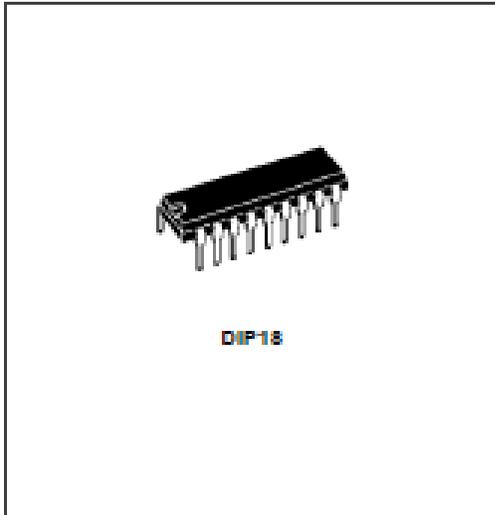
ANEXO 6. HOJA DE DATOS ULN 2804



ULN2801A
ULN2802A - ULN2803A
ULN2804A - ULN2805A

EIGHT DARLINGTON ARRAYS

- EIGHT DARLINGTONS WITH COMMON EMITTERS
- OUTPUT CURRENT TO 500 mA
- OUTPUT VOLTAGE TO 50 V
- INTEGRAL SUPPRESSION DIODES
- VERSIONS FOR ALL POPULAR LOGIC FAMILIES
- OUTPUT CAN BE PARALLELED
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY BOARD LAYOUT



DIP18

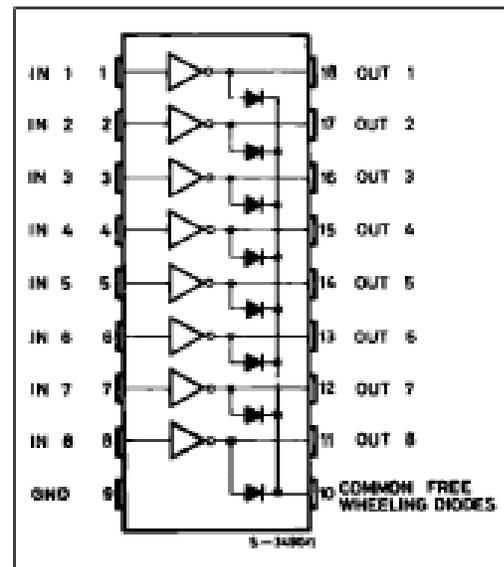
DESCRIPTION

The ULN2801A-ULN2805A each contain eight darlington transistors with common emitters and integral suppression diodes for inductive loads. Each darlington features a peak load current rating of 600mA (500mA continuous) and can withstand at least 50V in the off state. Outputs may be paralleled for higher current capability.

Five versions are available to simplify interfacing to standard logic families: the ULN2801A is designed for general purpose applications with a current limit resistor; the ULN2802A has a 10.5kΩ input resistor and zener for 14-25V PMOS; the ULN2803A has a 2.7kΩ input resistor for 5V TTL and CMOS; the ULN2804A has a 10.5kΩ input resistor for 6-15V CMOS and the ULN2805A is designed to sink a minimum of 350mA for standard and Schottky TTL where higher output current is required.

All types are supplied in a 18-lead plastic DIP with a copper lead from and feature the convenient input-opposite-output pinout to simplify board layout.

PIN CONNECTION (top view)



ANEXO 7. ESPECIFICACIONES DE DIODOS LED

IR LED (infrared)



The new infrared LED with 50mA (max). The capacitance is 30pF at f = 1 MHz.

Part Number: LT-0592

Diameter: 5mm

Viewing Angle: 20°

Housing Color: clear

Emitting Color: infrared

Nanometer: 850

MCD min.: 10 mcd

MCD typ.: 40 mcd

mA test.: 20 mcd

mA typ.: 20 mA

V typ.: 1,4 V

V max.: 1,6 V

ANEXO 8. ATMEGA 164 pa

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16/32/64K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512B/1K/2K Bytes EEPROM
 - 1/2/4K Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE Std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - Differential mode with selectable gain of 1x, 10x or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Two Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 1.8 - 5.5V for ATmega164P/324P/644PV
 - 2.7 - 5.5V for ATmega164P/324P/644P
- Speed Grades
 - ATmega164P/324P/644PV: 0 - 4MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V
 - ATmega164P/324P/644P: 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega164P/324P/644P
 - Active: 0.4 mA
 - Power-down Mode: 0.1µA
 - Power-save Mode: 0.8µA (Including 32 kHz RTC)



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 16/32/64K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega164P/V
ATmega324P/V
ATmega644P/V

Preliminary

8011G-AVR-08/07



ANEXO 9. CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

/*

*/

This program was created by the CodeWizardAVR V3.24

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2015 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 11/08/2016

Author :

Company :

Comments:

Chip type : ATmega164P

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*/

```
#include <mega164.h> //libreria del microcontrolador
```

```
#include <delay.h> //libreria de retardos

#include <stdlib.h> //libreria de funciones estandars

#include <io.h> //libreria de entrada y salida

#include <math.h> //libreria de funciones matematicas

#include <alcd.h> //libreria de la LCD

#define motor PORTD.0 // salida motor PORTD.0

#define noagua PORTD.1 //

#define notela PORTD.2

#define ok PORTD.3

#define elec PORTD.4

#define resistencia PORTA.7

unsigned int contador_menu=0;

unsigned int temp=100;

unsigned int off_motor=0;

unsigned int off_elec=0;

unsigned char lcd_buffer [10];

bit inicio=0;

bit inicio_elec=0;

bit inicio_mot=0;

unsigned int ms_elec=0;

unsigned int seg_elec=0;
```

```

unsigned int ms_mot=0;

unsigned int seg_mot=0;

int valor_ad; //valor de la conversión

const int a= 56.45; //valor constante

const int b =56.33; //KP*Tm/Ti = 5.63*0.1/0.12s

float eT=0.0; //error

float yT; //valor de la temperatura

float mT; //respuesta

float mT0; //respuesta en el pasado

float eT0; //error en el pasado

float temp_max=150.0; //límite superior

float temp_min=20.0; //límite inferior

// Timer 0 output compare A interrupt service routine
interrupt [TIM0_COMPA] void timer0_compa_isr(void)
{
    OCR0A=196; //valor de conteo

    if (inicio_elec==1) // inicio el conteo para la electroválvula
    {
        ms_elec++; //incremento cada 25ms

        if (ms_elec==40) //si llegó a 1 segundo = 40*25ms
        {
            seg_elec++; //incremento segundos
        }
    }
}

```

```

ms_elec=0;      //reseteo los milisegundos

if (seg_elec>=off_elec) // si llego a valor ingresado
{
    seg_elec=0;    // reseteo y comienzo a contar de nuevo
}
}

if (inicio_mot==1) //inicio el conteo para el motor
{
    ms_mot++;      //incremento cada 25ms

    if (ms_mot==40) //si llego a 1 segundo = 40*25ms
    {
        seg_mot++; //incremento segundos
        ms_mot=0;   //reseteo milisegundos

        if (seg_mot==80) // si llego a 30 segundos
        {
            seg_mot=0;    // reseteo segundos y cuento de nuevo
        }
    }
}

else {
    ms_mot=0;
}

```

```

        seg_mot=0;

    };

}

// Voltage Reference: AREF pin

#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (1<<REFS0) | (0<<ADLAR))

// Read the AD conversion result

unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;

    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage

    delay_us(10);

    // Start the AD conversion

    ADCSRA|=(1<<ADSC);

    // Wait for the AD conversion to complete

    while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);

    ADCSRA|=(1<<ADIF);

    return ADCW;

}

void salida_elec(void)

```

```

{
    inicio_elec=1;    //inicio conteo

    if (seg_elec<1)  // se enciende durante 1 segundo
    {
        elec=1;
    }

    else if (seg_elec>=1) {

        elec=0;      // se apaga el resto de tiempo
    }
}

void salida_mot(void)

{
    inicio_mot=1;    //inicio conteo

    if (seg_mot<=off_motor)    // se apaga durante 10 seg
    {
        motor=0;
    }

    else if (seg_mot>off_motor)

    {

        motor=1;    // se enciende el resto de tiempo
    }
}

```

```

    }
}

//sub rutina para lectura de puertos y toma de decisiones
void puertos()
{
    //PORTB.5  agua
    //PORTB.6 fijacion
    //PORTB.7  tela

    if((PINB.7==0)&&(PINB.6==0)&&(PINB.5==0)) // si hay agua
    {
        inicio_mot=0;
        inicio_elec=0;
        motor=0;
        noagua=0;
        notela=1;
        ok =0;
        elec=0;
    }

    else if((PINB.7==0)&&(PINB.6==0)&&(PINB.5==1)) //2
    {

```

```
    inicio_mot=0;

    inicio_elec=0;

    motor=0;

    noagua=1;

    notela=1;

    ok =0;

    elec=0;

}

else if((PINB.7==0)&&(PINB.6==1)&&(PINB.5==0)) //3

{

    inicio_mot=0;

    inicio_elec=0;

    motor=0;

    noagua=0;

    notela=1;

    ok =0;

    elec=0;

}

else if((PINB.7==0)&&(PINB.6==1)&&(PINB.5==1)) //4

{

    inicio_mot=0;
```

```
    inicio_elec=0;

    motor=0;

    noagua=1;

    notela=1;

    ok =0;

    elec=0;

}

else if((PINB.7==1)&&(PINB.6==0)&&(PINB.5==0)&&(inicio==1)) //5
{
    // inicio_mot=0;

    // inicio_elec=0;

    //motor=0;

    noagua=0;

    notela=0;

    ok =1;

    salida_elec();

    salida_mot();

}

else if((PINB.7==1)&&(PINB.6==0)&&(PINB.5==0)&&(inicio==0)) //5
{
```

```
inicio_mot=0;
```

```
inicio_elec=0;
```

```
motor=0;
```

```
noagua=0;
```

```
notela=0;
```

```
ok =0;
```

```
elec=0;
```

```
//salida_mot();
```

```
}
```

```
else if((PINB.7==1)&&(PINB.6==0)&&(PINB.5==1)) //6
```

```
{
```

```
inicio_mot=0;
```

```
inicio_elec=0;
```

```
motor=0;
```

```
noagua=1;
```

```
notela=0;
```

```
ok =0;
```

```
elec=1;
```

```
}
```

```
else if((PINB.7==1)&&(PINB.6==1)&&(PINB.5==0)&&(inicio==1)) //7
```

```
{  
  
  inicio_mot=0;  
  
  //inicio_elec=0;  
  
  motor=1;  
  
  noagua=0;  
  
  notela=0;  
  
  ok =1;  
  
  salida_elec();  
  
}
```

```
else if((PINB.7==1)&&(PINB.6==1)&&(PINB.5==0)&&(inicio==0)) //7
```

```
{  
  
  inicio_mot=0;  
  
  inicio_elec=0;  
  
  motor=1;  
  
  noagua=0;  
  
  notela=0;  
  
  ok =1;  
  
  //salida_elec();  
  
}
```

```
else if((PINB.7==1)&&(PINB.6==1)&&(PINB.5==1)) //8
```

```
{
    inicio_mot=0;
    inicio_elec=0;
    motor=0;
    noagua=1;
    notela=0;
    ok =0;
    elec=1;

}

}

//sub rutina para visualizacion de mensajes
void mensajes (void)
{
    //PINB.0= MENU
    //PINB.1= AUMENTO
    //PINB.2= DISMINUYE

    switch (contador_menu)
    {
        case 0:
            lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(5,0); //2filas, 0columnas de la LCD  
lcd_putsf("MAQUINA");  
lcd_gotoxy(4,1);  
lcd_putsf("PLISADORA");  
delay_ms(1000);  
break;
```

case 1:

```
if(PINB.1==1)  
{  
temp++;  
if(temp>=150)  
{  
temp=100;  
};  
};  
if (PINB.2==1)  
{  
temp--;  
if (temp<=100)  
{  
temp=150;  
};
```

```
};  
  
lcd_clear();  
  
lcd_gotoxy(2,0);  
  
lcd_putsf("TEMPERATURA");  
  
lcd_gotoxy(0,1);  
  
lcd_putsf("Tf:  Ti:  ");  
  
lcd_gotoxy(15,1);  
  
lcd_putsf("C");  
  
  
ftoa(temp,0,lcd_buffer);  
  
lcd_gotoxy(3,1);  
  
lcd_puts(lcd_buffer);  
  
ftoa(yT,0,lcd_buffer);  
  
lcd_gotoxy(11,1);  
  
lcd_puts(lcd_buffer);  
  
delay_ms(1000);  
  
break;  
  
case 2:  
  
    if(PINB.1==1)  
  
    {  
  
        off_motor++;  
  
        if(off_motor>=60)
```

```
{
    off_motor=1;
};
};
if (PINB.2==1)
{
    off_motor--;
    if (off_motor<=1)
    {
        off_motor=60;
    };
};
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(5,0);
    lcd_putsf("MOTOR");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("OFF:");
    lcd_gotoxy(13,1);
    lcd_putsf("SEG");

    ftoa(off_motor,0,lcd_buffer);
    lcd_gotoxy(4,1);
    lcd_puts(lcd_buffer);//visualizacion
```

```
ftoa(seg_mot,0,lcd_buffer);  
lcd_gotoxy(9,1);  
lcd_puts(lcd_buffer);  
delay_ms(1000);  
break;  
case 3:  
    if(PINB.1==1)  
    {  
        off_elec++;  
        if(off_elec>=260)  
        {  
            off_elec=1;  
        };  
    };  
    if (PINB.2==1)  
    {  
        off_elec--;  
        if (off_elec<=1)  
        {  
            off_elec=260;  
        };  
    };  
    lcd_clear();
```

```
    lcd_gotoxy(1,0);  
    lcd_putsf("ELECTROVALVULA");  
    lcd_gotoxy(0,1);  
    lcd_putsf("OFF:");  
    lcd_gotoxy(13,1);  
    lcd_putsf("SEG");  
  
    ftoa(off_elec,0,lcd_buffer);  
    lcd_gotoxy(4,1);  
    lcd_puts(lcd_buffer);  
    ftoa(seg_elec,0,lcd_buffer);  
    lcd_gotoxy(9,1);  
    lcd_puts(lcd_buffer);  
    delay_ms(1000);  
    break;  
};  
}
```

```
void main(void)
```

```
{
```

```
// Crystal Oscillator division factor: 1
```

```
#pragma optsize-
```

```
CLKPR=(1<<CLKPCE);
```

```

CLKPR=(0<<CLKPCE) | (0<<CLKPS3) | (0<<CLKPS2) | (0<<CLKPS1) | (0<<CLKPS0);

#ifdef _OPTIMIZE_SIZE_

#pragma optimize+

#endif

// Input/Output Ports initialization

// Port A initialization

// Function: Bit7=Out Bit6=Out Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In

DDRA=(1<<DDA7) | (1<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) | (0<<DDA3) | (0<<DDA2) |
(0<<DDA1) | (0<<DDA0);

// State: Bit7=0 Bit6=0 Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T

PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) | (0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) |
(0<<PORTA2) | (0<<PORTA1) | (0<<PORTA0);

// Port B initialization

// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In

DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) | (0<<DDB3) | (0<<DDB2) |
(0<<DDB1) | (0<<DDB0);

// State: Bit7=P Bit6=P Bit5=P Bit4=P Bit3=P Bit2=P Bit1=P Bit0=P

PORTB=(1<<PORTB7) | (1<<PORTB6) | (1<<PORTB5) | (1<<PORTB4) | (1<<PORTB3) |
(1<<PORTB2) | (1<<PORTB1) | (1<<PORTB0);

// Port C initialization

```

```

// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) | (0<<DDC3) | (0<<DDC2) |
(0<<DDC1) | (0<<DDC0);

// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
PORTC=(0<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) |
(0<<PORTC2) | (0<<PORTC1) | (0<<PORTC0);

// Port D initialization

// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=Out Bit4=Out Bit3=Out Bit2=Out Bit1=Out Bit0=Out
DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (1<<DDD5) | (1<<DDD4) | (1<<DDD3) | (1<<DDD2) |
(1<<DDD1) | (1<<DDD0);

// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=0 Bit4=0 Bit3=0 Bit2=0 Bit1=0 Bit0=0
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) |
(0<<PORTD2) | (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);

// Timer/Counter 0 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: 125,000 kHz

// Mode: CTC top=OCR0A

// OC0A output: Disconnected

// OC0B output: Disconnected

// Timer Period: 8 us

TCCR0A=(0<<COM0A1) | (0<<COM0A0) | (0<<COM0B1) | (0<<COM0B0) |

```

```

(1<<WGM01) | (0<<WGM00);

TCCR0B=(0<<WGM02) | (1<<CS02) | (0<<CS01) | (1<<CS00);

TCNT0=0x00;

OCR0A=196;

OCR0B=0x00;

// Timer/Counter 0 Interrupt(s) initialization

TIMSK0=(0<<OCIE0B) | (1<<OCIE0A) | (0<<TOIE0);

// ADC initialization

// ADC Clock frequency: 125,000 kHz

// ADC Voltage Reference: AREF pin

// ADC Auto Trigger Source: Free Running

// Digital input buffers on ADC0: Off, ADC1: Off, ADC2: On, ADC3: On

// ADC4: On, ADC5: On, ADC6: On, ADC7: On

DIDR0=(0<<ADC7D) | (0<<ADC6D) | (0<<ADC5D) | (0<<ADC4D) | (0<<ADC3D) |
(0<<ADC2D) | (1<<ADC1D) | (1<<ADC0D);

ADMUX=ADC_VREF_TYPE;

ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (1<<ADATE) | (0<<ADIF) | (0<<ADIE) |
(1<<ADPS2) | (1<<ADPS1) | (0<<ADPS0);

ADCSRB=(0<<ADTS2) | (0<<ADTS1) | (0<<ADTS0);

// Alphanumeric LCD initialization

```

```
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
```

```
#asm("sei") // interrupciones globales habilitadas.
```

```
while (1)
{
    if (PINB.0==1) // si se ha pulsado el PINB.0
    {
        delay_ms(10);
        contador_menu ++; // incremento contador
        if(contador_menu>3) // si contador llega a 3
        {
            contador_menu=0; //reseteo contador
        }
    }
}
```

```

    };
};

valor_ad=read_adc(1); // Lectura del canal analogo A1.

yT=(valor_ad*0.48875855); // Amplifico la senal por 10 y lo convierto en valor
digital.

eT = (temp- yT); //error

mT= ((a*eT)+ (b*eT0)- mT0); //Calculo de la respuesta

if(mT>=temp)
{
    mT = temp_max; //Estableciendo límite superior de la respuesta

    resistencia=0; // apago resistencias

    // inicio=1;
}

else

{
    if(mT<=temp)
    {
        mT = temp_min; //Si está la respuesta por debajo de cero se ubica al mínimo

        resistencia=1; //enciendo resistencias

    }

}

eT0=eT; //Actualizar datos

```

```
mT0=mT;
delay_ms(10); //Retardo de 10ms para tomar siguiente muestra
if (yT>=100)
{
    inicio=1; //si llego a los 100 C inicio los contadores
}
else
{
    inicio=0; // caso contrario detengo los contadores
};

puertos(); //llamada a las sub rutinas

mensajes();

}
```

ANEXO 10. HOJA DE DATOS OPTO TRIAC MOOC 3041

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by MOC3041/D



6-Pin DIP Zero-Cross Optoisolators Triac Driver Output (400 Volts Peak)

The MOC3041, MOC3042 and MOC3043 devices consist of gallium arsenide infrared emitting diodes optically coupled to a monolithic silicon detector performing the function of a Zero Voltage Crossing bilateral triac driver.

They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 115 Vac lines, such as solid-state relays, industrial controls, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

- Simplifies Logic Control of 115 Vac Power
- Zero Voltage Crossing
- dv/dt of 2000 V/μs Typical, 1000 V/μs Guaranteed
- To order devices that are tested and marked per VDE 8884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 8884 is a test option.

Recommended for 115/240 Vac(rms) Applications:

- Solenoid/Valve Controls
- Lighting Controls
- Static Power Switches
- AC Motor Drives
- Temperature Controls
- E.M. Contactors
- AC Motor Starters
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

INFRARED EMITTING DIODE

Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Negligible Power in Output Driver Derate above 25°C	P_D	120	mW
		1.41	mW/°C

OUTPUT DRIVER

Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current ($PW = 100 \mu\text{s}$, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	150	mW
		1.76	mW/°C

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250	mW
		2.94	mW/°C
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range ⁽²⁾	T_A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range ⁽²⁾	T_{stg}	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	T_L	260	°C

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
 2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.
- Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.
GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

(Replaces MOC3040/D)

MOC3041
[IFT = 15 mA Max]
MOC3042
[IFT = 10 mA Max]
MOC3043*
[IFT = 5 mA Max]

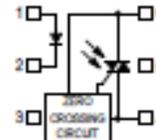
*Motorola Preferred Device

STYLE 6 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04

COUPLER SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

ANEXO 11. CARACTERISITICAS DE BTA08



BTA/BTB08 and T8 Series

SNUBBERLESS™, LOGIC LEVEL & STANDARD

8A TRIACs

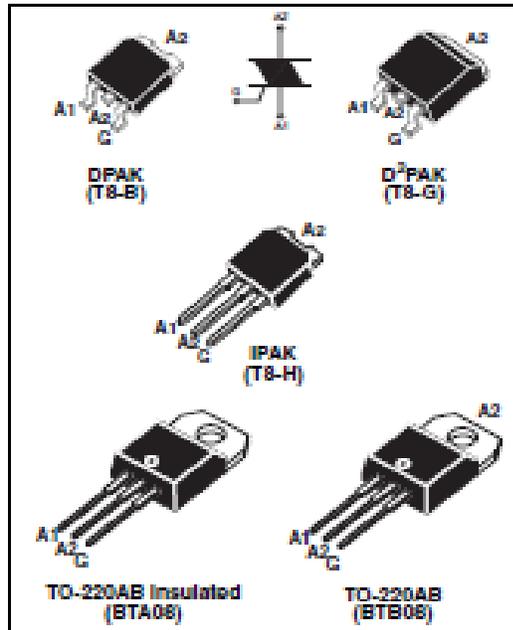
MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	8	A
V_{ONM}/V_{RMS}	600 and 800	V
$I_{GT}(A_1)$	5 to 50	mA

DESCRIPTION

Available either in through-hole or surface-mount packages, the BTA/BTB08 and T8 triac series is suitable for general purpose AC switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, induction motor starting circuits... or for phase control operation in light dimmers, motor speed controllers,...

The snubberless versions (BTA/BTB...W and T8 series) are specially recommended for use on inductive loads, thanks to their high commutation performances. By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500V RMS) complying with UL standards (File ref.: E81734)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter		Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	DPAK / D ² PAK IPAK / TO-220AB T _c = 110°C	8	A
		TO-220AB Ins. T _c = 100°C		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, T _J initial = 25°C)	F = 50 Hz t = 20 ms	80	A
		F = 60 Hz t = 16.7 ms		
I^2t	I^2t Value for fusing	tp = 10 ms	36	A ² s
dV/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, tr < 100 ns	F = 120 Hz T _J = 125°C	50	A/μs
I_{GM}	Peak gate current	tp = 20 μs T _J = 125°C	4	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation	T _J = 125°C	1	W
T_{stg} T _J	Storage junction temperature range Operating junction temperature range		- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C

ANEXO 12. CARACTERISTICAS DEL ACERO GALVANIZADO

General	Resumen	Proyecto	Estado	Personalizadas	Guardar	Propiedades físicas															
<p>Sólidos</p> <p>La pieza <input type="text"/> Actualizar</p> <p>Material</p> <p>Acero galvanizado <input type="text"/> Portapapeles</p> <p>Densidad <input type="text"/> 7.850 g/cm³ Precisión solicitada <input type="text"/> Baja <input type="text"/></p>																					
<p>Propiedades generales</p> <table border="0"> <tr> <td>Masa</td> <td><input type="text"/> 0.374 kg (Error rel)</td> <td><input type="text"/></td> <td>X</td> <td><input type="text"/> 398.209 mm (Error</td> </tr> <tr> <td>Área</td> <td><input type="text"/> 97341.154 mm² (</td> <td><input type="text"/></td> <td>Y</td> <td><input type="text"/> -16.553 mm (Error i</td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td><input type="text"/> 47639.564 mm³ (</td> <td><input type="text"/></td> <td>Z</td> <td><input type="text"/> 0.500 mm (Error rel</td> </tr> </table>							Masa	<input type="text"/> 0.374 kg (Error rel)	<input type="text"/>	X	<input type="text"/> 398.209 mm (Error	Área	<input type="text"/> 97341.154 mm ² (<input type="text"/>	Y	<input type="text"/> -16.553 mm (Error i	Volumen	<input type="text"/> 47639.564 mm ³ (<input type="text"/>	Z	<input type="text"/> 0.500 mm (Error rel
Masa	<input type="text"/> 0.374 kg (Error rel)	<input type="text"/>	X	<input type="text"/> 398.209 mm (Error																	
Área	<input type="text"/> 97341.154 mm ² (<input type="text"/>	Y	<input type="text"/> -16.553 mm (Error i																	
Volumen	<input type="text"/> 47639.564 mm ³ (<input type="text"/>	Z	<input type="text"/> 0.500 mm (Error rel																	
<p>Propiedades inerciales</p> <p><input checked="" type="button"/> Principal <input type="button"/> Global <input type="button"/> Centro de gravedad</p> <p>Momentos principales</p> <p>I1 <input type="text"/> 94.624 kg mm⁴ I2 <input type="text"/> 23592.930 kg m⁴ I3 <input type="text"/> 23687.492 kg m⁴</p> <p>Rotación a principal</p> <p>Rx <input type="text"/> 0.00 gr (Error r) Ry <input type="text"/> 0.00 gr (Error r) Rz <input type="text"/> 0.00 gr (Error r)</p>																					
<p>general Resumen Proyecto Estado Personalizadas Guardar Propiedades físicas</p> <p>Sólidos</p> <p>La pieza <input type="text"/> Actualizar</p> <p>Material</p> <p>Acero dulce <input type="text"/> Portapapeles</p> <p>Densidad <input type="text"/> 7.860 g/cm³ Precisión solicitada <input type="text"/> Baja <input type="text"/></p>																					
<p>Propiedades generales</p> <table border="0"> <tr> <td>Masa</td> <td><input type="text"/> 7.743 kg (Error rel)</td> <td><input type="text"/></td> <td>X</td> <td><input type="text"/> 1.789 mm (Error rel</td> </tr> <tr> <td>Área</td> <td><input type="text"/> 136848.210 mm²</td> <td><input type="text"/></td> <td>Y</td> <td><input type="text"/> -17.578 mm (Error i</td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td><input type="text"/> 985086.570 mm³</td> <td><input type="text"/></td> <td>Z</td> <td><input type="text"/> 401.718 mm (Error</td> </tr> </table>							Masa	<input type="text"/> 7.743 kg (Error rel)	<input type="text"/>	X	<input type="text"/> 1.789 mm (Error rel	Área	<input type="text"/> 136848.210 mm ²	<input type="text"/>	Y	<input type="text"/> -17.578 mm (Error i	Volumen	<input type="text"/> 985086.570 mm ³	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/> 401.718 mm (Error
Masa	<input type="text"/> 7.743 kg (Error rel)	<input type="text"/>	X	<input type="text"/> 1.789 mm (Error rel																	
Área	<input type="text"/> 136848.210 mm ²	<input type="text"/>	Y	<input type="text"/> -17.578 mm (Error i																	
Volumen	<input type="text"/> 985086.570 mm ³	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/> 401.718 mm (Error																	
<p>Propiedades inerciales</p> <p><input checked="" type="button"/> Principal <input type="button"/> Global <input type="button"/> Centro de gravedad</p> <p>Momentos principales</p> <p>I1 <input type="text"/> 421596.003 kg I2 <input type="text"/> 420416.351 kg I3 <input type="text"/> 1983.678 kg m⁴</p> <p>Rotación a principal</p> <p>Rx <input type="text"/> 0.00 gr (Error r) Ry <input type="text"/> 0.00 gr (Error r) Rz <input type="text"/> 0.00 gr (Error r)</p>																					

ANEXO 13. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FIJADO DEL PLIEGUE

PRUEBA	MUESTRA	TIEMPO[S]	TEMPERATURA[°C]
1	2	30.38	90
2	2	30.39	90
3	2	30.39	90
4	2	30.39	90
5	2	30.20	90
TEMPO PROMEDIO		30.35	



PRUEBA MUESTRA TIEMPO (s) TEMPERATURA

1	1	9.96	100
2	1	9.78	100
3	1	10.0	95
4	1	10.00	95
5	1	10.00	95



PROMEDIO		9.95	
-----------------	--	------	--

PRUEBA	MUESTRA	TIEMPO (s)	TEMPERATURA
1	2	10	95
2	2	9.96	95
3	2	10	95
4	2	10.11	95
5	2	10.08	95
PROMEDIO		10.03	



PRUEBA	MUESTRA	TIEMPO (s)	TEMPERATURA
1	3	5.22	97
2	3	5.1	97
3	3	5.23	100
4	3	5.28	100
5	3	5.1	100
PROMEDIO		5.186	

PRUEBA	MUESTRA	TIEMPO (s)	TEMPERATURA
1	4	5.1	100
2	4	5.13	105
3	4	5.13	105
4	4	5.15	105
5	4	5.18	105
PROMEDIO		5.138	

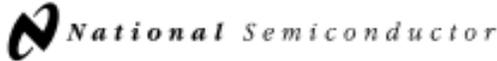


PRUEBA	MUESTRA	TIEMPO (s)	TEMPERATURA
1	5	3.28	110
2	5	3.28	110
3	5	3.25	110
4	5	3.08	110
5	5	3.25	110
PROMEDIO		3.228	

PRUEBA	MUESTRA	TIEMPO (s)	TEMPERATURA
1	4	3.34	102
2	4	3.29	102
3	4	3.12	100
4	4	3.25	100
5	4	3.25	100
6	4	3.34	100
7	4	3.25	100
8	4	3.1	100
9	4	3.44	100
10	4	3.44	100
PROMEDIO		3.282	
PRUEBA	MUESTRA	TIEMPO (s)	TEMPERATURA
1	5	2.3	100
2	5	2.46	100
3	5	2.18	100
4	5	2.26	100
5	5	2.54	100

6	5	2.54	100
7	5	2.39	100
8	5	2.13	100
9	5	2.48	100
10	5	2.39	100
PROMEDIO		2.367	

ANEXO14. CARACTERISTICAS DEL LM- 35



November 2000

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in $^{\circ}$ Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ over a full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60 μA from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^{\circ}\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

- Calibrated directly in $^{\circ}$ Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60 μA current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\ \Omega$ for 1 mA load

Typical Applications

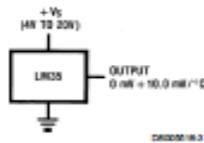
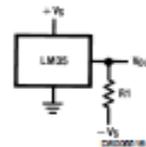


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor ($+2^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$)



Choose $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$
 $V_{(OUT)} = +1,500\text{ mV}$ at $+150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\text{ mV}$ at $+25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\text{ mV}$ at -55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

ANEXO15. CARACTERISTICAS DEL BTA-41



BTA40, BTA41 and BTB41 Series

STANDARD

40A TRIACs

Table 1: Main Features

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	40	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT}(α_0)$	50	mA

DESCRIPTION

Available in high power packages, the BTA/BTB40-41 series is suitable for general purpose AC switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, induction motor starting circuits... or for phase-control operation in light dimmers, motor speed controllers, ...

Thanks to their clip assembly technique, they provide a superior performance in surge current handling capabilities.

By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500V_{RMS}) complying with UL standards (File ref.: E81734).

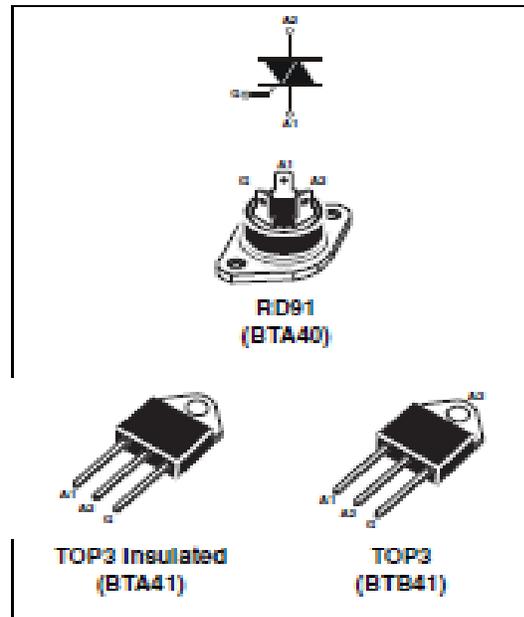


Table 2: Order Codes

Part Number	Marking
BTA40-xxxB	See table 8 on page 6
BTA41-xxxBRG	
BTB41-xxxBRG	

ANEXO16. CARACTERISTICAS DEL TCO

Thermal cutoff fuse... USW-1

Thermal Cutoff Fuses

USW-1 SERIES

U.S. Electronics Inc

Ph: (314) 423 7550

Fax: (314) 423 0585

TEMPERATURE

Part No.	Tf	Cutoff Temperature	Th
USW-102T	72°C(161.6°F)	70°C+2°C-2°C	47°C(116.6°F)
USW-105T	77°C(170.6°F)	76°C+0°C-4°C	52°C(125.6°F)
USW-109T*	84°C(183.2°F)	84°C+0°C-4°C	57°C(134.6°F)
USW-104T	98°C(208.4°F)	96°C+2°C-2°C	73°C(163.4°F)
USW-108T*	100°C(212°F)	99°C+0°C-4°C	75°C(167°F)
USW-110T*	109°C(228.2°F)	109°C+0°C-4°C	84°C(183.2°F)
USW-111T	119°C(248.2°F)	119°C+0°C-4°C	94°C(201.2°F)
USW-115T	126°C(258.8°F)	126°C+0°C-4°C	100°C(212°F)
USW-129T	128°C(262.4°F)	128°C+0°C-4°C	103°C(217.4°F)
USW-114T	139°C(282.2°F)	139°C+0°C-4°C	114°C(237.2°F)
USW-138T	144°C(191.2°F)	144°C+0°C-4°C	119°C(246.2°F)
USW-116T	152°C(305.6°F)	152°C+0°C-4°C	127°C(260.6°F)
USW-120T	167°C(332.6°F)	167°C+0°C-4°C	144°C(291.2°F)
USW-118T	169°C(336.2°F)	169°C+0°C-4°C	144°C(291.2°F)
USW-127T	184°C(363.2°F)	184°C+0°C-5°C	159°C(318.2°F)
USW-122T	192°C(337.6°F)	188°C+3°C-3°C	162°C(323.6°F)
USW-125T	195°C(383°F)	195°C+0°C-5°C	165°C(329°F)
USW-139T	216°C(420.8°F)	216°C+0°C-6°C	178°C(352.4°F)
USW-128T	240°C(464°F)	240°C+0°C-6°C	193°C(379.4°F)

Most of the models have CUL, TUL and UL approval. UL File No: E126429

*Dual Ratings(UL approved) - 250V 10A and 125V 15A

ELECTRICAL

* RATED VOLTAGE : 250VAC and 125VAC

* RATED CURRENT : 10A at 250VAC and 15A at 125VAC

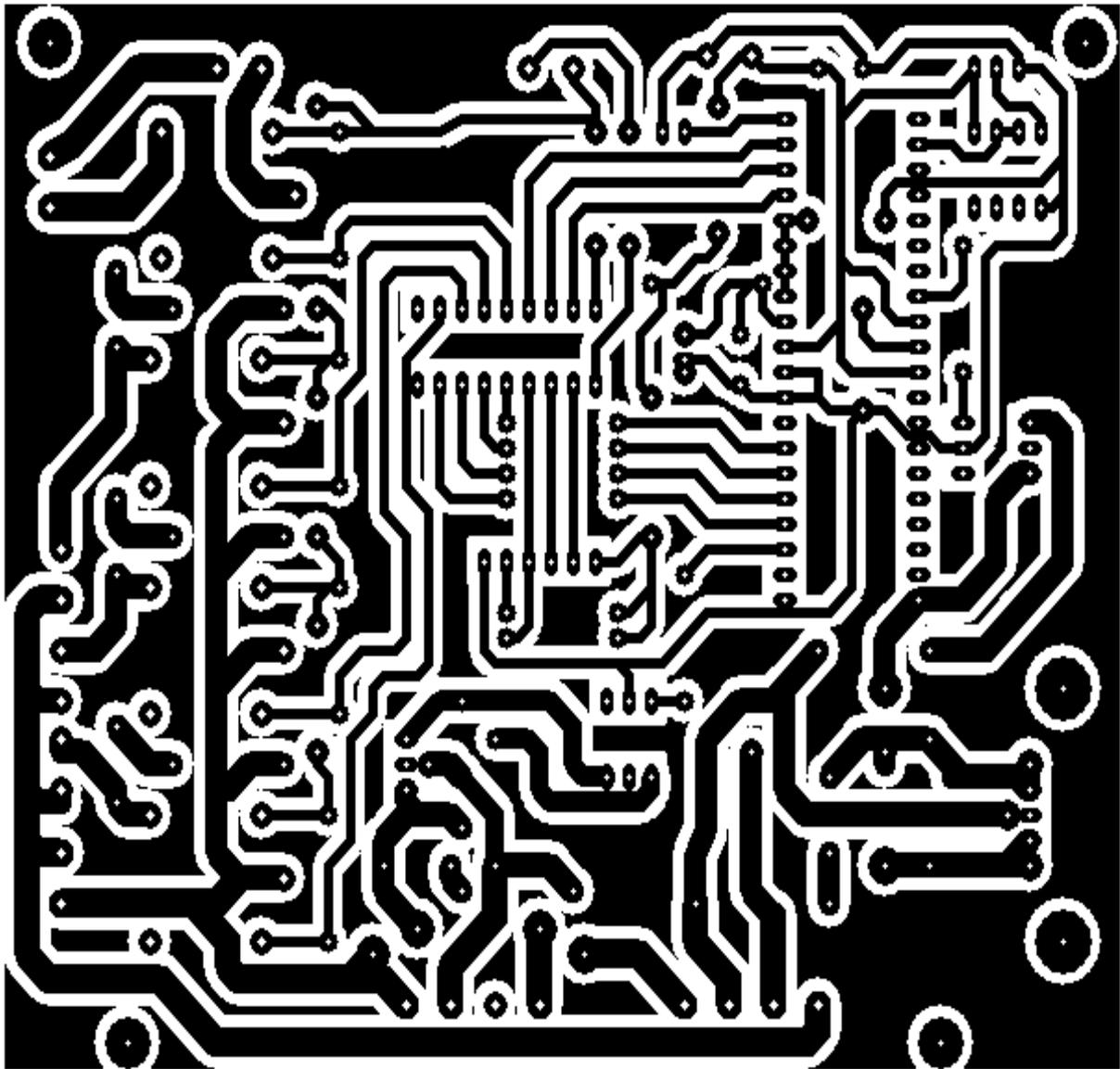
* INTERRUPTING CURRENT : 250VAC, 15A

* TRANSIENT OVERLOAD TEST CURRENT : dc current pulses, with an amplitude 150A and a duration of 3 ms with 10 s intervals, are applied for 100 successive cycles through the current path.

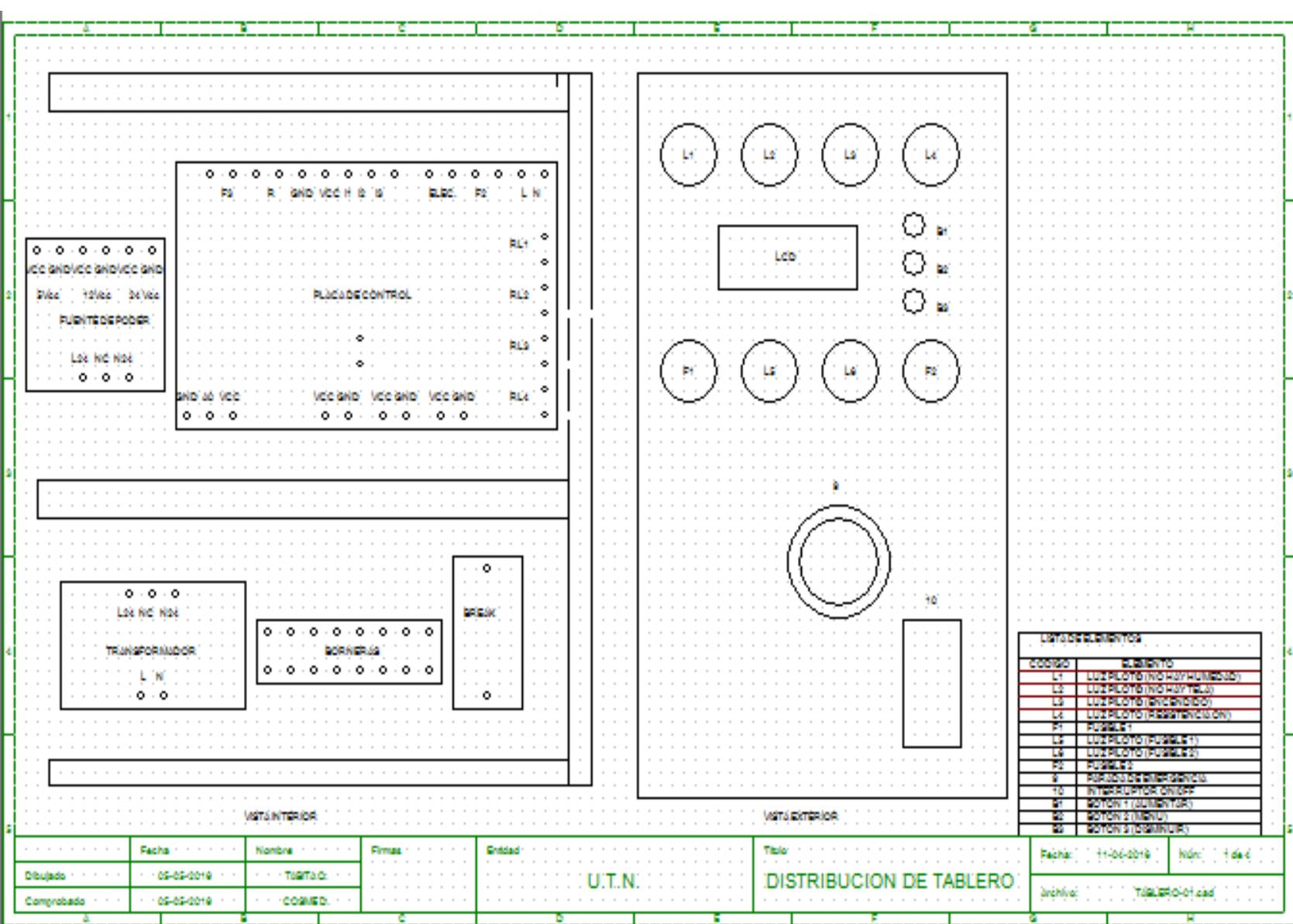
ANEXO 17: ESQUEMA IMPLEMENTADO



ANEXO 18. CIRCUITO DE IMPRESIÓN PCB

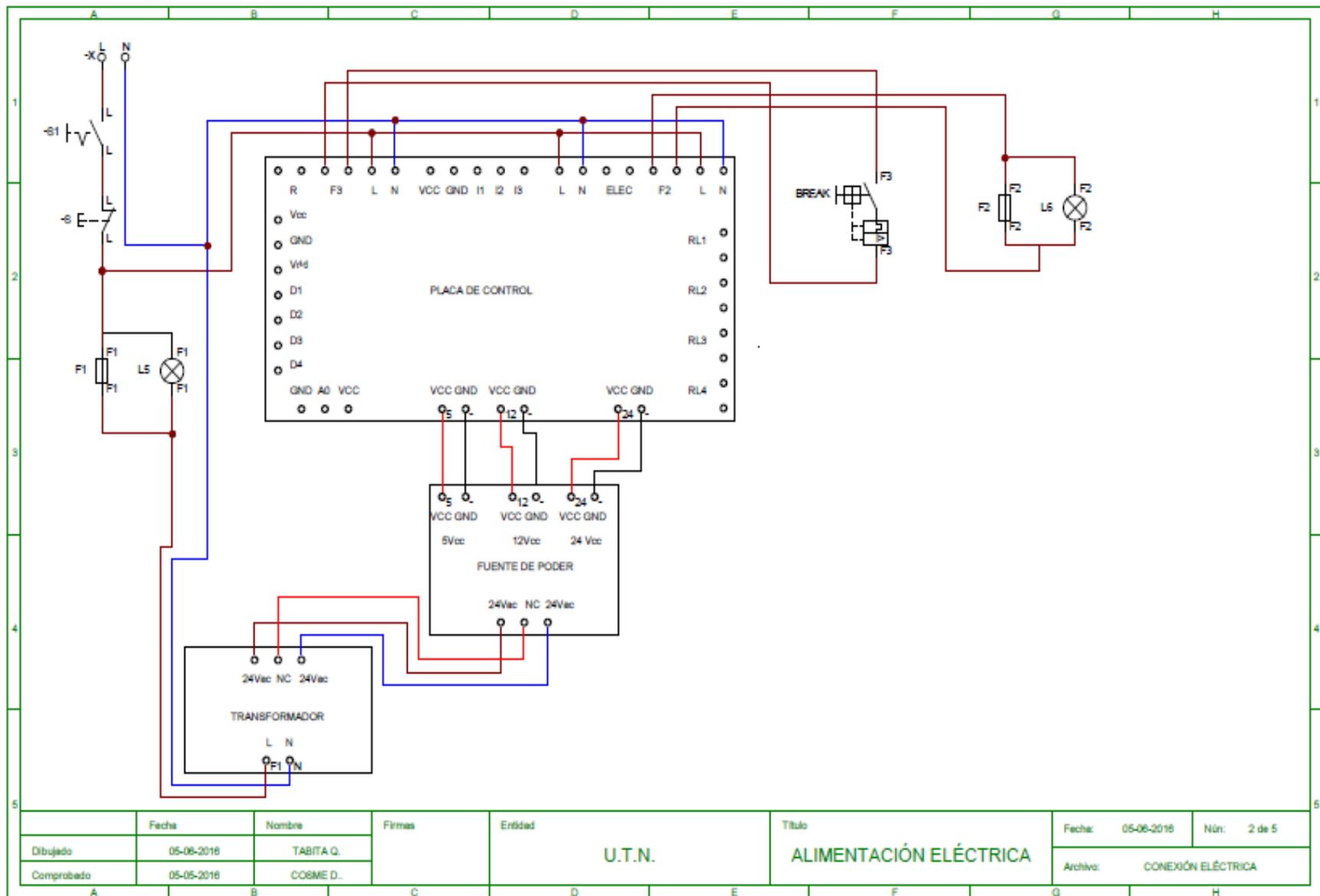


**ANEXO 19. 1 CONEXIONES ELECTRICAS
DISTRIBUCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.**



Dibujado	Fecha: 05-02-2019	Nombre: TUBATO	Firma:	Entidad: U.T.N.	Título: DISTRIBUCION DE TABLERO	Fecha: 11-04-2019	Núm: 1 de 1
Comprobado	05-02-2019	COBIBO				Archivo: TABLERO-01.cad	

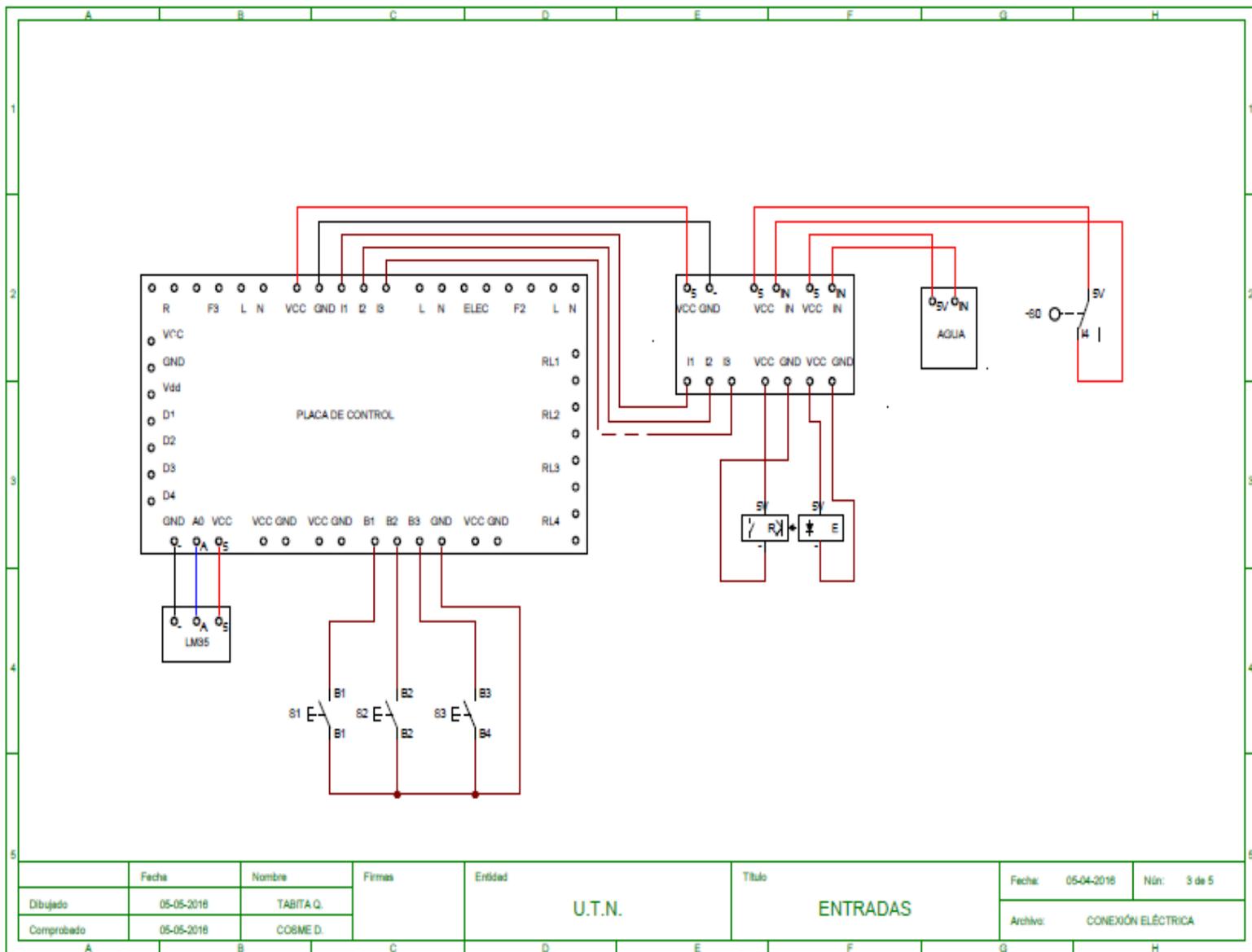
ANEXO 19.2. CONEXIONES ELECTRICAS
ALIMENTACIÓN DE LA PLACA DE CONTROL.



ANEXO 19.3 CONEXIONES ELECTRICAS

ENTRADAS

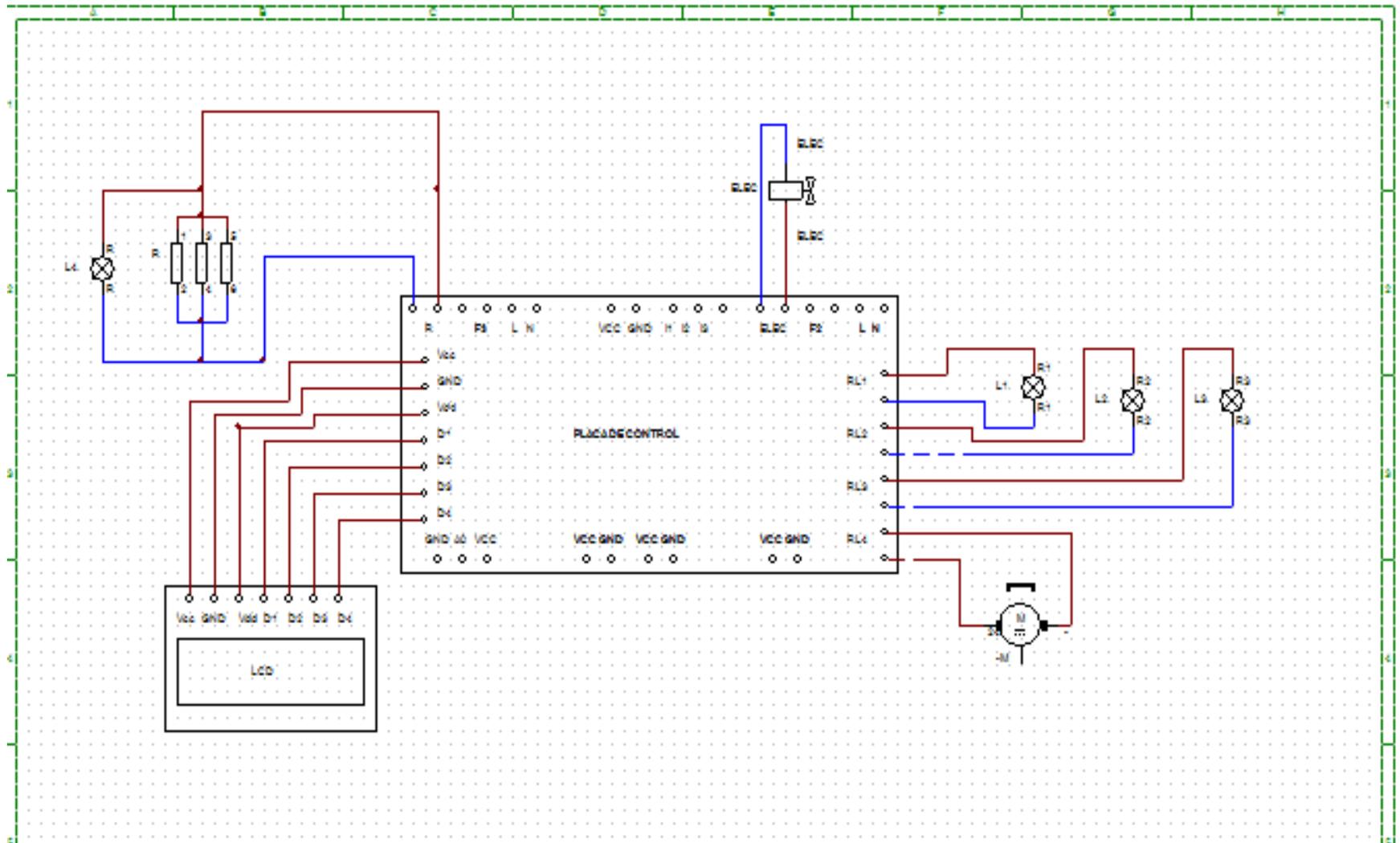
.



	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha: 05-04-2018	Núm: 3 de 5
Dibujado	05-05-2018	TABITA Q.		U.T.N.	ENTRADAS	Archivo: CONEXIÓN ELÉCTRICA	
Comprobado	05-05-2018	COSME D.					

ANEXO 19.4 CONEXIONES ELECTRICAS

SALIDAS.



	Fecha:	Nombre:	Firma:	Entidad:	Título:	Fecha:	Nº de:
Dibujado:	05-05-2019	TARJANO		U.T.N.	SALIDAS	05-05-2019	4645
Comprobado:	05-05-2019	COMED.				archivo:	CONDICION ELECTRICAS-05ead

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
L	LÍNEA 110 VAC
N	NEUTRO
F1	FUSIBLE 1
F2	PROTECCIÓN DE LA FUENTE
F3	FUSIBLE 2
F4	PROTECCIÓN DE ELECTRONÁMULA
F5	FUSIBLE 3
F6	PROTECCIÓN DE LAS RESISTENCIAS
L1	LUZ PILOTO ROJO
L2	NO HAY AGUA
L3	LUZ PILOTO ROJO
L4	NO HAY TELA
L5	LUZ PILOTO VERDE
L6	SENDA BARRIDO
L7	LUZ PILOTO VERDE
L8	RESISTENCIA BARRIDA
L9	LUZ PILOTO ROJO
L10	FUSIBLE 1 QUIMADO
L11	LUZ PILOTO ROJO
L12	FUSIBLE 2 QUIMADO
ELEC	ELECTRONÁMULA DE AGUA
INT	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
Q	PARADA DE EMERGENCIA
TEL	FIBRA DE TELA
BT	SECTOR 1 (ALBERCA)
BT	SECTOR 2 (SABINO)
BT	SECTOR 3 (SABINO)
NOG	NOCTURNO CONTROL
OND	CONEXIÓN TIERRA
LED	EMISOR DE LUZ
DET	DETECTOR DE TELA
REC	RECEPTOR
DET	DETECTOR DE TELA
M	MOTOR ELÉCTRICO 24 VAC
DT	DATOS DE USO

Dibujado	Fecha	Nombre Firma	Entidad	U.T.N
Comprobado	05-05-2016	TARITA D.		
Fecha:	Título	SIMBOLOS		Nº de: 5 de 5
15-04-2016				Arroba: CONEXIÓN ELÉCTRICA

ANEXO 20. VALORES NORMALIZADOS PARACABLES A.W.G.

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ω/Km.)	Capacidad (A)
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	56,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23

Tabla de valores comerciales de las Resistencias

x 1	x 10	x 100	x 1.000 (K)	x 10.000 (10K)	x 100.000 (100K)	x 1.000.000 (M)
1 Ω	10 Ω	100 Ω	1 K Ω	10 K Ω	100 K Ω	1 M Ω
1,2 Ω	12 Ω	120 Ω	1K2 Ω	12 K Ω	120 K Ω	1M2 Ω
1,5 Ω	15 Ω	150 Ω	1K5 Ω	15 K Ω	150 K Ω	1M5 Ω
1,8 Ω	18 Ω	180 Ω	1K8 Ω	18 K Ω	180 K Ω	1M8 Ω
2,2 Ω	22 Ω	220 Ω	2K2 Ω	22 K Ω	220 K Ω	2M2 Ω
2,7 Ω	27 Ω	270 Ω	2K7 Ω	27 K Ω	270 K Ω	2M7 Ω
3,3 Ω	33 Ω	330 Ω	3K3 Ω	33 K Ω	330 K Ω	3M3 Ω
3,9 Ω	39 Ω	390 Ω	3K9 Ω	39 K Ω	390 K Ω	3M9 Ω
4,7 Ω	47 Ω	470 Ω	4K7 Ω	47 K Ω	470 K Ω	4M7 Ω
5,1 Ω	51 Ω	510 Ω	5K1 Ω	51 K Ω	510 K Ω	5M1 Ω
5,6 Ω	56 Ω	560 Ω	5K6 Ω	56 K Ω	560 K Ω	5M6 Ω
6,8 Ω	68 Ω	680 Ω	6K8 Ω	68 K Ω	680 K Ω	6M8 Ω
8,2 Ω	82 Ω	820 Ω	8K2 Ω	82 K Ω	820 K Ω	8M2 Ω
						10M Ω

Estos valores corresponden para las resistencias con una tolerancia de 10% o de 5%, para resistencias de precisión, cuya tolerancia es del 2% puede que existan otros valores comerciales intermedios a estos.

**ANEXO 21. MANUAL DE USUARIO GUIA DE DETECCIÓN
DE FALLAS**

**Manual de usuario y mantenimiento de la máquina plisadora
de tela para faldas cayambeñas.**

2016.

Edwin Ruiz.

Tabita Quilumbaquín.

**---- IMPORTANTE ----
LEA DETENIDAMENTE LAS
INSTRUCCIONES DE ESTE MANUAL
PARA PERMITIR LA OPERACIÓN
SEGURA DEL EQUIPO**

Objetivos.

- **Conocer las partes de la máquina y su funcionamiento.**
- **Puesta en marcha de la máquina.**
- **Realizar el plan de mantenimiento adecuado de las partes de la máquina**

CONTENIDO.

Manual de usuario y mantenimiento de la máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas.....	¡Error! Marcador no definido.
Objetivos.....	213
1. INTRODUCCIÓN.....	214
2. ADVERTENCIAS Y AVISOS DE SEGURIDAD.....	214
3. INFORMACIÓN DE LA MÁQUINA.....	216
3.1 Sistema mecánico.....	216
Dimensiones de la máquina.....	216
3.2 Sistema de control.....	216
4. PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.....	218
Instalación.....	218
Encendido de la máquina.....	219
Parada.....	221
Configuración de los parámetros.....	221
5. PROBLEMAS Y SOLUCIONES.....	223
6. MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.....	224
7. PLANOS DE MONTAJE Y ELECETRICOS DE LA MÁQUINA.....	225

1. INTRODUCCIÓN.

El adecuado uso del presente manual ayudara al correcto funcionamiento de la máquina, además del manual de usuario se presenta un detallado plan de mantenimiento que se enfocara en la prevención de fallas de la máquina.

Es vital que el usuario se familiarice con el presente manual, con el fin de reducir cualquier riesgo al momento de operar la máquina.

2. ADVERTENCIAS Y AVISOS DE SEGURIDAD.



ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD.

Antes de encender la máquina revise que la alimentación eléctrica este en buen estado.

La máquina debe ser ubicada en una zona nivelada.

La máquina fue diseñada exclusivamente para el plisado de tela denominado paño acrílico, por tal motivo el uso de otro tipo de tela pondría poner en peligro la seguridad del operario, además de causar daños en la máquina.

Mientras la máquina este en funcionamiento no colocar la mano en el lugar de la plancha, o en el de arrastre.

Nunca colocarse debajo de la máquina mientras el motor se encuentre en movimiento.

En caso de avería o funcionamiento incorrecto de la máquina, apáguele y desenchúfele de la alimentación eléctrica.

Un dispositivo eléctrico nunca debe dejarse desatendido cuando está conectado.

Desenchufar siempre la máquina de la toma de corriente inmediatamente después de utilizarla y antes de su limpieza.

Desconecte siempre la máquina de la toma corriente antes de proceder a hacer cualquier sustitución de algún componente ya se esté mecánico o eléctrico de la máquina.

El fabricante no se hace responsable por daños causado por uso indebido, incorrecto o irracional.



AVISOS DE SEGURIDAD.

En esta sección se detallan los distintos avisos de seguridad, además de la ubicación en la máquina.

En el caso de que las señales no se encuentren visibles, límpielas con un poco de agua. No usar demasiada agua por que podría

despejar los avisos.

Aviso de seguridad 1.

Son dos ubicado en los extremos de la plancha.



Si usted toca esta zona puede sufrir quemadura. Si no se hace caso a las instrucciones y a las señales de advertencia que se encuentran en el Manual de Operación y Mantenimiento, puede producirse accidentes leves y graves.

Aviso de seguridad 2.

Son dos ubicados en los extremos del sistema de arrastre.



En esta zona usted puede sufrir corte o punzonamiento si introduce cualquier extremidad. Si no se hace caso a las instrucciones y a las señales de advertencia que se encuentran en el Manual de Operación y Mantenimiento, puede producirse accidentes leves y graves.

3. INFORMACIÓN DE LA MÁQUINA.

3.1 Sistema mecánico.



Figura 88: Vista general de la máquina.

Dimensiones de la máquina.

Parámetros.	Medidas.
Dimensiones [m].	1,5x0,9x1
Voltaje de operación [v].	110
Altura de la tela [cm].	80

3.2 Sistema de control.

Componentes del tablero de control de la máquina.

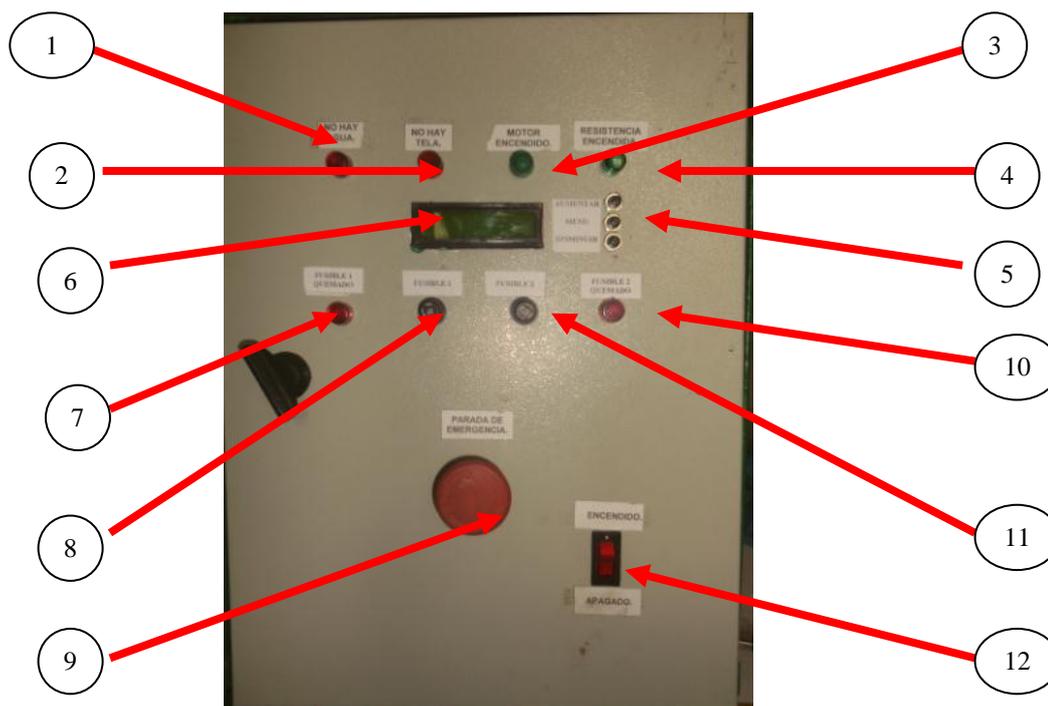


Figura 89: Tablero de control vista exterior.

- (1) Luz piloto rojo. Indica la ausencia de agua.
- (2) Luz piloto rojo. Indica la ausencia de tela.
- (3) Luz piloto verde. Indica el encendido del motor.
- (4) Luz piloto verde. Indica el encendido de las resistencias calefactoras.
- (5) Pulsadores para configuración de parámetros.
- (6) LCD, para visualización de parámetros.
- (7) Luz piloto rojo. Indica que el fusible 1 está quemado.
- (8) Porta fusible. Contiene al fusible 1, este fusible es de 3 Amperios.
- (9) Parada de emergencia. Detiene toda la máquina.
- (10) Luz piloto rojo. Indica que el fusible 2 está quemado.
- (11) Porta fusible. Contiene al fusible 2, este fusible es de 800 miliamperios.
- (12) Switch ON/OFF. Enciende o apaga la máquina.

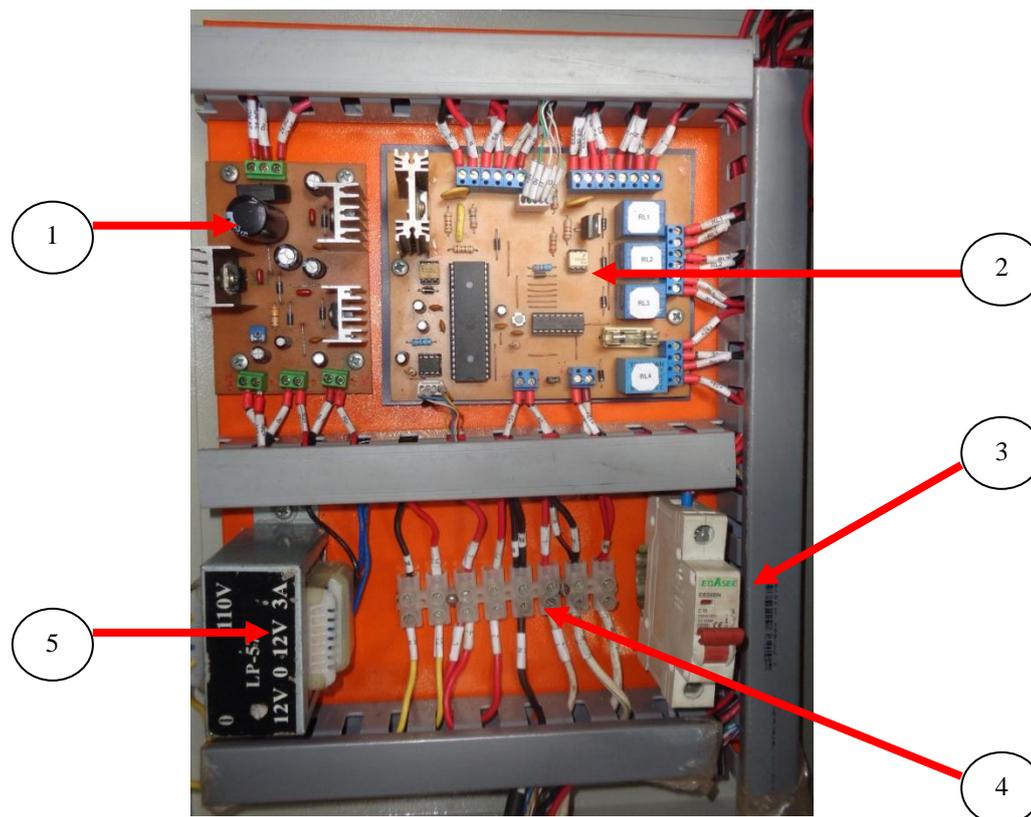


Figura 90: Tablero de control vista interior.

- (1) Fuente de alimentación. Suministra energía a la placa de control.
- (2) Placa de control. Controla todos los procesos de la máquina.
- (3) Braker. Protege a las resistencias calefactoras.
- (4) Borneras de conexión.
- (5) Transformador.

4. PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.

Instalación.

- Fijar la estructura de la máquina en una superficie plana.
- Colocar los distintos elementos en sus posiciones y ajustarlos con los tornillos indicados.
- Ajustar los resortes con la precarga establecidas.
- Colocar los sensores en sus respectivos lugares.
- Colocar la caja de control en el lugar indicado.

- **Observe si la plancha se mueve sin dificultades, de la misma manera observe que el sistema de arrastre no se encuentre atascado.**

Encendido de la máquina.

- **Conectar la máquina a su respectiva alimentación eléctrica.**

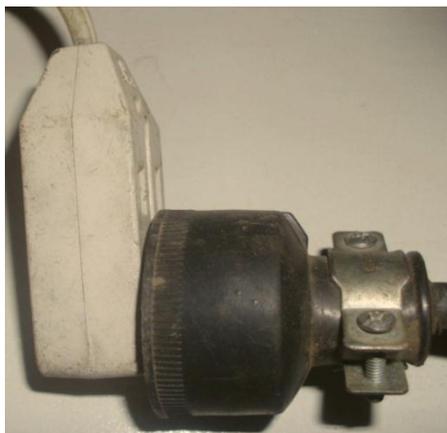


Figura 91: Conexión a la red eléctrica.

- **Enrolle la tela en la barra.**



Figura 92: Tela enrollada.

- **Asegúrese de que la tela pase por el detector de tela.**



Figura 93: detector de tela.

Se recomienda que si la tela lleva adornos, se coloque esta parte pase por el detector de tela.

- **Baje la palanca y asegure la posición del mismo con un tornillo.**



Figura 94: Palanca para tela.

- **Al bajar la palanca la plancha y el sistema de arrastre se elevaran, dando la posibilidad al usuario de acomodar la tela.**
- **Una vez acomodada la tela, quite el tornillo de seguro y alcé la palanca.**
- **Asegúrese que la tela se encuentre recta. Para lo cual utilice las guías que se encuentran marcadas en la mesa.**



Figura 95: Guías para tela.

- **Presione el interruptor de encendido.**



Figura 96: Interruptor de encendido

- **En el caso de que ningún visualizador enciende, revise el estado de la**

parada de emergencia, si el problema persiste desconectar la alimentación y revisar las conexiones del mismo.



Figura 97: Parada de emergencia.

- **En caso de que no haya inconvenientes el sistema comenzara a funcionar luego de que la plancha haya alcanzado su temperatura de funcionamiento, esto puede tardar entre dos y tres minutos.**

Parada.

Para el caso de una parada de emergencia presione EL PARO DE EMERGENCIA, y realice las reparaciones correspondientes, luego presione el interruptor de apagado de la máquina, espere unos segundos y vuelva a encender la máquina.

Para el caso de requerir una parada temporal del sistema, mueva el interruptor que se encuentra a lado del sistema de arrastre. Luego, para volver a arrancar el sistema solo desplace el interruptor a su posición inicial.

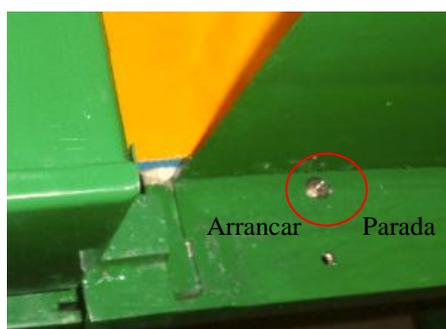


Figura 98: Interruptor para parada temporal.

Configuración de los parámetros.

Por defecto la máquina opera al inicio con una temperatura de 100 °C, un tiempo de precalentamiento de cinco segundos y un tiempo de suministro de agua de cada cuatro minutos.

Para modificar estos valores, primero se debe activar la parada temporal de la máquina, una vez hecho esto siga los siguientes pasos que se detallan a continuación.

Al encender la máquina el primer mensaje que se visualiza es el siguiente:



Figura 99: Mensaje de presentación

Para acceder al parámetro de temperatura pulse el botón menú, una vez hecho esto se visualizará lo siguiente.



Figura 100: Visualización de la temperatura.

Para aumentar o disminuir el valor de la temperatura pulse los botones aumentar o disminuir, el máximo valor de temperatura que se puede obtener es de 150 °C y el mínimo es de 100 °C, este rango garantizan que no existan daños en el proceso.

Para acceder al parámetro del motor pulse el botón menú una vez más, realizado esto se visualizará lo siguiente.



Figura 101: Visualización de tiempo del motor.

Para aumentar o disminuir el valor del tiempo en el que el motor permanecerá apagado pulse los botones aumentar o disminuir, el máximo tiempo que se puede obtener es de 60 segundos y el mínimo es de 0 segundos, este rango garantiza que se fije adecuadamente el pliegue

Para acceder al parámetro de la electroválvula pulse el botón menú una vez más, realizado esto se visualizará lo siguiente.



Figura 102: Visualización de tiempo de electroválvula.

Para aumentar o disminuir el valor del tiempo en el que se suministrara agua por medio de la electroválvula pulse los botones aumentar o disminuir, el máximo tiempo

que se puede obtener es de 260 segundos y el mínimo es de 60 segundos, este rango garantizan que no exista exceso de agua, con lo cual se dificulte el proceso de plisado.

Una vez terminado de configurar los parámetros del proceso, puede pulsar el botón menú hasta llegar a la imagen de presentación, o puede seguir presionando el botón hasta llegar al parámetro que se desea visualizar.

Por último desactive la parada temporal para que la máquina comience con el proceso.

5. PROBLEMAS Y SOLUCIONES.

Problema.	Causa.	Solución.
No enciende la máquina.	Corte de suministro de luz eléctrica en todo o parte de las instalaciones. Parada de emergencia activada. Fusibles de protección quemados.	Revise que la máquina está conectada a la fuente de alimentación. En caso de que el cable este roto reemplácelo de inmediato. Revise que no esté activa la parada de emergencia, en tal caso desactívela girándola en la dirección adecuada. Revise que los fusibles no se encuentran quemados, en tal caso reemplácelos por uno del mismo valor.
No enciende el motor.	Cables flojos o en mal estado. Fusible de protección del motor quemado.	Revise la conexión eléctrica del motor tanto dentro de la caja de control, como al exterior, en caso de que el cable este roto reemplácelo de inmediato. Revise que el fusible no está quemado, en el caso de que este quemado reemplácelo por uno del mismo valor
No se mueve el sistema de plancha.	Sistema de transmisión mal armado. Falta de lubricación. Objeto extraño que interrumpe el normal movimiento de la plancha.	Revise si está colocado en su posición el seguidor de la leva. Revise si está colocado en su posición el resorte. Lubrique bien las partes que se encuentran en movimiento Revise que no exista ningún objeto extraño interrumpiendo el movimiento.
No se mueve el sistema de	Sistema de transmisión mal armado.	Revise si está colocado en su posición el seguidor de la leva.

arrastré.	Falta de lubricación. Objeto extraño que interrumpe el normal movimiento de la plancha	Revise si está colocado en su posición el resorte. Lubrique bien las partes que se encuentran en movimiento Revise que no exista ningún objeto extraño interrumpiendo el movimiento.
No hay suministro de agua en la tela.	Conexión de los cables flojos o en mal estado. Llave de paso cerrada. No existe suministro de agua de la red pública de agua.	Revise que la electroválvula está conectada. Revise que la llave de regulación no se encuentre cerrada.
No se calienta la plancha.	Cables en mal estado. Break desactivado.	Revise las conexiones eléctricas de la plancha. Revise que el break dentro de la caja de control este activo.

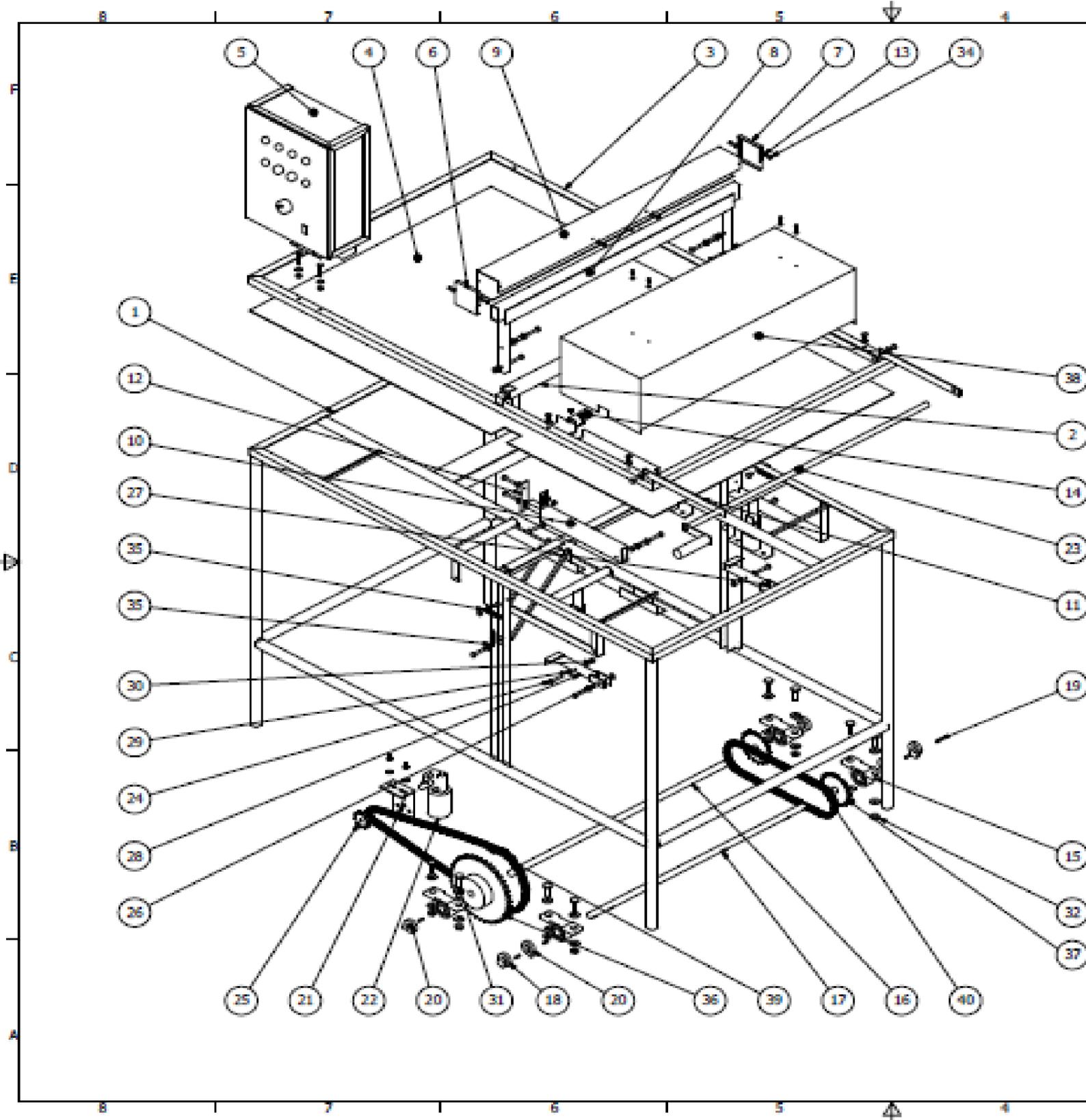
6. MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.

Para garantizar que los mecanismos de la máquina se conserven en buen estado y tengan un buen funcionamiento de la máquina, el usuario debe seguir el siguiente plan de mantenimiento preventivo.

Proceso.	Periodo.		
	Diario	Semanal.	Mensual.
Revisión del apriete de los pernos.	X		
Lubricación de las levas y sus respectivos seguidores.	X		
Revisión del buen estado de los cojinetes.		X	
Lubricación de los cojinetes. Lubricación de los cojinetes.			X
Revisión del buen estado de los pernos de sujeción de cojinetes.			X
Revisión de las cadenas.		X	

Lubricación de las cadenas.		X	
Lubricación del sistema de arrastre.	X		
Lubricación del sistema de plancha.	X		

7. PLANOS DE MONTAJE Y ELECETRICOS DE LA MÁQUINA.



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CANTIDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Estructura	
2	1	Sistema arrastre	
3	1	Guía estructura	
4	1	Base metal	
5	1	Tablero de control	
6	1	Tapa izquierda de plancha	
7	1	Tapa derecha plancha	
8	1	Plancha	
9	1	Cubierta plancha	
10	2	Acople sistema de arrastre	
11	4	Acople sistema de arrastre	
12	1	Soporte de tela	
13	12	Rodeta	Rodeta plana 4 mm
14	1	Soporte sensor	
15	4	Chumacera	Chumacera para eje de 3/4"
16	1	Eje 1	Acero AISI 1020
17	1	Eje 2	Acero AISI 1020
18	4	Leva 2 - leva 3	
19	8	Chaveta	
20	2	Leva 1	
21	1	Soporte motor	
22	1	Motor DC	
23	1	Soporte tela	
24	20	Perno	Perno de 1/4x2"
25	1	Pílon 10	
26	6	Seguidor de leva	
27	1	Acople para subida del sistema de arrastre izquierda	
28	1	Acople para subida del sistema de arrastre derecha	
29	40	Rodeta	Rodeta planada 1/4"
30	20	Tuerca	Tuerca de 1/4"
31	8	Perno	Perno de 3/8 x 2"
32	16	Tuerca	Rodeta plana 3/8 "
34	12	Tornillo	Tornillo 4 mm x 10 mm
35	4	Resorte	
36	1	Pílon 48	
37	2	Pílon 20	
38	1	Cubierta de agua	
39	1	Cadena	cadena No. 43
40	1	Cadena	Cadena No. 43

Tolerancia:	±	Peso:	N/D	General:	
Fecha:		Nombre:		Denominación:	Ensamblaje de la Máquina Pileadora de Tela
Escal:	1:10	Unidad:		Numero de dibujo:	01
Universidad Técnica del Norte				Ingeniería en Mecatrónica	

