

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura de un jet
para tinturar textiles y su automatización dentro del proceso de producción,
para TEXTILES DEL PACÍFICO

Roberto Carlos González Montaquiza

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2005

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado, previo a la obtención del Título en Ingeniería Electrónica, titulado “Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura de un jet para tinturar textiles y su automatización dentro del proceso de producción, para TEXTILES DEL PACÍFICO”, fue desarrollada en su totalidad por el señor Roberto Carlos González Montaquiza.

Ing. Paúl Ayala

DIRECTOR

Ing. Víctor Proaño

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Con esta oportunidad, quiero hacer un reconocimiento a mi familia, principalmente a mis padres que con su abnegación han sabido guiar mi vida, a mis hermanos Mauricio y Jhonny que supieron tenerme paciencia en los momentos difíciles, a mis tíos Vinicio y Pablo que con sus constantes consejos siempre me han apoyado.

Agradecer a la empresa TEXTILES DEL PACÍFICO, por la oportunidad que me brindaron de poder demostrar mis conocimientos, de manera especial al área de mantenimiento y acabados; representados por el Sr. Ing. Freddy Buchelly.

Mi gratitud eterna a los colaboradores de esta tesis, Ing. Paúl Ayala director, Ing. Víctor Proaño codirector, quienes con sus vastos conocimientos, guía y apoyo fomentaron los resultados logrados en este proyecto.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Al saber que nunca han decaído, ante las dificultades presentadas en el diario trajinar de nuestras vidas; y que, con su esfuerzo y sacrificio han hecho posible que llegue a esta etapa de mi vida, esto es, una pequeña muestra de cariño y respeto.

¡Gracias padres míos, por haberme dado la dicha de vivir y haberme enseñado a triunfar en la vida, y sobretodo, por vuestro verdadero amor!

PRÓLOGO

TEXTILES DEL PACÍFICO, es una empresa ecuatoriana de larga trayectoria en el área textil; fabricante de telas de alta calidad y competitividad. La elaboración de la tela se realiza completamente en las instalaciones de la fábrica, pasando por diferentes secciones para obtener finalmente el producto terminado.

Una de las secciones en la elaboración de la tela, es el área de tintorería y acabados, en la cual, se dan las características finales a la tela. La determinación de color del producto, es realizado en esta etapa bajo estrictos parámetros de control.

Para poder efectuar la tinturación de textiles, la empresa posee cuatro máquinas de tinturación de diferentes fabricantes, las cuales han sido adquiridas en distintas épocas. Posee una máquina de tinte DMS, la más actual con una producción de 4 años, una máquina de tinte ATYC con una producción de 10 años y dos máquinas de tinte HISAKA WORKS con una producción de 20 años en la empresa.

La diferencia de tecnología de control existente entre las máquinas tinturadoras de textiles y la constante búsqueda de modernización de la maquinaria de TEXPAC han impulsado el desarrollo del presente proyecto que consiste en repotenciar el trabajo que realiza una de las máquinas tinturadoras, específicamente la HISAKA WORKS.

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	iii
ANTECEDENTES.....	vi
JUSTIFICACIÓN.....	vii

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS DEL JET TINTURADOR	1
1.1. ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL JET TINTURADOR.....	1
1.2. FORMA BÁSICA DE TRABAJO DEL JET TINTURADOR.....	5
1.3. ÓRDENES DE TRABAJO.....	9
1.4. CONTROL DE TEMPERATURA.....	10
1.5. ENTRADAS DE AIRE Y DE VAPOR.....	12
1.6. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL CONTROL DE TEMPERATURA.....	13
1.7. CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	14
1.8. PROCESOS DE TINTURACIÓN	16

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DEL NUEVO CONTROLADOR DE TEMPERATURA	35
2.1. MÉTODO DE TRABAJO	25
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
2.3. ANÁLISIS DE SISTEMA	26
2.4. SOLUCIÓN	28

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	57
3.1. PRUEBA DEL CONTROLADOR.....	58
3.2. PROGRAMACIÓN	59

3.3. PARÁMETROS DE LA PÁGINA CONFIGURACIÓN.....	62
3.4. CONEXIONES DEL CONTROLADOR	91
3.5. MANTENIMIENTO EN GENERAL	101
CAPÍTULO 4	
RESULTADOS DEL SISTEMA.....	104
4.1. TEMPERATURA.....	104
4.2. TIEMPO.....	105
4.3. BASE DE DATOS.....	106
4.4. VERSATILIDAD	106
4.5. ESCALABILIDAD.....	107
4.6. CALIDAD DEL PRODUCTO	108
4.7. COMPETITIVIDAD	109
CAPÍTULO 5	
EVALUACIÓN DEL PROYECTO FINAL.....	110
5.1 PROBLEMAS Y SOLUCIONES.....	110
5.2 COSTO.....	113
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS.....	A1
INDICE DE FIGURAS.....	B1
INDICE DE TABLAS.....	B3
GLOSARIO.....	B4
INDICE DE DATA SHEETS.....	C1

ANTECEDENTES

TEXTILES DEL PACÍFICO, tiene implementado en el jet tinturador de textiles un controlador de temperatura electromecánico programable, que no funciona en su capacidad original; debido a ésto, la tinturación de textiles mediante este jet se ha vuelto poco competitiva.

Como resultado de esto se produce un deterioro en la calidad del producto final, es decir, las diferentes telas que se tinturan, por lo que, se requiere mejorar el control de temperatura-tiempo del JET DE TINTURACIÓN.

Al no realizarse un control eficaz, los resultados finales que se obtienen en la tela actualmente no son de óptima calidad. En este momento se trabaja dependiendo de la precisión de los operarios de la máquina en el control de temperatura-tiempo quienes desarrollan este trabajo basados en su experiencia personal.

La empresa, ha definido la necesidad de mejorar su producto, para ser más competitiva en el mercado actual.

JUSTIFICACIÓN

Este proyecto enriquecerá y ampliará los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Electrónica en base a estudios, análisis y experiencias adquiridas en TEXPAC.

TEXTILES DEL PACÍFICO, en su constante búsqueda de calidad ha visto la necesidad de realizar mejoras en una de sus máquinas Jet de tinturación, la que se realizará mediante este proyecto.

El funcionamiento actual del sistema, se basa en la recolección de información por medio de un sensor de temperatura de mezcla agua-vapor, esta información es acondicionada para ingresar al controlador de temperatura electromecánico, y, la salida de este controla las electro -válvulas que son las encargadas finalmente de activar las válvulas neumáticas, que regulan el paso del agua fría y caliente.

En este sistema, el ciclo de trabajo y el punto de ajuste del controlador electromecánico son manipulados por el operario de turno, por lo que se pierde exactitud en el control de temperatura y tiempo. Además, el ciclo de trabajo del controlador electromecánico depende de las características técnicas requeridas por el tipo de tela a tinturarse, esto conlleva a algunas temperaturas diferentes de trabajo.

Para poder realizar el diseño e implementación del nuevo controlador, se analizará en su totalidad el sistema, buscando la solución más óptima dependiendo de las necesidades del cliente.

El diseño del nuevo controlador, incorporará sensores de temperatura, y una interfaz MMI (interfase hombre máquina) con el controlador programable electrónico de tal manera de obtener un sistema completamente automático y con las bondades de un sistema electrónico de última tecnología.

Se integrarán todos los ciclos de trabajo de las respectivas características técnicas de cada tela, en una base de datos, con la opción de poder aumentar dichos ciclos según la necesidad del cliente.

Para la elaboración del proyecto se contará con la ayuda de personas especializadas en el medio, que asesorarán en la solución de los problemas que se presenten en el transcurso del proyecto.

Otro objetivo que se persigue es generar un material didáctico y documentado para los estudiantes y/o profesionales que estén interesados en conocer sobre el tema.

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS DEL JET TINTURADOR

1.1. ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL JET TINTURADOR

El jet tinturador, es una máquina fabricada por la empresa Japonesa HISAKA WORKS LTD. que sirve para tinturar telas a alta temperatura y alta presión.

ESPECIFICACIONES:

Modelo:	CUT – FL – 2
Temperatura máx.:	140° C máxima
Presión máx.:	cinco (5) Kg / cm ²
Líquido tinturador:	700-1200 litros / tubo
Capacidad de tintura:	120 – 180 Kgs / tubo

Una vista general del jet tinturador de textiles se puede apreciar en la Figura 1.1.



Figura. 1.1. Vista general jet tinturador de textiles

Las partes principales de la máquina son de acero inoxidable, el resto de piezas son hechas de hierro fundido.

A continuación se describen las partes más relevantes y su respectiva función entre las cuales se encuentran:

1.1.1. Los tanques de tinturado. tienen una construcción cilíndrica y horizontal como se muestra en la Figura. 1.2. Por estos tanques circula el agua con la tela y posteriormente se realiza la tintura.

Dentro de cada cabeza cónica se tiene una guía la cual sirve para equilibrar la tela y a través de la cual fluye un líquido para un máximo efecto de tinte.

El transporte de la tela a través de la máquina se realiza mediante tubos de succión.

ANEXO 1 (Estructura)

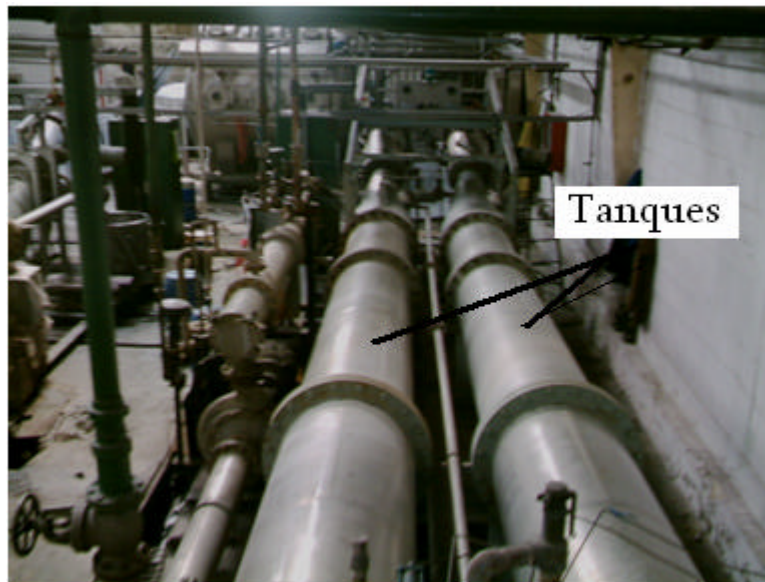


Figura. 1.2. Tanques de tinturado

1.1.2. Los tubos de succión. son de acero inoxidable, y a través de ellos circula el agua y la tela, completando el ciclo de trabajo como se muestra en la Figura 1.3.

La velocidad del proceso se controla manualmente, con válvulas de pico ubicadas en los tubos de succión, también se puede ajustar la apertura de la entrada cuando se produce un cambio substancial del material que se desea tinturar.

ANEXO 2 (Lámina de flujo)

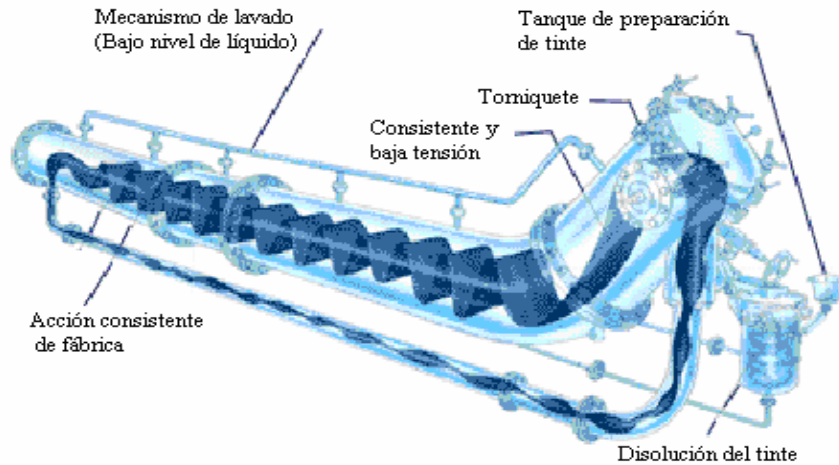


Figura. 1.3. Ciclo de tinturación

La circulación efectiva del líquido es por medio de la bomba principal que hace circular el mismo por toda la máquina.

1.1.3. Intercambiador de calor. consta de una carcasa y es de tipo tubos, construido enteramente con acero inoxidable.

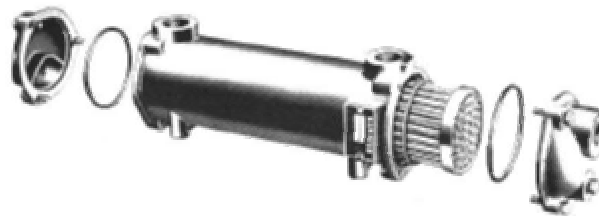


Figura. 1.4. Intercambiador de calor

1.1.4. Tanque del servicio o mezclas. se encuentra fuera del circuito de alta presión, sirve para la preparación de los colorantes y/o de los productos químicos. Los colorantes y/o los

productos químicos en este tanque, serán alimentados a la máquina por un efecto de succión de la bomba de circulación.

1.1.5. El motor de descarga (A) sirve para sacar o trasladar la tela. Este se encuentra equipado en el frente de la máquina, posee un carrete (B) que ayuda a que se descargue la tela con mayor facilidad.

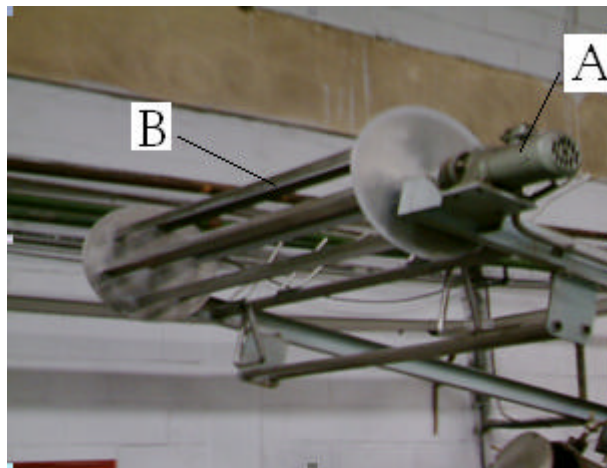


Figura. 1.5. Descarga de tela

1.1.6. Los torniquetes internos. son dos carretes que están en el interior de los tubos y sirven para la circulación interna de la tela.

Estos torniquetes constan de motores trifásicos, para cada uno de ellos, y pueden girar en los dos sentidos. Sirven tanto para la circulación de la tela, así como para el desenredo de la misma en el proceso.

1.1.7. Se tiene un **filtro**, situado en la entrada del intercambiador de calor por donde circula el agua a la salida de la bomba principal, que sirve para eliminar residuos de fibras de las telas o cualquier residuo que pueda dañar alguna parte del proceso de tinturación.

1.1.8. Bomba principal. es la que realiza la circulación del líquido por toda la máquina, impulsada por un motor de las siguientes características:

Marca: SIEMENS
Motor: 30 KW
Voltaje: 220 /440 V
Frecuencia: 60 Hz
rpm: 3535 rpm

1.1.9. Compuertas. cada tubo consta de una compuerta especial que sirve para sellar herméticamente los tubos de tinturación para la protección de fugas, tanto de agua, vapor y presión.



Figura. 1.6. Vista frontal del jet (compuertas)

1.1.10. Panel de control. donde se encuentran todas las conexiones y mandos de control del jet tinturador.

1.2. FORMA BÁSICA DE TRABAJO DEL JET TINTURADOR

La forma básica de trabajo se resume en varios pasos que el operador realiza y que se aplica a cualquier proceso. Las pequeñas variantes de los distintos procesos se dan en el interior de cada paso.

El operario realiza los siguientes pasos para que la máquina funcione:

- Verificar las llaves de alimentación
- Verificar el estado de la bomba principal , auxiliares y filtro
- Cargar el agua
- Activación de la bomba principal.
- Ingreso de la tela
- Aseguramiento de compuertas
- Proceso , ciclo de trabajo
- Velocidad de trabajo
- Descargar la tela
- Vaciar el Jet

1.2.1 Verificar las llaves de alimentación.

Se realiza una inspección, por parte del operario para que, tanto las llaves de alimentación como de desfogue se encuentren cerradas, que no exista ingreso de agua antes de empezar el proceso, ni pérdida de la misma, vapor, ni presión cuando se comience a cargar el agua o empiece el proceso de tinturación.

1.2.2. Verificar el estado de la bomba principal, auxiliares y filtro.

El operario se asegura que la bomba principal se encuentre apagada, ya que, si por error se encuentra activada o se prende en un instante anterior a cargar el agua, produciría daños severos en la bomba.

En este momento se aprovecha para revisar el filtro y cambiarlo de ser necesario por otro que esté limpio, y no afecte al tinturado. El filtro recoge los residuos de pelusa y otros desechos existentes en el proceso, con esto se evita que se dañe la tela tinturada, o que en el siguiente proceso existan manchas en la tela.

1.2.3. Cargar el agua.

En este punto se abre la llave principal de alimentación de agua y se deja llenar hasta el volumen deseado. Este volumen es un parámetro definido, 2400 litros para todo proceso de tinturación, se tiene 1200 litros por cada tubo de tinturación.

Las características de la máquina son para trabajar desde 1400 litros, hasta 2400 litros, pero se trabaja siempre con 2400 litros porque es el punto de equilibrio en la tinturación, con una carga variable, es decir al hacer trabajar la máquina con menor valor de volumen no se optimizan recursos tanto de insumos, como de tiempo, cabe recalcar que estos procesos son largos. Con otros valores se pierden características en los procesos de tinturación.

Ejemplos:

Si existe demasiada agua, la tela se enreda en los torniquetes.

Si existe menos agua, pierde presión, por ende velocidad y los resultados se dan en el manchado de la tela con más o menos tonalidades dependiendo de otras características.

Si se encuentran en otro valor que no es el estandarizado, se procede a realizar una nivelación del líquido, cargando o disminuyendo el agua hasta obtener el valor deseado.

1.2.4. Activación de la bomba principal.

Una vez realizada la carga de agua, se procede al encendido de la bomba principal para que comience la circulación del agua dentro de la máquina.

1.2.5. Ingreso de la tela.

El ingreso de la tela se realiza por succión, se puede realizar de dos formas:

- 1.- Ingresar la tela individualmente por cada tubo.

2.- Ingresar la tela en los dos tubos al mismo tiempo.

La velocidad de ingreso de la tela, es controlada por medio de válvulas de pico, una para cada tubo, que son relacionadas directamente con la presión. Una vez cargada la tela se cierran las válvulas de pico, y se procede a anudar los extremos de las telas, para cerrar el ciclo.

1.2.6. Aseguramiento de compuertas.

Ingresada la tela, se procede a cerrar herméticamente las compuertas que poseen un caucho que cumple la función de sello, esto se realiza siempre antes de empezar cualquiera de los diferentes procesos de tinturación.

1.2.7. Proceso, ciclo de trabajo.

Existen dos trabajos que puede realizar el Jet Tinturador de textiles, esto depende de necesidades como:

1.2.7.1. Tinturación de telas. dentro del proceso de tinturación se realizan diferentes ciclos de trabajo dependiendo de características específicas de cada tela.

1.2.7.2. Lavado de la máquina. esto se realiza dentro de la parte de mantenimiento y limpieza de la máquina, y se realiza 2 veces al año, o dependiendo de la necesidad de la misma.

1.2.8. Velocidad de trabajo.

La velocidad de trabajo es controlada manualmente por las válvulas de pico, con la referencia de los indicadores de presión, manómetros.

1.2.9. Descargar la tela.

Una vez realizado todo el proceso de tinturación, se procede a descargar la tela con la ayuda del carrete; éste posee un motor que ayuda a descargar la tela con una velocidad definida hacia los depósitos, para luego pasar al ciclo de secado.

1.2.10. Vaciar el Jet.

Para terminar el proceso, se tiene que accionar las llaves de desfogue de líquido, esta se abre siempre y cuando:

- La bomba principal se encuentre apagada
- La temperatura sea menor a los 80 °C
- La presión haya sido expulsada, por medio de una llave de paso que el operario abre gradualmente hasta lograr bajar la presión a 4 Kg. f/ cm².

1.3. ÓRDENES DE TRABAJO

Para que la máquina empiece a producir, necesariamente debe existir una orden de trabajo emitida por el jefe de tinturación. Esta orden indica diferentes características de la producción que se va a realizar. (Tabla 1.1)

	TEXPAC	
Fecha de creación: 15-02-05	Tarjeta N°: 8017	Otros
Tela: Adidas	Color: negro	Crudo
N° piezas: 6	Código: 026	Rendimiento (m/Kg):----
Cliente: -----	Relación: 01:08	% goma: -----
Material: Poliéster	Volumen(l):2400	Producto terminado:-----
Peso (Kg) : 295 , 5	V.Bom:-----	Rendimiento (m/Kg):----
Long. (m) : 1200	V.Torn:-----	% encogimiento : -----
Máquina : JET 1		

Tabla. 1.1. Orden de trabajo

1.4. CONTROL DE TEMPERATURA

El control de temperatura, se realiza por medio del intercambiador de calor, que funciona básicamente como un caldero; su estructura está integrada por la carcasa que, internamente esta constituida por tubos, que es por donde se transporta o circula el agua enviada constantemente por la bomba principal, y que atraviesa toda la estructura del intercambiador .

En el intercambiador de calor se tiene la alimentación de vapor y agua fría por medio de válvulas neumáticas que son manipuladas por el programa controlador de temperatura.

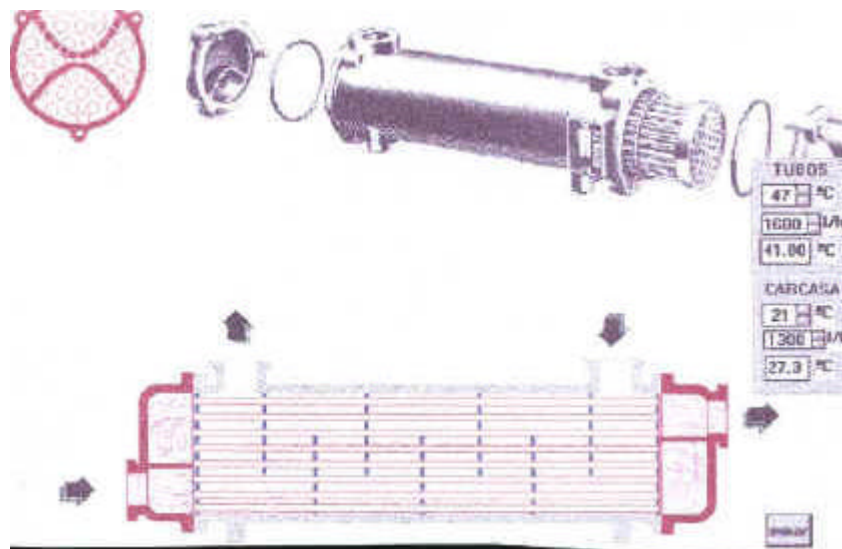


Figura. 1.7. Intercambiador de calor

Al circular el agua por los tubos del intercambiador y estos a su vez son calentados o enfriados por el vapor o el agua respectivamente. El control de paso del vapor y agua fría se realiza mediante válvulas neumáticas. Como resultado de este proceso se obtiene la temperatura deseada.

Un intercambiador de calor, consiste en el límite del material, buen conductor que separa dos fluidos que intercambian energía por transmisión de calor.

Como la pared es delgada, de material buen conductor del calor, su resistencia térmica es despreciable (a menos que esté recubierto de costra o suciedad).

En las siguientes tablas, veremos las características de las válvulas neumáticas utilizadas para el ingreso de vapor y agua al intercambiador de calor.

CYLINDER VALVE	
Tipo: 5-K 800 a	Medida: 50 A
Fluido: Vapor	Presión: 2-6 Kg f/ cm ²
Presión de operación: 4-7 Kg f/ cm ²	
Acción por aire: Abrir	
Serial: 75526	Dato:19866
Sank.yo seisankusho co.ltd	

Tabla. 1.2. Características de la válvula de vapor

CYLINDER VALVE	
Tipo: 5-K 800 a	Medida: 50 A
Fluido: Agua	Presión: 0.5-3 Kg f/ cm ²
Presión de operación: 4-7 Kg f/ cm ²	
Acción por aire: Abrir	
Serial: 75396	Dato:19866
Sank.yo seisankusho co.ltd	

Tabla. 1.3. Características de la válvula de agua

Para el control de temperatura, existe un sensor de temperatura analógico, ubicado a la salida del intercambiador de temperatura.

Este sensor de temperatura, es una sonda resistiva RTD (Resistance Temperature detector) Pt 100, de las siguientes características:

Características:

JPT: 100 ? 5mA

Clase: JIS B

°C : 150°C

Nº : 952248 MT

Fuji electric.co.ltd

El panel principal dispone de un termómetro de mercurio, que sirve para verificar la temperatura del jet tinturador.

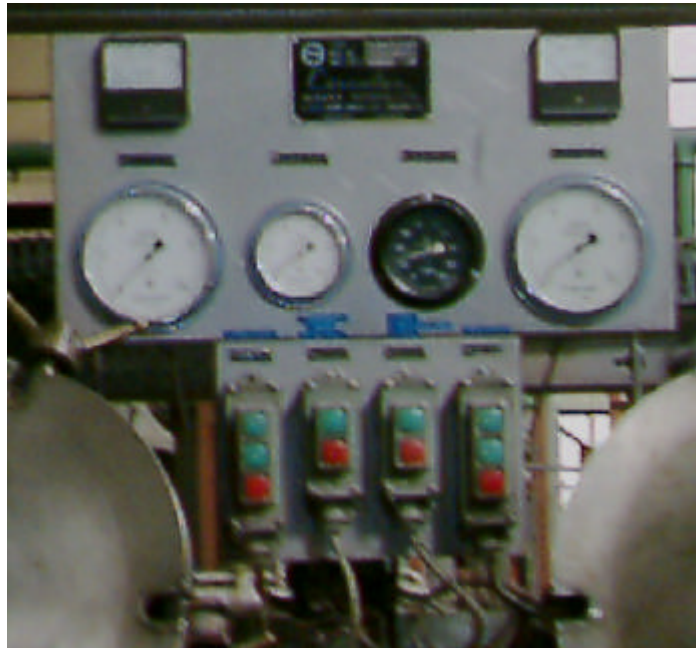


Figura. 1.8. Panel principal

1.5. ENTRADAS DE AIRE Y DE VAPOR

La alimentación de vapor es proporcionada por un Caldero de:

Marca: CLEAVER BROOKS

Modelo: CB 600-300

Año: 1992

Presión Max: 150 PSI

Presión de trabajo: 110-120 PSI

ANEXO 3 (Hoja de datos del caldero)

La alimentación de aire, es proporcionada por un compresor:

Marca:	Atlas Copco
Modelo:	GA
Presión min. carga:	4 bar
Presión de descarga:	7.5 bar.
Temperatura máx. entrada de aire:	40 °C
Temperatura min. entrada de aire:	0 °C

ANEXO 4 (Hoja de datos del compresor)

Antes de ingresar el aire de alimentación neumática al sistema, este pasa por una unidad de mantenimiento cuya función principal es eliminar el agua.

1.6. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL CONTROL DE TEMPERATURA

1.6.1 Temperatura ambiente es la temperatura tomada por el sensor, su variación no determina alguna alteración en el proceso que considera su parámetro.

1.6.2 Gradiente es la tasa de variación de la temperatura en función del tiempo.

Este parámetro es un factor principal en el control de la temperatura.

Se puede observar en la siguiente tabla las características necesarias de gradiente en los procesos de tinturación.

Temperatura de Subida	Gradiente
Temp. ambiente hasta 85°C	3°C/minuto
85°C hasta la temp. trabajo (max 140°C)	1.5°C/minuto

Tabla. 1.4. Gradiente de subida

Temperatura de bajada	Gradiente
temp. trabajo (max 140°C) hasta 80°C	1.5°C/minuto
80°C hasta Temp. ambiente	3°C/minuto

Tabla. 1.5. Gradiente de bajada

Este procedimiento es aplicado a los diferentes procesos de tinturación.

Una curva de operación temperatura vs. tiempo define el proceso de tinturado como muestra la figura. 1.9. Cuando se llegue a la temperatura del proceso se mantendrá fija por un determinado tiempo, cumpliendo las características de gradiente:

* Proceso 130 °C * 30 min.

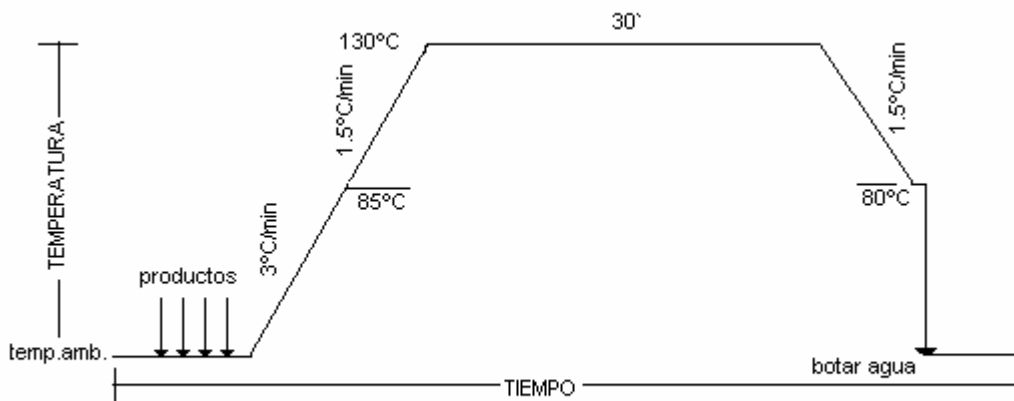


Figura. 1.9. Curva de tinturado

1.7. CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Existen diferentes combinaciones de tela, clasificadas por el tipo de tejido, combinaciones de materiales, y colores de los mismos, esto da 60 diferentes tipos de telas.

En TEXPAC se trabaja con dos tipos de tela específicos:

- Telares Ketten que son tejidos de punto.
- Telares Planos que son tejidos planos.

Las dos clases de tela, se producen en el interior de la empresa, en los departamentos del mismo nombre. También se importa tela de tejido plano de diferentes proveedores.

1.7.1. Telares Ketten (tejido de punto)

El proceso mediante el cual se obtiene el tejido de punto constituye uno de los principales métodos en la fabricación textil. Prácticamente toda la línea de medias y calcetines está hecha con tejido de punto, así como una gran cantidad de piezas de tela, prendas de vestir y ropa interior. Este proceso se lleva a cabo insertando una serie de lazos de una o más hebras con base a una serie de puntos conocidos y recurriendo a maquinaria sofisticada muy veloz. Aunque éste es un proceso completamente seco, se suele aplicar aceites a la hebra para lubricarla durante las puntadas. Para eliminar estos aceites del tejido se lo somete a procesos húmedos posteriores descargando los aceites en la corriente de agua residual.

Este telar se puede producir con diferentes materiales como son:

- Poliéster 100%
- Nylon-poliéster.

1.7.2. Telares Planos (tejido plano)

El proceso mediante el cual se obtiene el tejido plano, es el método más comúnmente utilizado en la industria textil. Los tejidos planos se emplean, a su vez, en la fabricación de una gran cantidad de productos industriales y de consumo. Este proceso se lleva a cabo en cualquiera de los distintos tipos de telares, en los cuales, en términos generales, se entrelazan hebras dispuestas a lo largo (urdimbre) con otras que van en ángulo recto a las primeras (tramado) pasando por encima o por debajo de éstas, con frecuencia es necesario agregar al proceso una etapa conocida como engomado, en la cual se puede generar una pequeña cantidad de agua residual.

Este telar, se puede producir con diferentes materiales como son:

- Poliéster – algodón.
- Poliéster 100% micro fibra.

Estos tipos de tela, pueden ser tinturados en todos los diferentes colores conocidos.

Para la realización de la tinturación, se deben ingresar curvas de trabajo que están caracterizadas por los siguientes procesos:

1.8. PROCESOS DE TINTURACIÓN

1.8.1 Telares Ketten.

La tintura del **poliéster 100%** se realiza con un (1) solo baño de tinturación.

Entre colores oscuros y claros, varía en algunos parámetros.

1.8.1.1 Tela Millagui color oscuro.

Material: **Poliéster 100%**

Tela: **Millagui**

Peso (kg): 266

Long (m): 1200

Color: **Azul Marino**

Relación: 01:08

Volumen (lt): 2400

1. Ingreso de agua (2400 lt).
2. Prendido de la bomba.
3. Desencrude: ingreso del antiqiebre, circulación a tem. Ambiente * 10 min. sin tela.
4. Cargar la tela.
5. Lavado antiespumante, productos a 80°C * 30 min.

6. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
7. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
8. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
9. Neutralizado, producto a temp. Ambiente * 10 min.
10. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
11. Tinturación del poliéster (**baño**).
 - a. Productos de tinte, circulación a Temp. Ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. Ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 130°C * 45 min.
12. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
13. Enjuague, productos a 80°C * 30 min. .
14. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
15. Enjuague por reboso.
16. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
17. Neutralizado, producto a Temp. ambiente* 10 min.
18. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
19. Sacar la tela tinturada.
20. Final del proceso.

ANEXO 5 (Diagrama de flujo tela millagui 1)

1.8.1.2. Tela Millagui color claro.

Material: **Poliéster 100%**

Tela: **Millagui**

Peso (kg): 266

Long (m): 1200

Color: **Blanco**

Relación: 01:07

Volumen (lt): 2400

1. Ingreso de agua (2400 lt).
2. Prendido de la bomba.

3. Desencrude: ingreso del antiqiebre, circulación a tem. Ambiente * 10 min. sin tela.
4. Cargar la tela.
5. Lavado antiespumante, productos a 80°C * 30 min.
6. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
7. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
8. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
9. Neutralizado, producto a temp. Ambiente * 10 min.
10. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
11. Tinturación del poliéster (**baño**).
 - a. Productos de tintura, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 130°C * 30 min.
12. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
13. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
14. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
15. Enjuague, productos a 70°C * 20 min. .
16. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
17. Enjuague por reboso.
18. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
19. Neutralizado, producto a Temp. ambiente* 10 min.
20. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
21. Sacar la tela tinturada.
22. Final del proceso.

ANEXO 6 (Diagrama de flujo tela millagui 2).

La tintura del **Nylon -Poliéster** se realiza con dos (2) baños de tinturación.

1.8.1.3. Tela Santos.

Material: **Nylon -Poliéster**

Tela: **Santos**

Peso (kg): 1285

Long (m): ----

Color: **Blanco celeste.**

Relación: 01:08

Volumen (lt): 2400

1. Ingreso de agua (2400 lt).
2. Prendido de la bomba.
3. Desencrude: ingreso del antiquiebre, circulación a tem. Ambiente * 10 min. sin tela.
4. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
5. Lavado antiespumante, productos a 70°C * 30 min.
6. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
7. Enjuague por reboso * 10 min.
8. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
9. Neutralizado, producto a temp. Ambiente * 10 min.
10. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
11. Tinturación del poliéster (**primer baño**).
 - a. Productos de tintura, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 130°C por 30 min.
12. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
13. Enjuague por rebose.
14. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
15. Tinturación del nylon (**segundo baño**).
 - a. Productos de tintura, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 90°C * 30 min.
16. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
17. Enjuague por rebose.
18. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
19. Enjuague jabonado, producto 50°C * 20 min.
20. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).

21. Enjuague por rebose.
22. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
23. Fijado, productos a 50°C * 20 min.
24. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
25. Sacar la tela.
26. Final del proceso.

ANEXO 7 (Diagrama de flujo tela santos).

La tintura del **Nylon** se realiza en un (1) solo baño de tinturación.

1.8.1.2. Tela Vicky Llana

Material: **Nylon**
Tela: **Vicky Llana**
Peso (kg): 153
Long (m): 3000
Color: **Rojo**
Relación: 01:10
Volumen (lt): 2400

1. Ingreso de agua (2400 lt).
2. Prendido de la bomba.
3. Desencrude: ingreso del antiqiebre, circulación a tem. Ambiente * 10 min. sin tela.
4. Cargar la tela.
5. Lavado antiespumante, productos a 80°C * 20 min.
6. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
7. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
8. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
9. Neutralizado, producto a temp. Ambiente * 10 min.
10. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).

11. Tinturación del poliéster (**baño**).
 - a. Productos de tinte, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 80°C * 30 min.
12. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
13. Enjuague por reboso.
14. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
15. Enjuague, productos a 70°C * 20 min. .
16. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
17. Enjuague por reboso.
18. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
19. Fijado, productos a 50°C * 20 min.
20. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
21. Suavizar, producto a 40°C * 20 min.
22. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
23. Sacar la tela tinturada.
24. Final del proceso.

ANEXO 8 (Diagrama de flujo tela vicky llana).

1.8.2. Telares Planos

La tinte del **poliéster-algodón** se realiza con dos (2) baños de tinte. Entre colores oscuros y claros, varía en algunos parámetros.

1.8.2.1. Jacket

Material: **Poliéster -algodón**
Tela: **Jacket**
Peso (kg): 238
Long (m): 1050
Color: **Azul Marino Boina**
Relación: 01:08
Volumen (lt): 2400

1. Ingreso de agua (2400 lt).
2. Prendido de la bomba.
3. Desencrude: ingreso del antiqiebre, circulación a tem. Ambiente * 10 min. sin tela.
4. Cargar la tela.
5. Lavado, productos a 70°C * 20 min.
6. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
7. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
8. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
9. Preblanqueo, productos a 90°C * 30 min.
10. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
11. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
12. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
13. Neutralizado, producto a temp. Ambiente * 10 min.
14. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
15. Tinturación del poliéster (**primer baño**).
 - a. Productos de tinte, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 130°C * 45 min.
16. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
17. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
18. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
19. Tinturación del algodón (**segundo baño**).
 - a. Productos de tinte, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 60 °C * 45 min.
20. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
21. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
22. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
23. Enjuague, productos a 85°C * 20 min. .
24. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
25. Enjuague por reboso.

26. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
27. Fijado, producto a 40°C* 20 min.
28. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
29. Neutralizado, producto a 40°C * 10 min.
30. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
31. Sacar la tela tinturada.
32. Final del proceso.

ANEXO 9 (Diagrama de flujo tela jacket).

La tintura del **poliéster 100%- micro fibra** se realiza con un (1) baño de tinturación. Entre colores oscuros y claros, varía en algunos parámetros.

1.8.2.2. Ronaldo especial.

Material: **poliéster 100%- micro fibra**
Tela: Ronaldo especial
Peso (kg): 226
Long (m): 1600
Color: **Azul eléctrico**
Relación: 01:08
Volumen (lt): 2400

1. Ingreso de agua (2400 lt).
2. Prendido de la bomba.
3. Desencrude: ingreso del antiqiebre, circulación a tem. Ambiente * 10 min. sin tela.
4. Cargar la tela.
5. Lavado, productos a 130°C * 30 min.
6. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
7. Enjuague por reboso a temp. ambiente * 10 min.
8. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
9. Neutralizado, producto a 40°C * 10 min.

10. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
11. Tinturación del poliéster (**baño**).
 - a. Productos de tinte, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - b. Productos colorantes, circulación a Temp. ambiente * 10 min.
 - c. Tinturación a 130°C * 45 min.
12. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
13. Lavado reductivo, productos a 80°C * 30 min. .
14. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
15. Neutralizado, producto a 50°C * 20 min.
16. Botar el agua, cargar nueva agua (2400 lt).
17. Sacar la tela tinturada.
18. Final del proceso.

ANEXO 10 (Diagrama de flujo tela Ronaldo especial).

Los diferentes procesos ejemplificados anteriormente, son los más generales realizados en la fabrica. Estos procesos pueden variar en algunas formas dependiendo del color de la tela a tinturarse en cada uno de ellos.

- Varía la temperatura
- Los enjuagues
- Los tiempos
- La cantidad de los químicos

Así que estos ejemplos serán tomados como base para el análisis y control del nuevo sistema controlador de temperatura.

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DEL NUEVO CONTROLADOR DE TEMPERATURA

2.1. MÉTODO DE TRABAJO

Luego de haber concluido el estudio pertinente sobre las características necesarias del sistema de control se procedió a establecer una forma de trabajo para el estudio del nuevo controlador. Este estudio se encuentra estructurado como se muestra en la Figura 2.1.

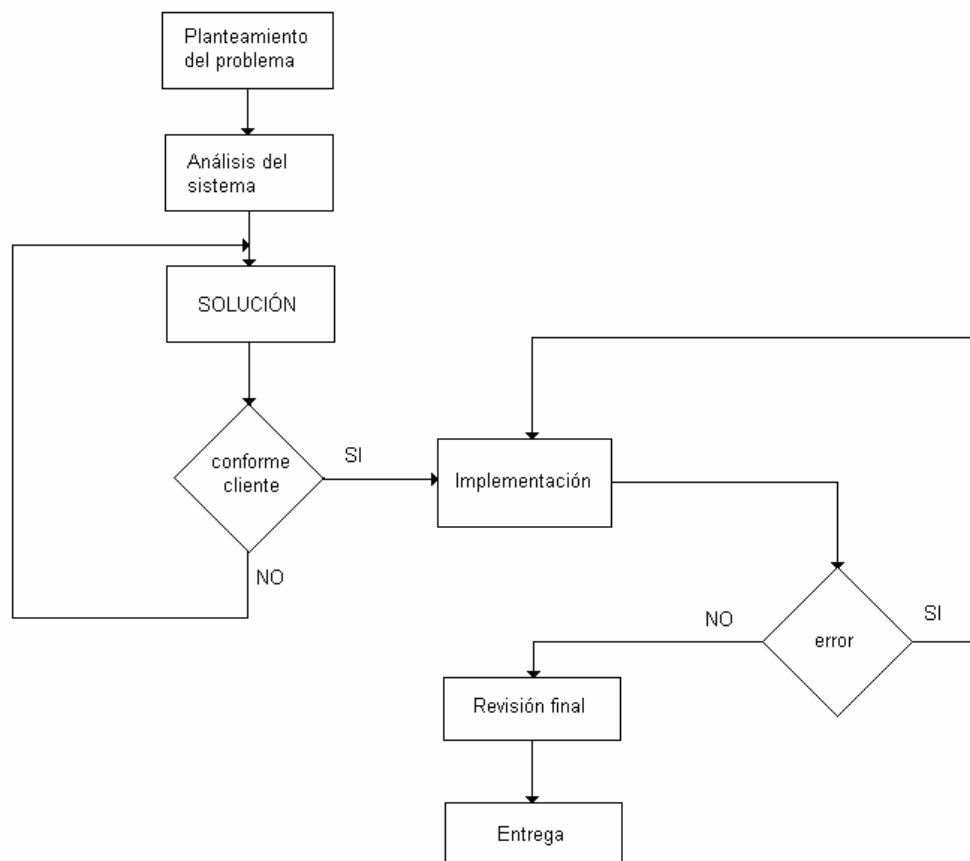


Figura.2.1. Forma de trabajo

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Jet tinturador de textiles, se encuentra implementado un controlador electromecánico, éste no funciona en toda su capacidad por lo que se ha ido convirtiendo en poco competitivo en el desempeño de su trabajo. Esto influye de manera directa en la calidad del producto final, es decir, las diferentes telas que se tinturan.

En este momento se trabaja dependiendo de la precisión de los operarios de la máquina en el control de temperatura-tiempo, basados en su experiencia personal. El control realizado, es un control on – off, que no proporciona la exactitud requerida en la temperatura, tanto en el establecimiento, como en la subida (gradiente) de la misma. En este sistema, el ciclo de trabajo y el punto de ajuste del controlador son manipulados por el operario de turno como consecuencia se pierde exactitud en el control de tiempo y temperatura.

La empresa ve la necesidad de mejorar su producto, para ser más competitiva en el mercado actual.

2.3. ANÁLISIS DE SISTEMA

Partiendo del conocimiento del problema, se comenzó dividiendo el mismo en etapas, y se fue definiendo las características necesarias y básicas para el funcionamiento del nuevo controlador.

2.3.1. Temperatura.

La obtención de temperatura, se da por medio del intercambiador de calor tipo tubos, mediante sus dos entradas de alimentación, una para calentar con vapor y la otra para enfriar con agua como se explica detalladamente en el **capítulo 1**.

2.3.2. Recolección de información.

En la infraestructura física existen dos sensores de temperatura ubicados en diferentes partes. Uno de los sensores se ubica en el medio del jet tinturador y va directamente al panel frontal de la máquina en donde se puede verificar su valor. El siguiente sensor se encuentra en la salida del intercambiador de calor tipo tubos, del que se toma la señal que va al controlador de temperatura.

2.3.3. Controlador.

El controlador de temperatura, debe contar con determinadas características físicas y técnicas necesarias para realizar un correcto trabajo.

A continuación se considera la estructura básica con la que el controlador tiene que contar, éstas serán analizadas independientemente en la etapa de solución.

- Seguridad.
- Condiciones de trabajo.
- Ambiente de trabajo.
- Métodos de control.
- Gradiente.
- Capacidad de memoria.
- Entradas analógicas.
- Entradas digitales.
- Salidas.
- Comunicación.
- Garantía.
- Asesoría.

2.3.4. Acondicionamiento de señales.

El acondicionamiento de señal está supeditado a la salida de control obtenida desde el controlador de temperatura. El acondicionador acoplará la señal eléctrica a una señal neumática que es la forma de trabajo que tiene el actuador de las válvulas.

2.3.5. Actuadores.

Las válvulas neumáticas, son los actuadores que dan el paso de la entrada de vapor o de agua fría hacia el intercambiador de calor del tipo tubos para la obtención de la temperatura del sistema.

Para poder garantizar un correcto control de temperatura, las válvulas neumáticas tienen que estar en correcto desempeño de su función, con eso se puede garantizar mayor precisión en el control del sistema.

2.4. SOLUCIÓN

La búsqueda de las soluciones están supeditadas a la aprobación de la empresa, por tal motivo el estudio de las soluciones se irá dando por etapas que serán definidas según el avance del proyecto.

2.4.1. Propuestas del controlador

Se manejaron tres alternativas para realizar el nuevo control, las cuales se pusieron a consideración de la empresa, éstas son:

- Microprocesador.
- Controlador lógico programable (PLC).
- Controlador de temperatura.

El control, se puede hacer efectivo con cualquiera de estas alternativas, pero se escogió trabajar con un controlador de temperatura existente en el mercado, porque es más adecuado para la propuesta de trabajo por las razones que a continuación se manifiestan.

La propuesta del controlador de temperatura existente en el mercado fue favorecida debido a la estructura de la misma, en las otras alternativas, sea ésta microprocesador o controlador lógico programable (PLC) se debía incorporar a cada sistema interfaces hombre máquina, sean estas interfaces gráficas con un PC, que ocasionaría una dificultad en la implementación ya que en este caso el sitio de trabajo no da las facilidades físicas como para incorporar una computadora .

La propuesta del microprocesador o el mismo PLC con pantalla líquida, era viable; pero se definió que, con el controlador de temperatura se podían cumplir con estas expectativas, con una garantía del producto que cumple pruebas de conformidad, y normas mínimas de trabajo a nivel internacional.

Al determinar que, en un controlador de temperatura se puede ocupar un microprocesador o un PLC, se cumpliría con dos propuestas realizadas anteriormente a la empresa, se optó por trabajar con un controlador de temperatura que es la forma más viable de cumplir con las características buscadas y discutidas anteriormente.

Una vez definido el controlador a utilizar, se procedió a la búsqueda del controlador que tenga las características necesarias de trabajo.

2.4.2. Características del nuevo controlador.

Como se vio en el análisis del sistema, las características del nuevo controlador están basadas en:

2.4.2.1. Condiciones de trabajo.

Las temperaturas normales de trabajo en el jet tinturador de textiles son altas, por ende las condiciones a las que va ser expuesto el nuevo controlador van a ser duras. La infraestructura física en la que se encuentra la máquina es compartida con otras tres tinturadoras de textiles y otras máquinas que trabajan con vapor, además el tablero de

control se encuentra a un costado de la parte frontal de la máquina, esto hace que la temperatura ambiental de trabajo suba.

La temperatura y la humedad a las que va a estar sometido el controlador son altas fluctúan entre los 25 a 35 °C y 30 a 40 % de humedad.

2.4.2.2. Ambiente de trabajo.

Es necesario que, el entorno de trabajo entre el usuario y el controlador sea agradable, fácil de usar e interactuar entre los dos, el usuario debe sentirse en comodidad con el mismo.

La posibilidad de obtener información de lo que se está realizando, da la ventaja que al presentarse problemas el operario pueda resolverlos con facilidad y a tiempo sin necesidad de que esto implique problemas en el proceso.

2.4.2.3 Métodos de control.

La parte principal del nuevo controlador, se basa en la capacidad de éste en acoplarse al proceso de trabajo y las variables del proceso.

El control a realizarse, tiene que estar enfocado a obtener más precisión en las variables de proceso, es por esto que debe contar con la posibilidad de ocupar el mejor control que se acople al sistema, pudiendo ser éstos:

- Control on-off.
- Control proporcional (P).
- Control proporcional integral (PI).
- Control proporcional integral derivativo (PID).

El mejoramiento del control está basado en el método que se ocupa y del cual se tiene acceso en el nuevo controlador.

2.4.2.4. Gradiente.

Es necesario, poder manejar las variables de proceso de diferentes formas, una de estas es relacionada con el control de subida de la temperatura hasta cierto punto establecido. Éste puede realizarse de dos formas:

- Controlando la velocidad de subida en tiempo.
- Controlando la velocidad de subida por grados.

El gradiente de subida esta especificado para cada curva y para cada nivel de temperatura al cual se desee llegar, las normativas de estos gradientes está dado por características de las telas a tinturar, explicadas en el **capítulo 1**.

2.4.2.5. Memoria.

Las curvas de trabajo utilizadas para la tinturación de telas se encuentran definidas, son modelos estándar que se deben mantener en memoria para poder trabajar con ellas el momento que se requiera, sin la necesidad de programar cada vez que se vaya a ocupar alguna de éstas, por tal motivo se necesita una buena capacidad de memoria para que albergue en el sistema dichas curvas de trabajo.

2.4.2.6. Alarmas.

Los problemas que se pueden presentar en el sistema controlador, tienen que ser comunicados al operario dándole información de lo que sucede, para que éste a su vez pueda resolverlo.

Se deben tener alarmas de desviación de la temperatura, en el caso de que existan. También se requieren alarmas de proceso, para indicar que el proceso se salió de los rangos

de trabajo. Estas sirven para poder realizar los trabajos correctivos y que el producto final no resulte alterado.

Indicadores de fallas del sistema, son necesarios para detectar averías a tiempo y se de la solución del caso.

2.4.2.7. Entradas analógicas.

La necesidad de poder trabajar con diferentes tipos de sensores de temperatura, como por ejemplo termocuplas, RTD, o variables de proceso dadas en voltaje o corriente son la causa de la utilización de entradas analógicas en el controlador.

2.4.2.8. Entradas digitales.

Las entradas digitales, son necesarias en el concepto de poder trabajar con eventos, condiciones de trabajo que el controlador ocuparía para realizar su labor con definición de otros parámetros, como por ejemplo: niveles de agua, ingreso de productos químicos, apertura de compuertas, desfogues, etc.

2.4.2.9. Salidas.

La forma de entregar la señal de salida del controlador, está directamente relacionada con el acoplamiento de la señal, que se deberá hacer, para que trabaje con los actuadores finales que se tendrán.

2.4.2.10. Garantía.

El fabricante del controlador de temperatura deberá cumplir garantías en cuanto al material y fabricación del mismo, ésta es forma de asegurar los gastos que efectuará la fábrica, si existiera algún problema con el producto.

Se deberán explicar los alcances de esta garantía.

2.4.2.11. Asesoría.

Debe existir la asesoría del producto, esto conlleva el poder resolver problemas en caso de que ocurran, obtener información extra, que ayuda al mejor rendimiento del controlador.

2.4.2.12. Crecimiento.

El controlador, tiene que permitir la facilidad de poder seguir creciendo en el proceso de producción, esto quiere decir que se den alternativas como:

- Interactuar con otros controladores.
- Crecer en la automatización.
- Comunicación.

2.4.3. Elección del controlador de temperatura.

De conformidad con la estructura que se ha manejado, las propuestas de los controladores de temperatura serán presentadas a la empresa y se escogerá la más adecuada para el trabajo.

Estas propuestas fueron discutidas con la empresa en base a los parámetros antes definidos, para una correcta selección del controlador de temperatura.

En la siguiente tabla se encuentran las principales características necesarias para el buen desempeño del controlador en el jet tinturador de textiles.

Características	Watlow F4	Rex-p250	Sedo barco	Watlow F4	Rex-p250	Sedo barco
Diseños de perfiles	8	3,2	100	40	16	500
Segmentos	5,12	5,12	100	256	256	5000
Control	100	100	100	todos	todos	Todos
Salidas	100	100	100	diferentes	diferentes	Diferentes
Alarmas	50	50	100	2	2	4
Volt. Trab	100	100	50	100-240	100-240	24 Vdc
Frec.trab.	100	100	0	50/60	50/60	Desconocido
entradas digitales	21	0	100	4	no	19
Condicio.tr.	100	100	100	Excelentes	excelentes	excelentes
temp. tr	100	90,9	90,9	55	50	50
Humedad tr.	100	94,4	88,8	90%	85%	80%
Exactitud de calibra.	100	70	100	0,10%	0,30%	0,10%
dimensiones	70	70	100	10*10*10	10/10*15	29*15*16
ayudas internas	100	0	100	Si	no	si
interfaz	100	70	100	LCD	displays	LCD
asesoría	100	100	100	Si	si	si
proveedor	100	100	80	Si	si	en el Perú
garantía	100	35	0	3 años	1año	desconocido
ambiente	90	60	100	9	6	10
sensores de temper.	100	100	50	rtd.term	rtd.term	pt100
tipos de entrada	100	100	100	v,i,sen.	v,i,sen.	v,i,sen
salidas digitales	25	0	100	8	no tiene	32
Opciones de crec.	100	100	100	Si	si	si
Apreciación personal	100	70	80			
precio	100	60	80	1166,31	1143,98	2850+traslado
marca				EEUU	japones	alemán
	Watlow F4	Rex-p250	Sedo barco			
puntaje	1969,12	1678,62	2119,7			
porcentaje	78,7648	67,1448	84,788			

Tabla. 2.1. Comparación de controladores

La propuesta presentada a la empresa, se caracteriza por que los tres controles podrían trabajar con el sistema sin dificultad.

2.4.3.1. COMPARACIÓN:

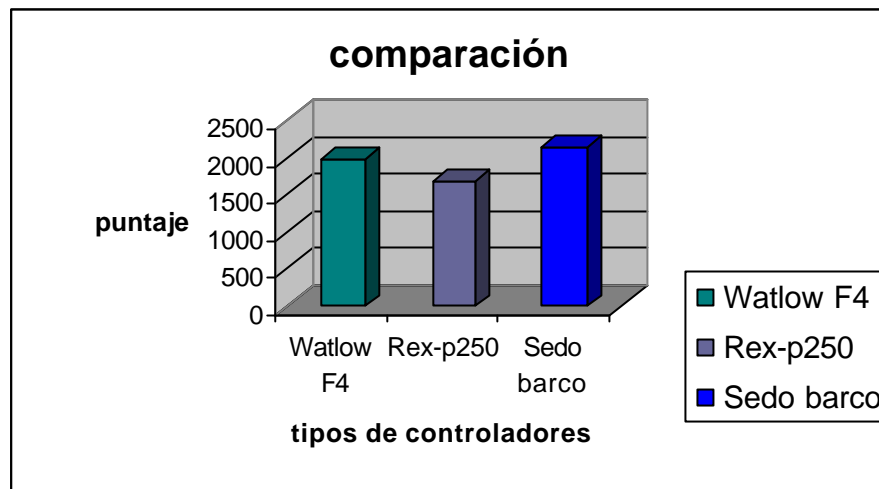


Figura. 2.2. Comparación por puntaje

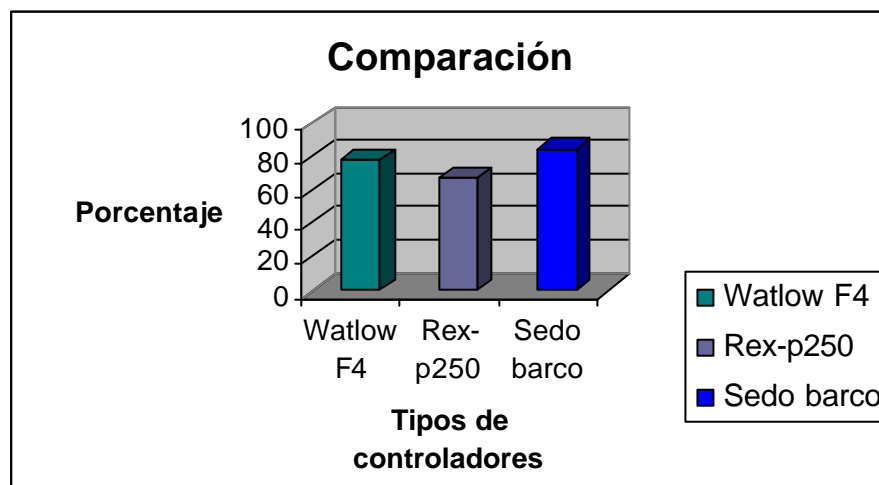


Figura. 2.3. Comparación por porcentaje

La recomendación realizada, es la de trabajar con el controlador Watlow F4, que es el que cumple con todas las características requeridas en parámetros apropiados para el jet tinturador de textiles.

El controlador Watlow F4 es superior al REX P-250, en algunas características como: que éste, no cuenta con entradas ni salidas digitales, necesita una tarjeta de entradas

analógicas que está considerada fuera del precio del controlador, el entorno de trabajo es más complejo, entre otras cosas.

El controlador Sedo Barco 1500, es superior en algunas de las características a las dos anteriores, pero la ventaja con el Watlow F4 principalmente es en el precio del producto, la asesoría existente en el país, y la ventaja de poder realizar con el controlador Watlow F4 todas las etapas requeridas en este diseño, con un sobre dimensionamiento apropiado para la máquina.

Presentadas las propuestas a la fábrica, se decidió en consenso, que se debe trabajar con el controlador Watlow F4 debido a su versatilidad. La definición se realizó después de un análisis exhaustivo de las propuestas presentadas y sus respectivas características de trabajo. Se discutieron las diferencias existentes entre las mismas y se definió el controlador mencionado.

A continuación se presentan las principales características de las tres propuestas presentadas a consideración.

2.4.3.2. Propuesta 1.

WATLOW F4

Controlador de rampa (1/4 DIN) con configuración y programación.



Figura. 2.4. Controlador Watlow F4

Los controladores de rampa industriales Watlow Series F4 1/4 DIN son fáciles de configurar, programar y operar en las aplicaciones de procesamiento de rampa y saturación más exigentes. El equipo Serie F4 ofrece las siguientes características:

- Pantalla de LCD de cuatro líneas y alta resolución.
- Software de programación guiada.
- Microprocesador de 16 bits.
- 256 pasos de rampa posibles hasta en 40 perfiles a los que se les puede asignar nombre.
- Seis tipos de pasos.
- Salidas de ocho eventos programables, control de compresor, selecciones de aumento de calor/aumento de frío y de interrupción del servicio eléctrico.
- Reloj de tiempo real.

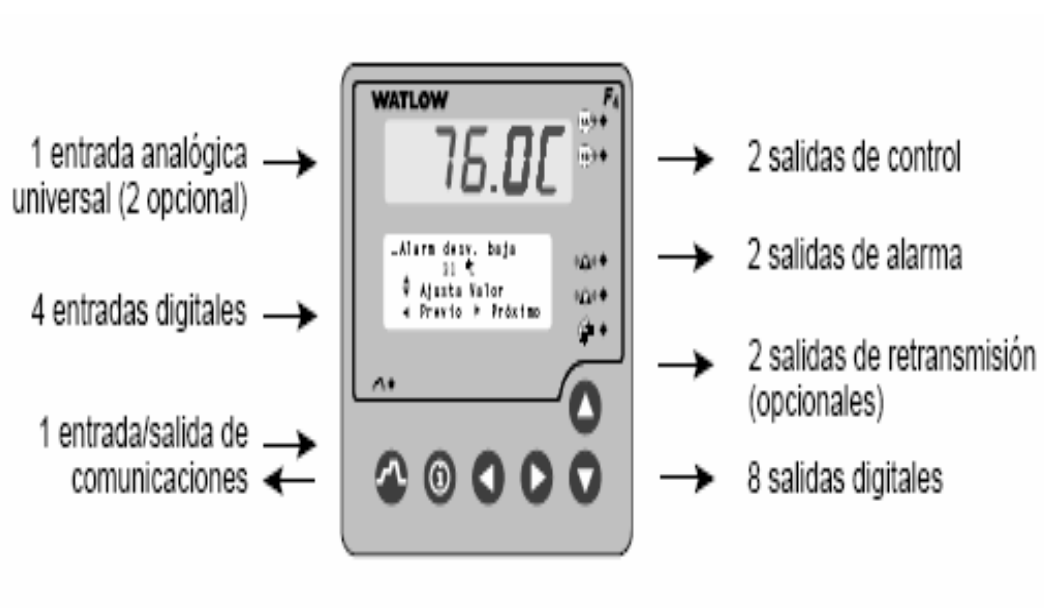


Figura. 2.5. Entradas y salidas del controlador

Los perfiles se pueden programar, para esperar acontecimientos o hasta tres diversas variables de proceso.

Las cuatro entradas digitales del acontecimiento, se pueden programar para comenzar, para detenerse brevemente o para terminar remotamente cualesquiera de sus recetas de proceso preprogramadas. Las ocho salidas del acontecimiento son segmento programable,

o tres de ellas se pueden asignar al control fresco programable del compresor y del alza heat/boost. Un reloj en tiempo real se puede utilizar para comenzar un perfil en cualquier momento.

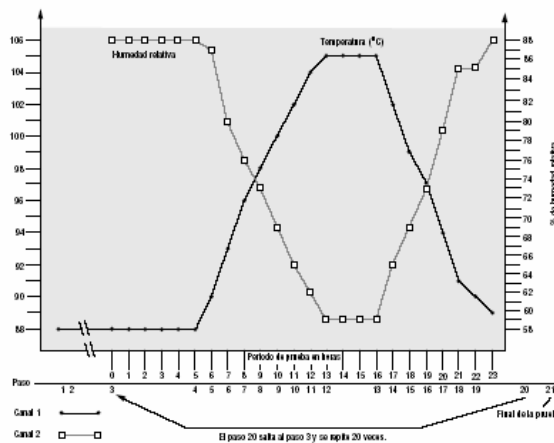


Figura. 2.6. Curva de trabajo

Los relays duales de la alarma se incluyen en la unidad baja. Los reguladores de rampa de la serie F4 se empaquetan con una cara delantera de la nema 4X para soportar ambientes ásperos y una caja profunda de cuatro pulgadas con los conectores desprendibles para la conveniencia del cableado.

Los reguladores de la serie F4 son fabricados por los controles registrados de **ISO 9001** Watlow y con una garantía de tres años.

El software del controlador Serie F4 está organizado en cinco secciones llamadas “páginas”. La página Principal es la página central (predeterminada) que presenta información de estado en la pantalla inferior. Para llegar a las otras hojas, es preciso comenzar en la página principal especial (personalizada).

Nota: El acceso al software está limitado mientras el controlador está en modo de auto afinación (es decir, no se puede acceder a las páginas Configuración y Fábrica) y cuando está ejecutando un perfil (no se puede acceder a las páginas Operaciones, Configuración y Fábrica).

Dimensiones

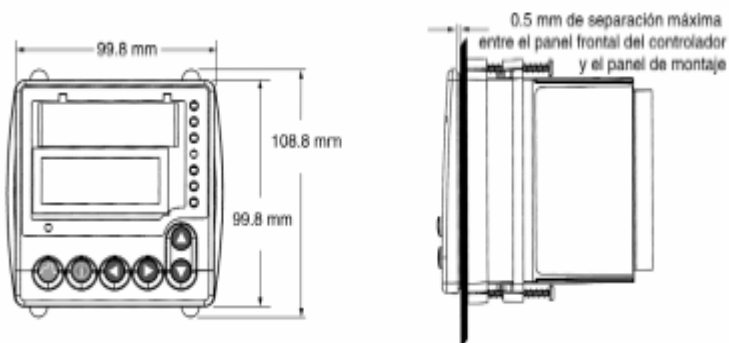


Figura. 2.7. Dimensiones del controlador

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS
256 el paso dirigido, 40 perfiles que se guardan en la memoria programable	Apoya una amplia gama de usos de proceso
Alta exhibición del interfaz del regulador del LCD de la línea de la definición cuatro	Simplifica la disposición y la operación
Arreglo para requisitos particulares del menú	Supervisión de proceso realizada
Microprocesador de alto rendimiento	Control de proceso exacto
Entradas universales	Flexibilidad del uso
Construcción modular extensible	Campo puede crecer
Control de cascada	Precisa el control de dos variables
Reloj en tiempo real con la reserva de la batería	Flexibilidad operacional

Tabla. 2.2. Características del controlador Watlow F4

COSTO: \$1.166

El costo del controlador, es a la fecha 01 de Mayo del 2005 y poseía una validez de 10 días. Este valor es fuera del módulo de comunicación.

Para conocer los detalles técnicos revisar el [data sheet 1](#).

El producto tiene su distribuidor autorizado en el país, el controlador se encuentra en stock. La garantía obtenida del controlador es de 3 años a partir de la entrega.

2.4.3.3. Propuesta 2.

Rex-P250



Figura. 2.8. Controlador Rex-P250

El Rex-p250 es un regulador de programa que almacena un máximo de 256 segmentos en 16 patrones, 16 segmentos por patrón.

- Programa de capacidad grande.
- Alta exactitud de +/- (0,3% de valor exhibido + 1 dígito).
- Mide el tiempo de la señal que puede hacer salir 4 puntos de la salida digital hasta 16 veces/patrón.
- 8 constantes de PID y fijar-valores de las alarmas, se pueden archivar y también fijar para cada segmento.

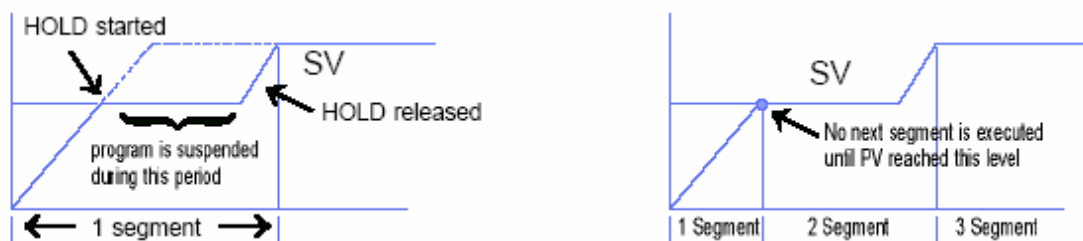


Figura. 2.9. Segmentos de trabajo

El control tiene tres modos de funcionamiento, se puede elegir el modo de trabajo:

1. Modo de programa.
2. Modo automático.
3. Modo manual.

Posee:

4. Entradas analógicas.
5. Entradas de contacto externas.
6. Entradas de procesos.
7. Alarmas de salida.
8. Salidas de control de diferentes tipos.
9. Salidas analógicas.
10. Alarmas

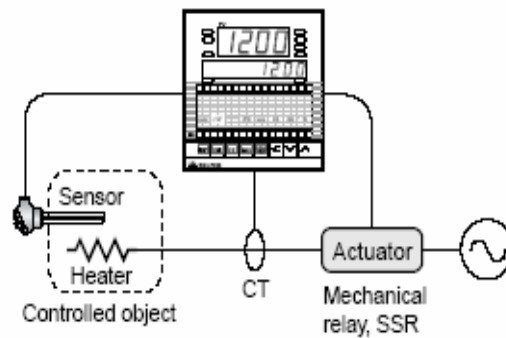


Figura. 2.10. Secuencia de trabajo

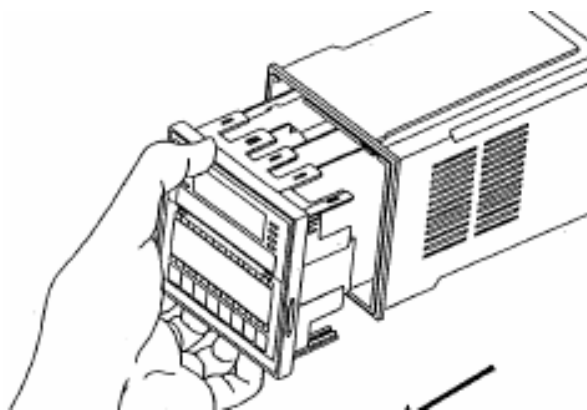


Figura. 2.11. Vista del controlador Rex-P250

COSTO: \$1.143

El costo del controlador es a la fecha 24 de Abril del 2005 y poseía una validez de 15 días.

Este valor es fuera del módulo de las entradas analógicas y el módulo de comunicación.

Para conocer los detalles técnicos revisar [el data sheet 2](#).

El producto tiene su distribuidor autorizado en el país, el controlador se encuentra en stock. La garantía obtenida del controlador es de 1 año a partir de la entrega.

2.4.3.3. Propuesta 3.**Sedomat 1500**

Figura. 2.12. Controlador Sedomat 1500

El Sedomat 1500 es un nuevo desarrollo avanzado, basado en el controlador PC1000/PC1001, que se convirtió en un estándar mundial, para el control tiempo/temperatura.

Características poderosas como PLC integrado, 10 curvas de dosificación, control de pH, detección de costuras, etc.

La operación del SEDOMAT 1500, es independiente del idioma. El usuario es guiado por un menú gráfico. Durante el proceso de tintura se muestran de modo gráfico, la curva tiempo/temperatura, todos los parámetros relevantes del proceso y las condiciones de alarma.

Versátil Controlador tiempo/temperatura

- PLC interno programable que garantiza la adaptación a todos los tipos de Máquinas.
- Pantalla gráfica LCD con icono para operación simple sin texto.

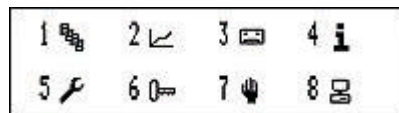


Figura. 2.13. Pantalla de opciones de trabajo

- Gráfico automático de la curva durante la creación del programa.

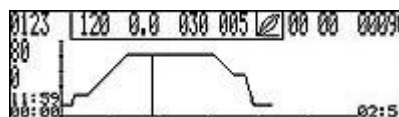


Figura. 2.14. Curva de trabajo

- Se puede conectar una pantalla externa.
- Funciones de tintura estándar preprogramadas.
- Lenguaje de programación de la familia de PLC de los SEDOMAT.
- No requiere entrenamiento adicional.
- Tarjeta de memoria PCMCIA para almacenamiento de configuración y Programas.
- Protección por clave que evita el uso no autorizado.
- Interfase estándar con el sistema Central SEDOMASTER como opción.

Aplicaciones

- Control de temperatura para máquina y tanques de adición.
- Control de velocidad, valor pH, presión diferencial y detección de costuras.
- Pantalla gráfica mostrando el ciclo de tintura.
- Funciones de monitoreo local, almacenamiento de datos de proceso (curva de Temperatura) hasta por 24 horas.
- Operación maestro-esclavo.
- 500 programas de tintura, max. 5000 pasos de programa.

COSTO: \$ 2850

El costo del controlador, es a la fecha 4 de Mayo del 2005 y poseía una validez de 15 días. Este valor del producto es en el Perú.

Para conocer los detalles técnicos revisar el [data sheet 3](#).

El controlador no se encuentra en stock, se necesita realizar el pedido a la empresa de fabricación por medio del distribuidor del Perú.

2.4.4. Definición de los elementos restantes de trabajo.

2.4.4.1. Sensor de temperatura.

El controlador de temperatura seleccionado tiene entradas analógicas universales, siendo estas:

- Termopar
- RTD
- Proceso

Para la lectura de la señal de temperatura, se usará un RTD, Pt 100 de tres hilos, que garantiza una señal fiable. Cuando se trabaja con una entrada de RTD de 2 hilos, cada 1 % de resistencia de conductor puede causar un error de $+2^{\circ}\text{F}$. Este problema puede eliminarse mediante el uso de un sensor de RTD de tres conductores. Los tres conductores deben tener la misma resistencia eléctrica (es decir, el mismo calibre, largo, y metal; de trenza múltiple o revestido).



Figura. 2.15. Pt 100 Sensor de temperatura

Los termómetros de resistencia son sensores de temperatura que operan con base en el principio de variación de la resistencia eléctrica de un metal, en función de la temperatura, siendo fabricados con hilos de alta pureza de platino, níquel o de cobre.

Sus principales características son la alta estabilidad mecánica y térmica, resistencia a la contaminación, relación de Resistencia x Temperatura prácticamente lineal, el desvío con el uso y envejecimiento es desechable, además de la alta señal eléctrica de salida. El sensor de resistencia de platino es el modelo de laboratorio y el estándar mundial para medidas de temperatura en la escala de -270°C a 962°C . Para la utilización industrial es un sensor de inigualable precisión, estabilidad y sensibilidad.

La termoresistencia de platino, es la más utilizada en la industria debido a su gran precisión y estabilidad. Conocida como Pt-100 o RTD, la termoresistencia de platino presenta una resistencia óhmica de 100 ohm a 0°C. Su escala de trabajo va de -200 a 650°C.

Características técnicas en el data sheet 4.

El sensor temperatura Pt 100, necesita para su implementación acoplarse al espacio físico designado en el jet tinturador de textiles y debe cumplir con las características requeridas. Aquí los acoples necesarios:

2.4.4.2. Punta de bayoneta 1" de largo *1/8" NPT.

Es la cubierta de acero para los cables del sensor RTD, esta punta es la que está en contacto directo con el sistema.



Figura. 2.16. Punta de bayoneta

2.4.4.3. Reducción ¼ * 1/8" SS316.

Acople de la punta de bayoneta, con la nueva medida.



Figura. 2.17. Reducciones y acoplamientos

2.4.4.4. Reducción 1/2 a 1/4" SS316.

Acople de la punta de bayoneta, con la nueva medida.

2.4.4.5. Cable de ext. RTD, recubierto PVC, 22 AWG.

Es la extensión del cable del sensor RTD, va directamente desde el sensor hacia el controlador de temperatura.



Figura. 2.18. Cable de extensión, recubierto

2.4.4.6 Salidas de control.

Las salidas de control tienen diferentes opciones de salida:

- Relé de estado sólido.
- CC conmutada, colector abierto.
- Salidas de proceso.

Se ocupará la salida de relé de estado sólido por sus características de respuesta.

2.4.4.7. Relé de estado sólido.

Es el acoplamiento de la salida del controlador de temperatura Watlow F4, para poder comunicarse con la electroválvula que al final será quien dé la orden de trabajo a la válvula neumática.

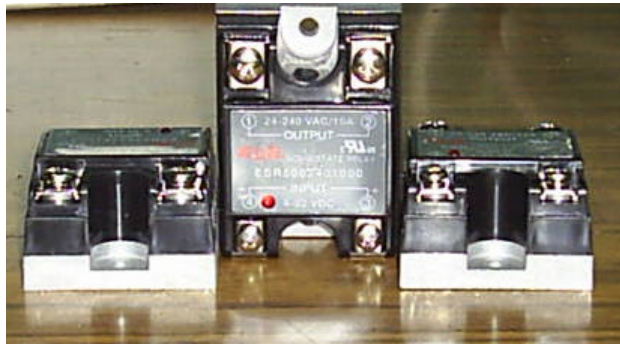


Figura. 2.19. SSR (relé de estado sólido)

Un relé de estado sólido SSR (Solid State Relay), es un circuito electrónico que contiene en su interior un circuito disparado por nivel, acoplado a un interruptor semiconductor, un transistor o un tiristor. Por SSR se entenderá un producto construido y comprobado en una fábrica, no un dispositivo formado por componentes independientes que se han montado sobre una placa de circuito impreso.

El relé de estado sólido tiene como características:

Marca: ECE
Voltaje de entrada: 4 - 32 VDC
Voltaje de salida: 24 – 240 VAC
Corriente: 10 A

Características técnicas en [el datasheet 5.](#)

2.4.4.8. Salidas de alarma.

Las salidas de alarma tienen dos opciones de salida:

- Relé electromecánico con contacto normalmente abierto.
- Relé electromecánico con contacto normalmente cerrado.

Estos contactos son internos del controlador, esta es la respuesta que se obtiene a la salida cuando se activa una alarma. Se puede elegir la forma de trabajo de la salida, en contacto normalmente abierto, o con contacto normalmente cerrado, dependiendo de las necesidades del diseño.

2.4.4.9. Fusible.

Dispositivo de seguridad utilizado para proteger un circuito eléctrico de un exceso de corriente. Su componente esencial es, habitualmente, un hilo o una banda de metal que se derrite a una determinada temperatura. El fusible está diseñado para que la banda de metal pueda colocarse fácilmente en el circuito eléctrico. Si la corriente del circuito excede un valor predeterminado, el metal fusible se derrite y se rompe o abre el circuito.

Un fusible cilíndrico está formado por una banda de metal fundible, encerrada en un cilindro de cerámica o de fibra. Los bornes de metal ajustados a los extremos del fusible hacen contacto con la banda de metal. Este tipo de fusible se coloca en un circuito eléctrico de modo que la corriente fluya a través de la banda metálica para que el circuito se complete. Si se da un exceso de corriente en el circuito, la conexión de metal se calienta hasta su punto de fusión y se rompe. Esto abre el circuito, detiene el paso de la corriente y, de ese modo, protege al circuito.



Figura. 2.20 Fusible

Las características del fusible son:

Voltaje: 125 VAC

Corriente: 5 A

2.4.4.10. Electroválvulas 3 vías ¼ “0-15 bar

La electroválvula permite regular el caudal de un fluido y está activada por un electroimán que es accionado con una señal de voltaje. Por medio de la electroválvula se receipta la señal enviada por el relé de estado sólido y la convierte en una señal neumática, esta válvula regula la apertura o cierre de la válvula neumática que es el actuador final del proceso, es decir es un elemento piloto.

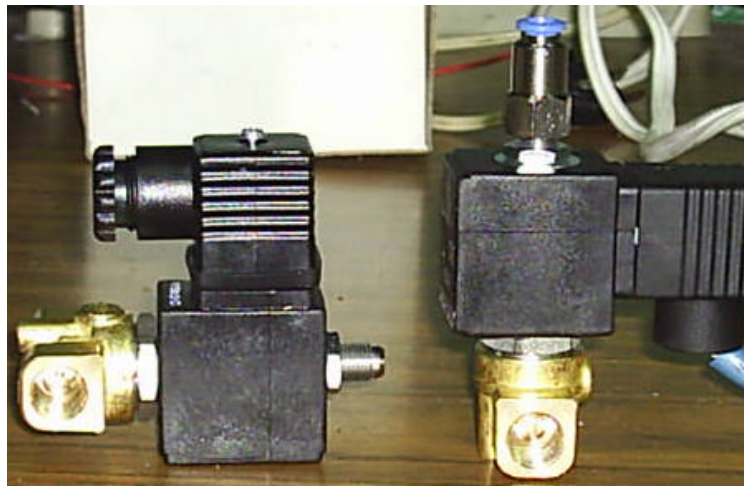


Figura. 2.21. Electroválvulas

Son electroválvulas de acción directa, no precisan una presión mínima de funcionamiento, los detalles técnicos se encuentran en el [data sheet 6](#).

Las características de trabajo son:

Marca: Genebre

Voltaje: 110 V

Frecuencia: 50 Hz

Temp. mín. trabajo: - 10 °C

Temp. máx. trabajo: + 140 °C

Potencia bobina: 8 W

2.4.4.11. Racores, tipo T y tipo codo.

Son dispositivos que permiten unir, o aumentar una nueva distribución de aire por medio de mangueras, son de marca FESTO.



Figura. 2.22. Racores

2.4.4.12. Pulsadores.

Sirven para aumentar las características de eventos en los programas de las curvas de tinturación, por medio de este se simula una entrada de activación de dichos eventos para proseguir con la ejecución del programa.



Figura. 2.23. Pulsadores

Las características de los pulsadores son:

Marca: EBC

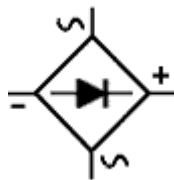
Voltaje: 240 V

Corriente: 10 A

Condición: Normalmente abierto

2.4.4.13. Puente de diodos rectificador.

Símbolo:



Aspecto físico:



Figura. 2.24. Puente rectificador de diodos

Se observa en el símbolo, dos terminales de entrada de corriente alterna y dos de salida de corriente continua. Los terminales del puente rectificador pueden cambiar, dependiendo del fabricante.

Se utilizan en fuentes de alimentación conectados a la salida de un transformador para obtener en su salida, indicada por las patillas + y -, una corriente continua.

2.4.4.14. Interruptor.

Es un aparato destinado al cierre o apertura de un circuito. Bajo carga la conexión o desconexión puede ser manual y/o automática, el interruptor es un aparato de potencia siendo limitado en número de maniobras que puede realizar.



Figura. 2.25. Interruptor

Las características del interruptor son:

Marca: Fuji electric

Voltaje: 220 V

Corriente: 10 A

2.4.4.15. Disyuntor.

Es un interruptor automático de acción térmica y/o magnética, actúa si la corriente toma un valor inadecuado y actúa por un cierto tiempo, protegiendo en caso de sobrecarga que pueden producir daños al circuito diseñado.



Figura. 2.26. Disyuntor

Las características del disyuntor son:

Marca: Siemens
Voltaje: 220 V
Corriente: 15 A
Temperatura de dis.: 60 °C

2.4.4.16. Focos de alarma.

Son las señales visuales que tendrá el operario para llamar su atención, y prevenir un error en el sistema, que debe ser resuelto antes de continuar con el proceso.



Figura. 2.27. Foco, alarma

Las características del foco son:

Marca: Fuji electric
Voltaje: 220 V
Potencia: 10 W

2.4.4.17. Cable

Se trabajará con el cable AWG 16 y 14, recomendación del controlador para todas las conexiones del nuevo sistema.

AWG: La medida estándar del cable, a menudo las medidas del cable se expresan con un número seguido de las iniciales AWG (AWG es un sistema de medida para hilos que especifica su grosor). Conforme el grosor del hilo aumenta, el número AWG disminuye. A

menudo el hilo de teléfono se utiliza como punto de referencia; tiene un grosor de 22 AWG. Un hilo con un grosor de 14 AWG es más grueso que el hilo telefónico y uno de 26 AWG es más delgado que el telefónico.

2.4.4.18. Válvulas neumáticas.

Las válvulas neumáticas necesariamente tienen que ser cambiadas, para poder asegurar un control de temperatura más exacto. Reemplazadas estas válvulas, se puede calibrar bien los valores de control.

Válvulas de asiento inclinado con actuador neumático de simple efecto son las escogidas para reemplazar a las anteriores.



Figura. 2.28. Válvula con actuador neumático de asiento inclinado

Características técnicas en el [datasheet 7](#).

2.4.5. Mantenimiento general

2.4.5.1. Sistema de trampas.

Se recomienda cambiar el sistema de trampas debido a que algunas no están en funcionamiento y se encuentran fugas en las instalaciones, esto afecta al nuevo sistema.

2.4.5.2. Sellos mecánicos de los torniquetes.

Debido a la existencia de fugas de presión y agua por los torniquetes; se consideró realizar un mantenimiento general de los mismos, principalmente de los sellos mecánicos, por donde existen fugas.

Los sellos mecánicos, son de carburo de silicio y carbón; y, se realizaron según las características de una muestra.



Figura. 2.29. Sellos mecánicos

Una vez diseñados todos los componentes del nuevo sistema, se procede a la aprobación de los mismos, y su respectiva compra.

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.

Una vez aprobada y realizada la compra de todos los elementos del nuevo sistema, se procedió a la implementación. Esta se ejecuta por etapas definidas.

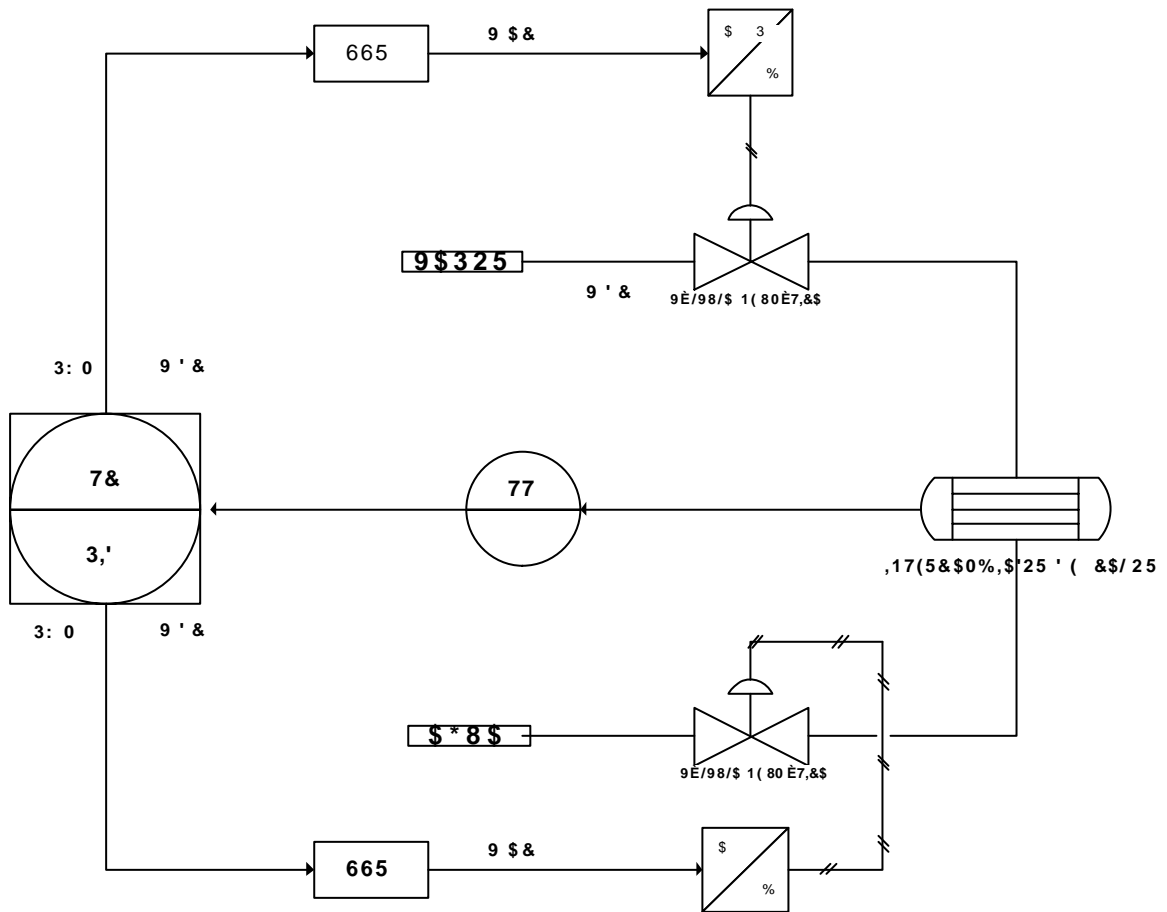


Figura. 3.1. Filosofía de funcionamiento

Como se muestra en la figura 3.1. la información del proceso entregada por el sensor de temperatura al controlador es procesada para obtener la mejor respuesta para el sistema. Establecidos los parámetros de configuración del controlador y procesada la información se realiza un control proporcional integral derivativo (PID).

Las salidas del controlador de temperatura, que son acciones de señal de control en respuesta a la diferencia entre el punto establecido y la variable del proceso entregan una señal eléctrica (0-24V DC) la cual activa un pulso de salida, el control PID es el que determina la duración del pulso, es decir el tiempo que la salida permanece encendida.

Se usa un PWM (Modulación por Anchos de Pulso) que es la técnica que consiste en un tren de pulsos a frecuencia fija a los cuales se les varia sus anchos. El tiempo de ciclo de trabajo es determinado en la configuración del controlador, y es el tiempo requerido para que el controlador finalice un ciclo de encendido –apagado-encendido.

El valor de la salida de control es detectado por un relé de estado sólido que activa la alimentación (110 VAC) para un convertidor de señal, que transforma la señal eléctrica (**A**) en señal neumática (**B**) (electroválvula), que finalmente envía la señal de activación del actuador final (válvula neumática de asiento inclinado).

3.1. PRUEBA DEL CONTROLADOR

Se realizó primero una prueba del controlador y el sensor de temperatura, para ver su funcionamiento en conjunto. Esta prueba se efectuó en forma independiente al jet tinturador de textiles.

Esta etapa permitió la familiarización con el ambiente de trabajo del controlador y las pantallas de trabajo.

Lo que se realiza como siguiente paso, es la configuración de todos los parámetros del controlador de temperatura, este es el paso principal debido a que se ingresaran todas las características necesarias para un acoplamiento con el sistema de temperatura.

Si bien es cierto el controlador Watlow F4 permite ejecutar controles complejos, es necesario configurarlo correctamente.

Existe una página principal de trabajo, que es la que presenta mensajes de error, mensajes estáticos y el estado de entradas, salidas y perfiles, según los ajustes de los parámetros de la página principal personalizada. Se avanza con las flechas hacia donde desee, arriba, abajo, izquierda y derecha.

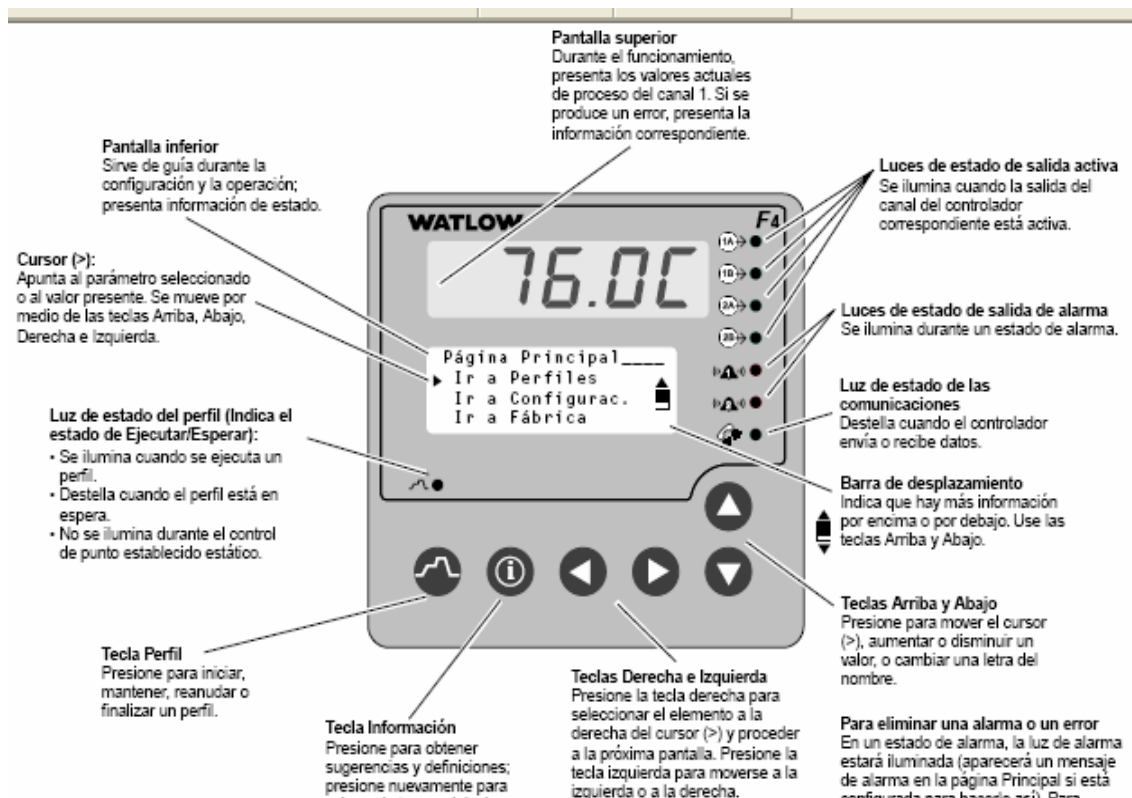


Figura. 3.2. Teclas, pantallas y luces

3.2 PROGRAMACIÓN

El software del controlador Serie F4, guía a los usuarios a lo largo de la mayoría de las tareas. Para realizar una tarea, simplemente se procede a través de la secuencia de parámetros. Para cada parámetro, seleccione la opción o establezca el valor correspondiente, luego presione la tecla Derecha para continuar al parámetro de la próxima pantalla. Finalizará la tarea cuando vuelva al Menú Inicial.

1. Use > o < para mover el cursor a fin de seleccionar un elemento en una lista.
2. Presione la tecla Derecha.
3. Ingrese el valor y haga una selección.
4. Presione nuevamente.
5. Repita hasta que vuelva a la lista original.

Para cambiar a un parámetro simple específico, se procede a través de la secuencia de parámetros (sin cambiar valores) hasta que llegue al parámetro que se desee cambiar, y entonces se realiza el cambio. Una vez cambiado el valor, puede salir de la secuencia presionando la tecla Izquierda, o puede continuar en la secuencia presionando la tecla Derecha. Al salir de la página debe seleccionar Guardar cambios o Restaurar valores.

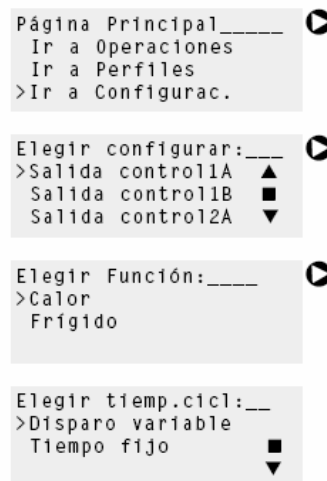


Figura. 3.3. Programación guiada

3.2.1 Orden de configuración de los parámetros.

La configuración inicial del controlador Serie F4 se facilita siguiendo esta secuencia:

- 3.2.1.1. Ir al Menú de Sistema (página Configuración) para configurar los siguientes elementos:

- Banda de saturación garantizada.
- Hora y fecha actuales;
- Unidades PID — unidades del Sistema Internacional SI (Integral, Derivativa) o inglesas (Restablecimiento, Compensación);
- Escalas en grados Celsius o Fahrenheit;
- Visualización de unidades en la pantalla superior del controlador;
- Autoafinación (sintonización automática) del punto establecido;
- Advertencias de detección de lazo abierto; y
- Respuesta del controlador a un apagado de potencia (interrupción del servicio eléctrico) durante la ejecución de un perfil.

3.2.1.2. Ir a otros menús de la página Configuración para configurar:

- Entrada analógica x (1);
- Entrada digital x (1 a 4);
- Salida de control x (1A, 1B);
- Salida de alarma x (1 ó 2);
- Salida digital x (1 a 8);
- Comunicaciones; y
- Página Configuración personalizada.
- Mensajes personalizados.

3.2.1.3. Ir a la página Operaciones para afinar los conjuntos PID.

3.2.1.4. Ir a la página Operaciones para fijar los puntos establecidos de la alarma.

3.2.1.5. Ir a la página Perfiles para programar los perfiles.

Después de esta configuración inicial, los cambios más frecuentes serán los efectuados en la página Operaciones (puntos establecidos de alarma y conjuntos PID), y página perfiles. Un cambio en los parámetros de la Entrada analógica 1 eliminará todos los perfiles almacenados (después de que se haya confirmado tal decisión).

3.3 PARÁMETROS DE LA PÁGINA CONFIGURACIÓN

3.3.1 Sistema

Principal > Configuración > **Sistema**

3.3.1.1 Garantía de saturación

Se selecciona el valor por encima y por debajo del punto establecido para definir la banda de saturación.

- 2°C

3.3.1.2 Hora actual

Se ingresa la hora actual (Reloj de 24 horas).

- Horas.
- Minutos.
- Segundos.

3.3.1.3 Fecha actual

Se ingresa la fecha actual.

- Mes.
- Día.
- Año.

3.3.1.4 Unidades PID

Se selecciona las unidades para realizar el control PID.

- Unidades inglesas (Restablecimiento / compensación)
- Unidades del Sistema Internacional (Integral Derivativa)

3.3.1.5 ° F ó ° C

Se selecciona una escala de temperatura.

- ° F
- ° C

3.3.1.6 Mostrar ° F ó ° C

Se selecciona si se muestra o se oculta ° C ó ° F en la pantalla superior.

- No, pantalla superior.
- **Si, pantalla superior.**

3.3.1.7 Auto afinación del punto establecido del canal 1

Se establece el porcentaje del punto establecido al cual autoafinarse.

- 50 a 150 %
90 %

3.3.1.8 Entrada * falla

Se ingresa el porcentaje de potencia proporcionada a la salida en caso de falla del sensor de entrada analógica.

- 0 %

3.3.1.9 Canal de lazo abierto

Se selecciona si se apagarán las salidas y se visualizará un mensaje de error.

- Apagado.
- **Encendido.**

3.3.1.10 Tiempo de apagado de potencia

Se define una interrupción del servicio eléctrico en segundos.

- **300 segundos**

3.3.1.11 Acción de apagado de potencia

Se selecciona la respuesta del controlador a una interrupción del servicio eléctrico mientras ejecuta un perfil.

- Continuar.
- **Esperar.**
- Terminar.
- Restablecimiento.
- Punto de ajuste de reposo 1.

Tiempo y acción de apagado de potencia (interrupción del servicio eléctrico)

Los parámetros de tiempo y acción de apagado de potencia dirigen la respuesta del controlador a la interrupción del servicio eléctrico mientras se ejecuta un perfil. Un reloj de tiempo real accionado a batería registra la cantidad de tiempo que permaneció sin servicio eléctrico. (El tiempo de ejecución del perfil se detiene cuando no hay alimentación eléctrica.) Cuando se repone la alimentación, el controlador compara ésta cantidad de tiempo con el ajuste de tiempo sin servicio eléctrico y toma la acción seleccionada en el ajuste de acción de apagado de potencia.

3.3.2 Entrada analógica

Principal > Configuración de > Entrada analógica x (1)

3.3.2.1 Sensor

Seleccionar el sensor:

- Termopar.
- **RTD.**
- Proceso.
- Bulbo húmedo – bulbo seco.
- Apagado.

3.3.2.2 Tipo

Seleccionar la tabla de linealización a aplicar al sensor.

Si es termopar	Si es RTD	Si es proceso
J	JIS	4 A 20 mA
K	DIN	0 a 20 mA
T		0 a 5 V
E		1 a 5 V
N		0 a 10 V
C		0 a 50 m V
D		
PT2		

Tabla. 3.1. Tabla de linealización

3.3.2.3 Unidades

Seleccionar las unidades de medición para la entrada del sensor:

- **Temperatura**
- %hr
- Psi
- unidades

3.3.2.4 Decimal

Establezca el punto decimal para la entrada:

- 0
- **0.0**
- 0.00 proceso
- 0.000 proceso

3.3.2.5 Escala baja

Se establece el valor de unidad para el extremo bajo de rango de corriente o voltaje.

- Activo si se fija el tipo del sensor en proceso.

3.3.2.6 Escala alta

Se establece el valor de unidad para el extremo alto de rango de corriente o voltaje.

- Activo si se fija el tipo del sensor en proceso.

3.3.2.7 Límite bajo del punto establecido

Se establece el límite para un punto establecido mínimo.

- 0 ° C

3.3.2.8 Límite alto del punto establecido

Se establece el límite para un punto establecido mínimo.

- 150 ° C

3.3.2.9 Compensación de la calibración

Compensa los errores del sensor o de otros factores.

- 0.5 ° C

3.3.2.10 Filtro de tiempo

Se establece el filtro de tiempo en segundos, para las entradas.

- 1.0

3.3.2.11 Enganche de error

Se decide si la eliminación del error es automática o manual.

- Auto borrar
- Traba

3.3.2.12 Cascada

Se selecciona si se usará el algoritmo de la cascada.

- No cascada
- Cascada de proceso
- Cascada de desviación

Compensación de calibración

Éste es un ajuste hecho para eliminar las diferencias entre el valor indicado y el valor de proceso real, debidas a imprecisiones del sensor, o resistencia del conductor u otros factores. Una compensación positiva aumenta el valor de entrada, mientras que una negativa lo disminuye.

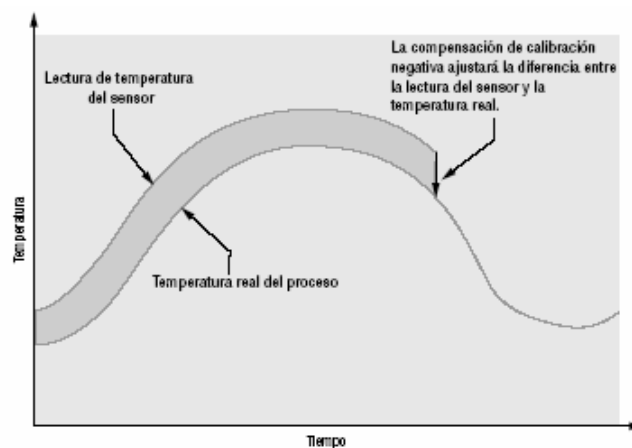


Figura. 3.4. Compensación de calibración

Filtro de señal

Un filtro de primer orden suaviza la señal de entrada. Es posible filtrar o bien el valor mostrado, o tanto el valor mostrado como el de control. Un valor mostrado filtrado facilita la monitorización. Filtrar la señal podría mejorar el rendimiento del control PID en un sistema que tenga mucho ruido o que sea muy dinámico.

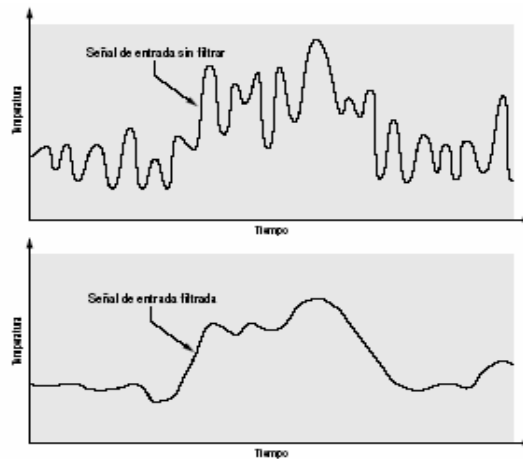


Figura. 3.5. Señales de entrada filtradas y no filtradas

Límite alto y límite bajo del punto establecido

Estos parámetros limitan el rango dentro del cual el operador puede ajustar el punto establecido. Los parámetros no se pueden ajustar más altos ni más bajos que las limitaciones del sensor.

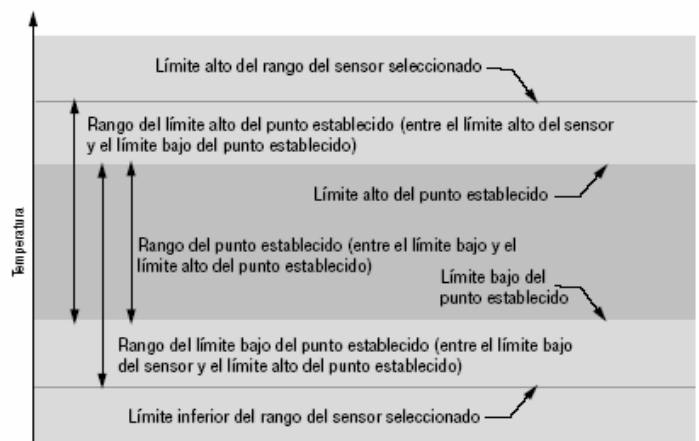


Figura. 3.6. Rangos del sensor

Evento

Con una entrada de evento, un operador puede realizar ciertas operaciones en un sistema, abriendo o cerrando un interruptor o aplicando una señal lógica de CC al controlador. Esta característica puede aportar conveniencia o seguridad a un sistema.

3.3.3 Entrada digital x (1 a 4)

Principal > Configuración > **Entrada digital x (1 a 4)**

3.3.3.1 Nombre

Nombre de la entrada para facilitar su referencia.

- **Químicos (nombre entrada 1)**

3.3.3.2 Función

Se selecciona la función de la entrada digital.

- Apagado.
- Bloqueo de panel.
- Restablecer alarma.
- Salidas digitales apagadas.
- Todas las salidas apagadas.
- Comenzar perfil.
- Pausar perfil.
- Reanudar perfil.
- Terminar perfil.
- **Esperar por evento.**

3.3.3.3 Condición

Se selecciona la condición que disparará la entrada digital.

- Bajo.
- **Alto.**

3.3.4 Salida de control x (1a, 1b)

Principal > Configuración > **Salida de control x (1A, 1B)**

3.3.4.1 Función

Se selecciona el tipo de función para la salida.

- Apagado
- **Calor**
- Frío

3.3.4.2 Seleccione el tiempo de ciclo

Se ingresa el valor de la variable del tiempo del ciclo del disparo variable.

- Disparo variable.
- **Tiempo fijo.**

EL controlador tiene salidas de control discretas, por tal motivo se ocupa un PWM (Modulación por Anchos de Pulso). La técnica consiste en un tren de pulsos a frecuencia fija a los cuales se les varia sus anchos.

Las características que definen una señal PWM son dos: Ciclo de Trabajo (salida de control) y la Frecuencia (tiempo de ciclo).

El ciclo de trabajo (salida de control) es el tiempo, representado en porcentaje, que la señal esta "alta" (nivel lógico "1"), o lo que es lo mismo, el tiempo que la salida permanece encendida.

La Frecuencia del tren de pulsos (tiempo de ciclo) se define en función de la aplicación condicionada por los tiempos de respuesta.

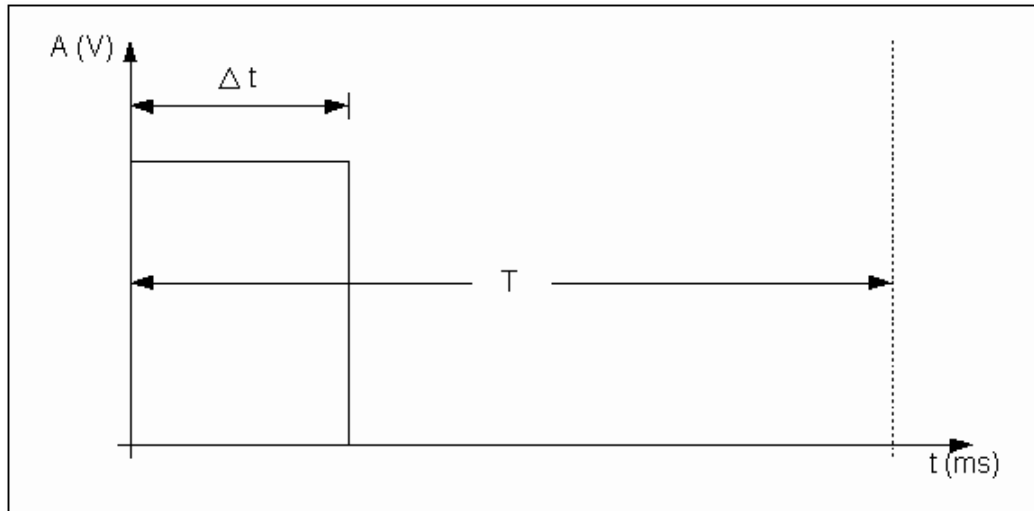


Figura. 3.7. Ciclo de trabajo

En la figura. 3.2. tenemos representado un pulso con un ancho Δt en y con un periodo $T = 1/f$.

Sobre la base de esta figura concluimos que la salida de control viene dada por la siguiente ecuación:

$$\%de\ calor\ entregado = (\Delta t / T) * 100$$

Es una función directa del ciclo de trabajo.

Si $\Delta t = T$ significa que se entrega 100% de calor.

Si $\Delta t = 0$ significa que se entrega 0 % de calor.

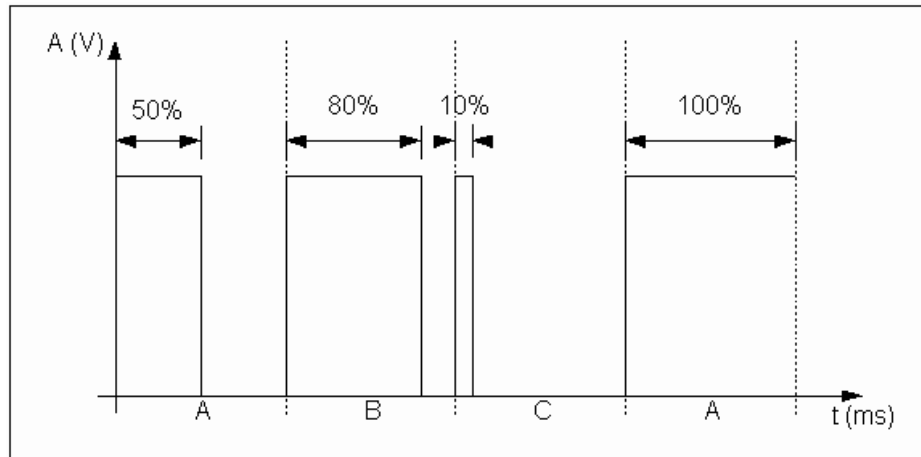


Figura. 3.8. Diferencia de ciclos de trabajo

En la figura. 3.3. se representan gráficamente diferentes ciclos de trabajo (salida de control), donde se ve ejemplificado la variación que pueden tener entre muestras debido al control PID realizado por el controlador.

En cero (0) la salida se mantiene a 0Vdc, lo que NO implica que la misma pueda ser usada en ese momento como una salida discreta convencional.

Hay que tomar en cuenta es que la velocidad de respuesta a los cambios en la entrada del SSR (Rele de Estado Sólido) es muy baja, por lo cual a la hora de la configuración se debe de seleccionar una frecuencia (tiempo del ciclo) lo mas baja posible.

3.3.4.3 Ingrese el tiempo de ciclo

Se selecciona la duración del ciclo. Esta activo si la salida es de tiempo fijo.

- Disparo variable.
- **Tiempo fijo. (15 sg)**

3.3.4.4 Proceso

Establece el tipo de salida del proceso. Esta activa si la salida es de proceso.

- 4 a 20 m A
- 0 a 20 m A
- 0 a 5 V
- 1 a 5 V
- 1 a 10 V

3.3.4.5 Límite alto de potencia

Se establece el nivel de potencia de salida de control en el límite alto. (Modo PID)

- Límite bajo +1 a 100 %

100 %

3.3.4.6 Límite bajo de potencia

Se establece el nivel de potencia de salida de control en el límite bajo. (Modo PID)

- 0 % a límite alto -1

0 %

3.3.5 Salida de alarma x (1 y 2)

Principal > Configuración > **Salida de alarma x (1 y 2)**

3.3.5.1 Nombre

Nombre de la alarma para facilitar su referencia.

- **Alarma 1**

3.3.5.2 Tipo de alarma

Seleccione el tipo de alarma.

- Apagado
- Proceso
- **Desviación**

3.3.5.3 Fuente de la alarma

Se selecciona la fuente de la alarma.

- **Entrada 1**

3.3.5.4 Enganche

Se selecciona el borrado automático o manual de alarmas.

- **Auto borrado alarma**
- Alarma trabada

3.3.5.5 Histéresis de la alarma

Se establece la histéresis de la alarma.

- De 1 a 3000

5 °C

3.3.5.6 Lados de la alarma

Se selecciona para activar el punto establecido bajo o alto de la alarma.

- **Ambos**
- Bajo
- Alto

3.3.5.7 Lógica de la alarma

Se selecciona la acción lógica de la alarma.

- Abrir con alarma
- **Cerrar con alarma**

3.3.5.8 Mensajes de alarma

Se selecciona la opción de mensaje de alarma.

- **Sí en la página principal**
- No

La mayoría de estas configuraciones están activas; siempre y cuando esté activada la **salida de alarma**.

Alarmas

Una alarma se activa cuando la temperatura o el valor del proceso se ha salido de un rango definido. Se configura cómo y cuándo activar una alarma y si la misma debe apagarse automáticamente cuando haya desaparecido la condición que la originó.

Histéresis de alarma

Esta característica define hasta dónde debe llegar el proceso en el rango normal de operaciones antes de que pueda eliminarse una alarma.

La histéresis de alarma es una zona que está dentro de cada punto establecido de alarma. Para definir esta zona, se añade o se resta el valor de histéresis, respectivamente, al punto establecido bajo o alto de la alarma.

Enganche de alarma

Una alarma enganchada, permanece activa después de cesar la condición de alarma (únicamente puede ser desactivada por el usuario). Una alarma que no esté enganchada (autoborrable), se desactivará automáticamente una vez eliminada la condición de alarma.

Alarmas de proceso o desviación

Una alarma de proceso, utiliza uno o dos puntos establecidos absolutos para definir una condición de alarma. Una alarma de desviación, utiliza uno o dos puntos establecidos, definidos como relativos con respecto al punto establecido de control. Para calcular los puntos establecidos de alarma alta y baja, se suman o se restan valores de desviación al del punto establecido de control. Si cambia el punto establecido, también cambia automáticamente la ventana definida por los puntos establecidos de alarma de desviación. En el controlador Serie F4 es preciso configurar cada salida de alarma como una alarma de proceso o desviación.

3.3.6 Comunicaciones

Principal > Configuración > **Comunicaciones**

3.3.6.1 Velocidad en baudios

Se selecciona la rapidez de transmisión.

- 19200
- 9600

3.3.6.2 Dirección

Se selecciona la dirección para el controlador.

- 1 a 247

Las opciones de comunicación se encuentran disponibles en la configuración, pero se necesita adicionar la tarjeta para realizar la comunicación.

3.3.7. Página principal especial (personalizada)

Página Principal especial.

Es posible personalizar la página Principal para que presente el estado de hasta 16 parámetros distintos, en cualquier orden.

1. Vaya al Menú de Configuración de la Página Principal en la página Configuración.
2. Seleccione una de las 16 líneas a personalizar, P1 a P16.
3. Seleccione los parámetros deseados de la lista que pueden monitorearse.
4. Repita para las otras líneas, P1 a P16. Cuando hay una salida o entrada digital activa, su número aparece en la pantalla de la Página Principal; cuando está inactiva, su posición está subrayada.

Por ejemplo, si las entradas digitales 2 y 4 estuvieran activas, la pantalla se vería de la siguiente manera:

Entrada digital 2 4.

Cuando se está ejecutando un perfil y hay una condición de espera pendiente (que comprenda entradas analógicas o digitales), su número aparecerá en la pantalla de la página Principal; cuando ya no se la espera, estará subrayado.

3.3.7.1 P * (1 a 16)

Se selecciona los parámetros para que aparezcan en la página principal, según la necesidad de visualización.

- Ninguno
- Entrada 1
- **Punto establecido 1**
- % potencia 1
- Estado de sintonización 1
- Hora
- Fecha
- **Entradas digitales**
- **Salidas digitales**
- **Tiempo restante**
- **Archivo actual**
- **Paso actual**

- **Conjunto PID activo**
- Último paso de salto
- Recuento de saltos
- **Estado de esperar por**
- **Tipo de paso**
- **Punto establecido deseado**
- Punto establecido interno
- **Mensaje personalizado 1**
- **Mensaje personalizado 2**
- Mensaje personalizado 3
- Mensaje personalizado 4
- Compensación de calibración

Estos mensajes aparecerán en la pantalla principal si están activos en ese momento caso contrario se encuentran desactivados automáticamente.

3.3.8 Pantalla de proceso

Principal > Configuración > **Pantalla de proceso**

3.3.8.1 Solo entrada 1

Se selecciona qué se desea visualizar en la pantalla de proceso.

- Ninguno
- **Elección**

3.3.9 Mensaje estático

Principal > Configuración > **Mensaje estático**

3.3.9.1 Mensaje 1-4

Se selecciona el mensaje que se desea que aparezca en cada uno de los cuatro mensajes estáticos.

- Mensaje 1: **FELIZ TRABAJO.**
- Mensaje 2: **BUEN DÍA.**
- Mensaje 3: **VERIFIQUE SU TRABAJO.**

- Mensaje 4

3.3.10 Autoafinación

Principal > Operaciones > **Autoafinación PID**

Autoafinación (sintonización automática)

La característica de autoafinación (llamada también sintonización automática o afinación automática) mide la respuesta del sistema para determinar la configuración más eficaz para el control PID. Cuando se inicia la sintonización automática, el controlador vuelve al control de encendido-apagado. La temperatura debe cruzar el punto establecido de sintonización automática cuatro veces para completar el proceso de sintonización automática. Luego, el controlador funciona en el punto establecido normal usando los valores de los parámetros nuevos almacenados en el conjunto PID especificado. Se debe elegir un punto establecido de autoafinación que pueda proteger al producto de posibles daños causados por sobrepaso o falta de alcance durante las oscilaciones de la autoafinación.

La falta de alcance va definida con la alimentación de vapor y agua fría, es decir que las entradas al jet tienen parámetros establecidos, si se desea afinar el control en un rango diferente se presentan los problemas.

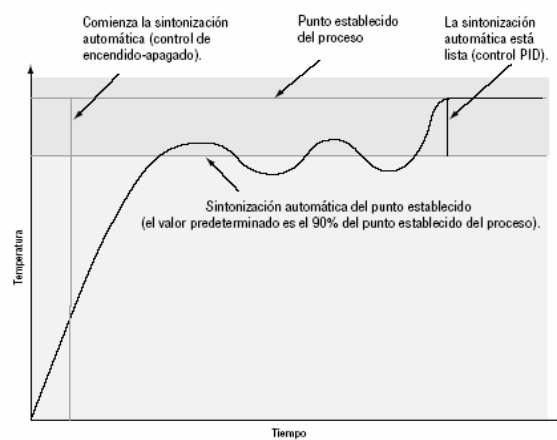


Figura. 3.9. Auto afinación

3.3.10.1 Autoafinación

Se decide, si se desea o no la selección automática de los parámetros PID

- No afinar
- Conjunto PID 1 (**afinado a 40 ° C**)
- Conjunto PID 2 **libre**
- Conjunto PID 3 (**afinado a 80 ° C**)
- Conjunto PID 4 (**afinado a 130 ° C**)
- Conjunto PID 5 (**afinado a 140 ° C**)

Existe la posibilidad de trabajar con métodos de control como: encendido – apagado, control proporcional, control proporcional más integral (PI), y control proporcional más integral más derivativa (PID).

Múltiples conjuntos PID

El controlador Serie F4 tiene cinco conjuntos PID disponibles, permitiendo un rendimiento óptimo bajo condiciones, cargas y temperaturas distintas. Al programar un perfil, es posible asignar distintos conjuntos a cada paso de rampa y de saturación. Un conjunto PID consta de ajustes proporcionales, integrales y derivativos para las salidas A y B. También incluye banda muerta, siempre que la banda proporcional no esté ajustada en 0.

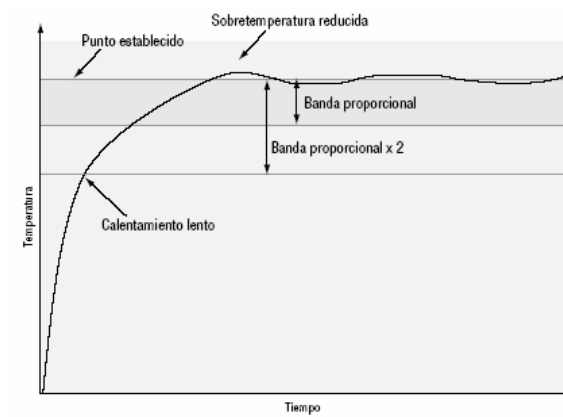


Figura. 3.10. Control PID

3.3.11 Conjunto pid * (1 a 5)

Principal > Operaciones > Editar PID > Conjunto PID canal1 > **Conjunto PID * (1 a 5)**

3.3.11.1 Banda proporcional * (1 A o 1B)

Se define la banda proporcional para el control PID.

- 0° a 30000 °

3.3.11.2 Integral * (1 A o 1B)

Establecer el tiempo integral en minutos.

- 0.00 a 99.99 minutos.

3.3.11.3 Derivativa * (1 A o 1B)

Establecer el tiempo de derivativa integral en minutos.

- 0.00 a 9.99 minutos

3.3.11.4 Banda muerta * (1 A o 1B)

Se define el desplazamiento efectivo en los puntos establecidos de calentamiento y enfriamiento para evitar conflictos.

- 0 a 30000

3.3.11.5 Histéresis * (1 A o 1B)

Se define el cambio de la variable del proceso desde el punto establecido requerido para reenergizar la salida (función activada en control on - off).

- 1 a 30000

En este conjunto de controles, se pueden editar los valores necesarios para la afinación del control, y se almacenan los valores de autoafinación para cada uno de los cinco diferentes controles.

Instalado el controlador en su totalidad se realizaron las pruebas de calibración y autoafinación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Menú Conjunto PID	Conjunto PID 1 <u>40 ° C</u>	Conjunto PID 2	Conjunto PID 3 <u>80 ° C</u>	Conjunto PID 4 <u>130 ° C</u>	Conjunto PID 5 <u>140 ° C</u>
Banda Proporcional A	4 ° C	libre	4 ° C	5.5 ° C	4.5 ° C
Integral A	3.21		3.21	2.30	5.44
Derivativa A	0.45		0.45	0.32	0.76
Banda Muerta A	-	-	-	-	-
Histéresis A	-	-	-	-	-
Banda proporcional B	8.3 ° C		5.3 ° C	6.5 ° C	18.8 ° C
Integral B	3.21		3.21	2.30	5.44
Derivativa B	0.45		0.45	0.32	0.76
Banda Muerta B	-	-	-	-	-
Histéresis B	-	-	-	-	-

Tabla. 3.2. Valores de Control PID

3.3.12 Puntos establecidos de alarma.

Puntos establecidos de alarma

El punto establecido alto de alarma, define la temperatura o el valor del proceso que activará una alarma alta. El punto establecido alto de alarma debe ser mayor que el punto establecido bajo de alarma, y menor que el límite alto del rango del sensor.

El punto establecido bajo de alarma define la temperatura que activará una alarma baja. El punto establecido bajo de alarma debe ser menor que el punto establecido alto de alarma, y mayor que el límite bajo del rango del sensor.

Principal > Operaciones > **Puntos establecidos de alarma**

3.3.12.1 Punto establecido bajo de la alarma 1

Establecer el valor bajo el cual se disparará la alarma.

- Desactivada para la alarma 1 , es alarma de desviación

3.3.12.2 Punto establecido alto de la alarma 1

Establecer el valor alto el cual se disparará la alarma.

- Desactivada para la alarma 1 , es alarma de desviación

3.3.12.3 Desviación baja de la alarma 1

Establecer la desviación por debajo del punto establecido 1, a la cual se disparará la alarma.

- -3 ° C

3.3.12.4 Desviación alta de la alarma 1

Establecer la desviación por encima del punto establecido 1, a la cual se disparará la alarma.

- +4 ° C

3.3.12.5 Punto establecido bajo de la alarma 2

Establecer el valor bajo el cual se disparará la alarma.

- 15 ° C

3.3.12.6 Punto establecido alto de la alarma 2

Establecer el valor alto el cual se disparará la alarma.

- 145° C

3.3.12.7 Desviación baja de la alarma 1

Establecer la desviación por debajo del punto establecido, a la cual se disparará la alarma.

- Desactivada para la alarma 2 , es alarma de proceso

3.3.12.8 Desviación alta de la alarma 1

Establecer la desviación por encima del punto establecido 1, a la cual se disparará la alarma.

- Desactivada para la alarma 2 , es alarma de proceso

3.3.14 Programación de perfiles.

Un perfil, es un conjunto de instrucciones programadas como una serie de pasos que el controlador maneja automáticamente. Se pueden almacenar hasta 40 perfiles distintos y un total de 256 pasos en la memoria no volátil del controlador Serie F4. Es necesario programar un perfil antes de ejecutarlo, y antes de programarlo hay que asegurarse de que las entradas del controlador estén correctamente configuradas. Si se cambia la configuración de entradas analógicas (página Configuración) después de programar perfiles, se borrarán todos los perfiles. (Se recibirá un mensaje de advertencia antes de que esto suceda.)

Cómo programar un perfil nuevo

Los modelos de la Serie F4, emplean un formato de preguntas y respuestas para que el usuario defina el número y los tipos de pasos de un perfil nuevo. El procedimiento es el siguiente:

3.3.14.1. Ir a la página Perfiles.

Mueva el cursor a “Ir a Perfiles” (en la parte inferior de la página Principal), luego presione la tecla Derecha >



Figura. 3.11. Búsqueda de perfiles

3.3.14.2. Cree un perfil nuevo.

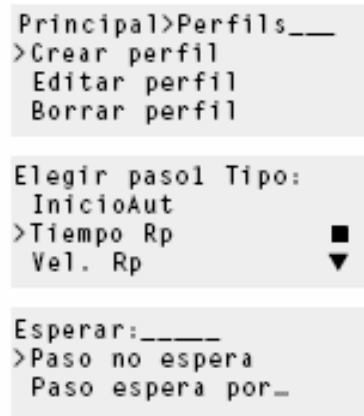


Figura. 3.12. Pasos para crear un perfil

3.3.14.3. Asigne un nombre al perfil.

Se puede asignar un nombre para facilitar la referencia. (Los nombres pueden tener hasta diez caracteres.)

3.3.14.4. Seleccione el tipo de paso.

Hay seis tipos de pasos, cada uno de los cuales debe definirse mediante parámetros distintos.

3.3.14.5. Defina cada tipo de paso.

El controlador Serie F4 le pide que defina los parámetros de cada tipo de paso.

Autoarranque.

La característica “Autoarranque” pone un perfil en pausa hasta la fecha o el día y la hora especificados (de un reloj de 24 horas). Defina el Autoarranque seleccionando.

1. Día (de la semana) o Fecha
2. Hora

Tiempo de rampa.

La característica “Tiempo de rampa” cambia el punto establecido en función de la configuración de algunos parámetros.

1. “Esperar por” un evento, o el valor del proceso (en la página Configuración se especifican los Eventos en espera).
2. Encendido o apagado de salidas de eventos (en caso de que haya salidas digitales configuradas como eventos en la página Configuración).
3. Tiempo (en horas, minutos y segundos).
4. Punto establecido del canal 1.
5. Punto establecido del canal 2 (si es un canal doble).
6. Conjunto PID (uno de cinco conjuntos de parámetros PID de calentamiento/enfriamiento predefinidos en la página Operaciones).

7. Saturación garantizada (requiere que el valor actual del proceso permanezca dentro de la banda de saturación como se le configuró en el Menú de Sistema).

Velocidad de rampa.

La característica “Velocidad de rampa” permite seleccionar la velocidad de cambio del punto establecido. Defina la Velocidad de rampa seleccionando:

1. “Esperar por” un evento, o el valor del proceso.
2. Encendido o apagado de salidas de eventos.
3. Velocidad (unidades por minuto).
4. Punto establecido del canal 1.
5. Conjunto PID.
6. Saturación garantizada.

Saturación

La característica “Saturación” mantiene el punto establecido del paso anterior durante un tiempo seleccionado en horas, minutos y segundos. Defina el paso de Saturación seleccionando:

1. “Esperar por” un evento, o el valor del proceso.
2. Encendido o apagado de salidas de eventos (si hay salidas digitales configuradas como eventos en la página Configuración).
3. Hora.
4. Conjunto PID.
5. Saturación garantizada.

Salto

La característica “Salto” inicia otro paso o perfil.

Defina el paso de Salto seleccionando:

1. Perfil al cual saltar.
2. Paso al cual saltar.
3. Número de repeticiones.

Otra opción: En espera

“En espera” no es un tipo de paso, pero es posible programar pasos de “Tiempo de rampa” “Velocidad de rampa” y “Saturación” para esperar por eventos y procesos. Esto quiere decir que es preciso satisfacer las condiciones de espera antes de que continúen las actividades del reloj de tiempo y la de pasos.

Si el paso debe esperar una entrada analógica, el valor del proceso actual tiene que llegar al valor especificado, o bien cruzarse con el mismo antes de que el paso continúe.

Es necesario configurar las entradas digitales en la página Configuración como Eventos en espera, y especificar la condición a cumplirse. Luego, para esperar esta entrada digital, se debe especificar Encendido (la condición configurada en la página Configuración) o Apagado (lo opuesto a esta condición).

Se continúa definiendo tipos de pasos hasta completar el perfil. El último paso debe ser un paso Final.

Seleccione el estado final.

Todos los perfiles terminan con un paso Final, el cual es preprogramado en el perfil nuevo. Seleccione:

- Esperar salidas de punto establecido y evento.
- Control apagado, punto establecido desactivado, estado de salida de evento mantenido.

- Todo apagado (salidas de control y salidas de eventos).
- En reposo, con cada canal en los puntos establecidos especificados por el usuario. Se mantiene el estado de la salida de eventos.

3.3.14.7. Guarde sus ajustes.

Al salir de la página Perfiles, seleccione si desea guardar los datos del perfil o restaurar valores. Su perfil nuevo aparecerá en el Menú Editar Perfil y cuando presione la tecla de perfiles.

Nota: El paso final de cada perfil es Final. No se puede borrar un paso Final ni cambiarlo a otro tipo, pero sí es posible insertar pasos nuevos antes del mismo.

Los perfiles ingresados en la memoria del controlador se basan en los datos de trabajo de las telas, estudiadas en el capítulo 1, y se encuentran en tablas por tipo de telas y procesos. ANEXO 11. Un ejemplo del ingreso de un perfil realizado paso a paso se muestra en el ANEXO 12.

3.3.14.8. Cómo editar un perfil.

Para cambiar uno o más parámetros en un perfil, ir al Menú Editar Perfil (página Perfiles), seleccione el perfil a ser editado, luego seleccione insertar un paso nuevo, editar un paso existente o borrar un paso. El software del F4 lo guiará a lo largo de estos procedimientos. Si edita un paso y cambia el tipo de paso, el Serie F4 le pedirá que programe todos los parámetros necesarios del tipo de paso nuevo.

Recordar

- Al insertar y borrar un paso, cambian los números de todos los pasos que siguen.
- No es posible borrar un paso de salto que salte a un paso Final.
- No es posible borrar el paso Final.

3.3.14.9. Cómo borrar un perfil.

Después de seleccionar el Menú de Borrar Perfil (página Perfiles), seleccione el perfil a borrar y presione la tecla Derecha. Proceda con cuidado: ¡no se podrá recuperar los perfiles borrados!

3.3.14.10. Cómo cambiar el nombre de un perfil.

Seleccione este menú, seleccione el perfil cuyo nombre quiere cambiar, luego ingrese los números y letras del nombre nuevo.

3.3.14.11. Control de perfil.

Las siguientes instrucciones explican: cómo ejecutar, mantener, reanudar y terminar un perfil existente. Es necesario programar un perfil antes de ejecutarlo. Mientras se está ejecutando un perfil, no es posible ingresar en las páginas Operaciones, Configuración o Fábrica; sin embargo, sí se puede ingresar en la página Perfiles para crear o cambiar el nombre de un perfil (pero no se pueden cambiar ni borrar los perfiles). Para ajustar el punto establecido en un paso de un perfil en ejecución, ponga el perfil en espera, y luego use el parámetro punto establecido estático de la página Principal.

3.3.14.12. Cómo ejecutar un perfil.

Presione la tecla Perfil y responda a las preguntas que siguen.

Al ejecutar un perfil, el mensaje de estado del perfil en la pantalla inferior mostrará el progreso del perfil.

Al ejecutar un perfil, el controlador no reconocerá entradas digitales programadas para iniciar un perfil. Dichas entradas sólo serán reconocidas mientras el controlador esté en el modo de control de punto establecido estático.

Nota: Como medida de protección, se borrarán todos los perfiles almacenados si se cambian los valores en los menús de entrada analógica (página Configuración). En la

pantalla inferior aparecerán mensajes advirtiéndole que los cambios borrarán los perfiles de la memoria del controlador.

3.3.14.13. Cómo poner un perfil en espera.

1. Presione la tecla Perfil mientras esté ejecutando un perfil.
2. En el Menú de Acción del Perfil, seleccione Esperar por un evento, No esperar por un evento o Terminar el perfil. (La acción predeterminada es No esperar.)

El mensaje de estado del Perfil en la pantalla inferior muestra que el perfil está en espera. La luz de estado del perfil está apagada.

3.3.14.14. Cómo reanudar un perfil que esté en espera.

1. Presione la tecla Perfil mientras el perfil está en espera.
2. En el Menú de Reanudar Perfil, seleccione Continuar en espera, Reanudar perfil o Terminar perfil.

3.3.14.15. Cómo terminar un perfil.

1. Presione la tecla Perfil mientras haya un perfil en ejecución o espera.
2. Seleccione Continuar en espera, Reanudar perfil o Terminar perfil en el Menú de Acción del Perfil. (La acción predeterminada es Continuar en espera.) Si selecciona terminar, el perfil finalizará con todas las salidas apagadas. El punto establecido en la página Principal indica “apagado”.

Una vez realizada la configuración del controlador de temperatura – tiempo Watlow F4 y efectuadas las pruebas de trabajo simuladas, se procede a realizar la instalación física del nuevo sistema.

La instalación en el panel controlador, esta realizada de acuerdo a los planos de circuito eléctrico y el plano de conexiones neumáticas **ANEXOS 13 y 14** respectivamente.

Se deshabilitó en primera instancia el antiguo control, se procedió a instalar el controlador en el panel de control con las características siguientes.

3.4. CONEXIONES DEL CONTROLADOR

3.4.1 Dimensiones del panel

El recorte del panel tiene que poseer las siguientes medidas mostradas en la figura .3.11.

La forma de instalar el controlador se muestra en el ANEXO 16.

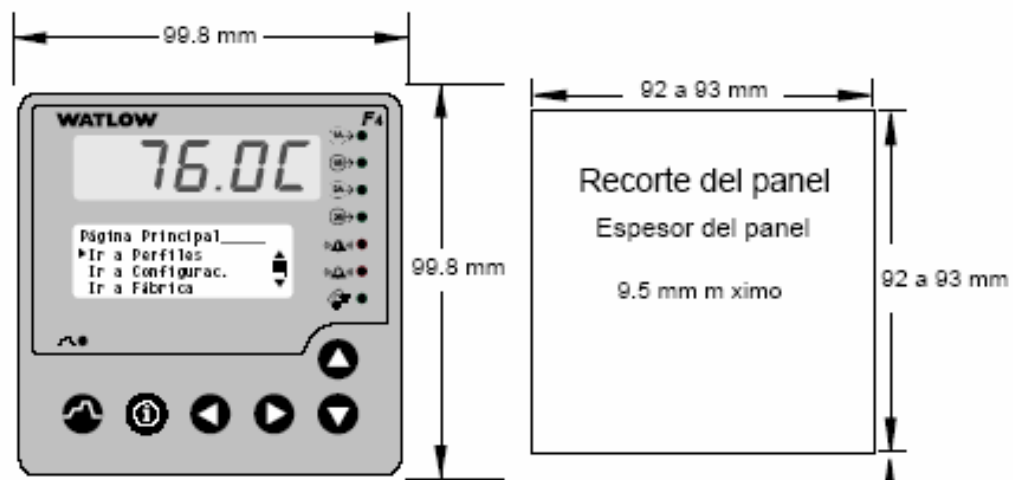


Figura. 3.13. Dimensiones del panel



Figura. 3.14. Controlador instalado

Las conexiones de los bloques de terminales separables, son realizadas según se determina numeración y ubicación en la parte posterior de controlador:

3.4.2. Cableado de alimentación

Usar conductores de cobre AWG número 16 para el cableado de alimentación.
100 a 240V (CA/CC)

El controlador Serie F4 tiene un fusible tipo T (de acción retardada) con un valor nominal de 2.0 ó 5.0 Amp. a 250V. Este fusible no puede ser cambiado por el operario.

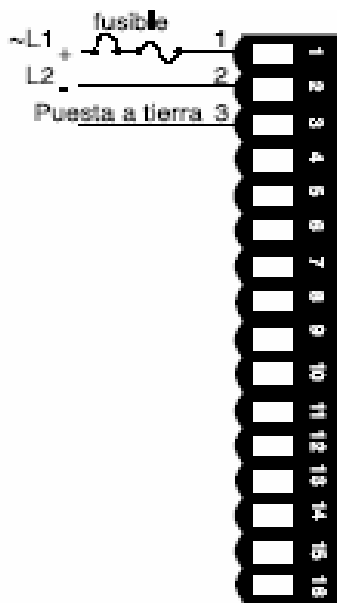


Figura. 3.15. Cableado de alimentación

3.4.3. Entrada 1

RTD (2 ó 3 cables) 100 Ω platino. Las conexiones del sensor se realizan de acuerdo a la siguiente figura:

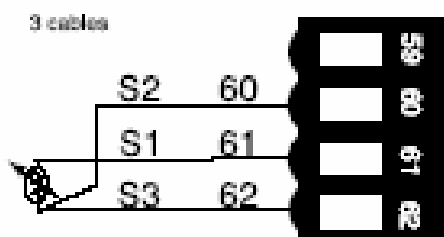


Figura. 3.16. RTD (2 ó 3 cables) 100 Ω platino

Se realizó el acople a la parte física del jet tinturador de textiles, con las reducciones y donde ingresa la punta de bayoneta en la cual va el sensor de temperatura.



Figura. 3.17. Acople del sensor

El sensor de temperatura totalmente instalado en el jet tinturador se muestra en la figura.

3.16.

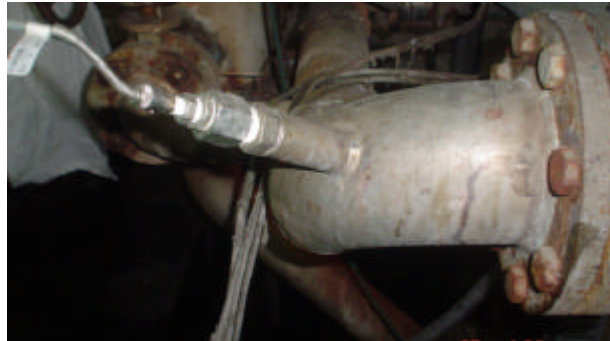


Figura. 3.18. RTD instalado

3.4.4 Entradas digitales x (1 a 4)

Entrada de voltaje

0-2V (CC) Estado de entrada de evento (bajo).

3-36V (CC) Estado de entrada de evento (alto).

Cierre de contacto

0-2k ? Estado de entrada de evento (bajo).

> 23k ? Estado de entrada de evento (alto).

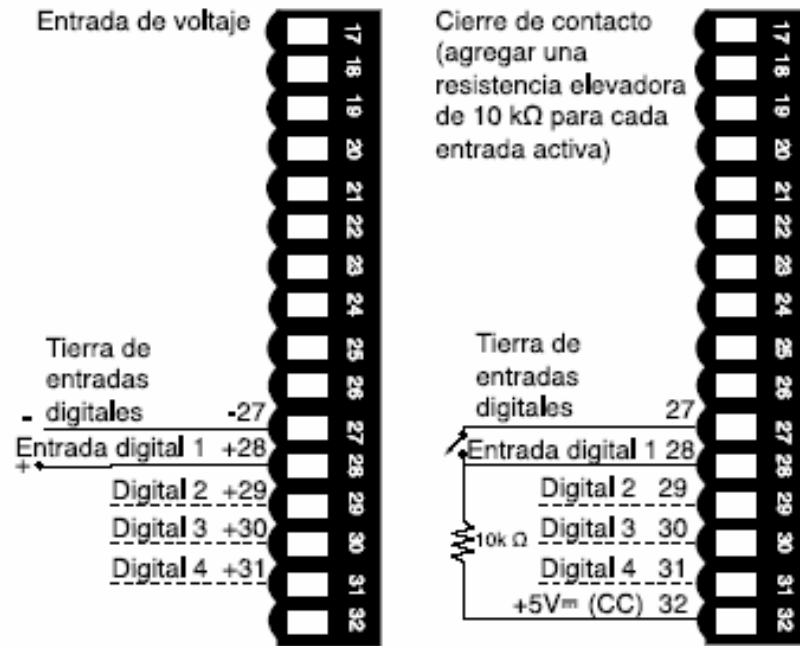


Figura. 3.19. Entradas digitales



Figura. 3.20. Pulsador (simulador de entradas digitales)

3.4.5 Salidas x (1A, 1B, 2A y 2B)

- Configuración de CC conmutada.

No se usa COM

$CC+ = 22 \text{ a } 28\text{V (CC)}$

La corriente de alimentación máxima es 30 mA.

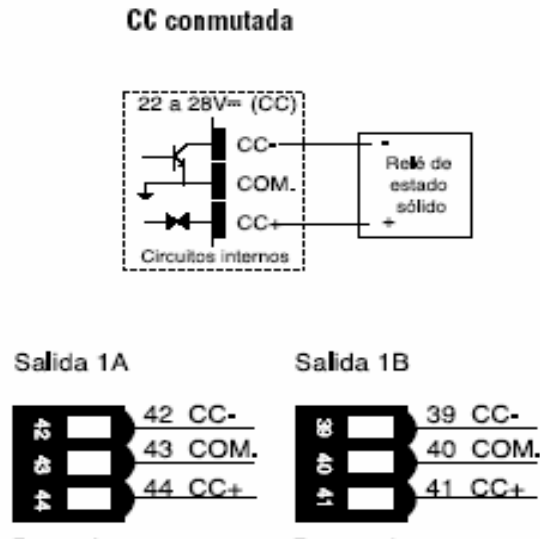


Figura. 3.21. CC conmutada



Figura. 3.22. Relé de estado sólido instalados

De las salidas de control obtenidas hacia los relés de estado sólido, se acopla la señal hacia las electro válvulas las encargadas de transformar la señal a neumática para finalmente llegar al actuador, que son las válvulas neumáticas.



Figura. 3.23. Electro válvulas instaladas

Las válvulas neumáticas, fueron renovadas con válvulas de similares características de trabajo, siendo esta, de asiento inclinado, con actuador neumático de simple efecto.

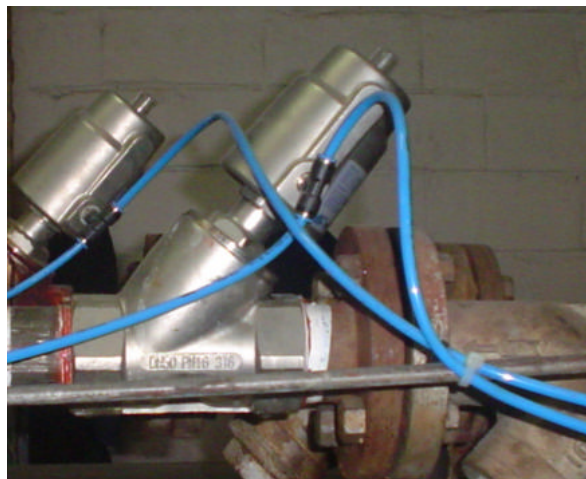


Figura. 3.24. Válvulas neumáticas de asiento inclinado instaladas

3.4.6 Salidas de alarma

Salidas de alarma x (1 y 2)

Relé electromecánico sin supresión de contactos Forma C, 2 Amp., impedancia de estado abierto = 31 m ? .

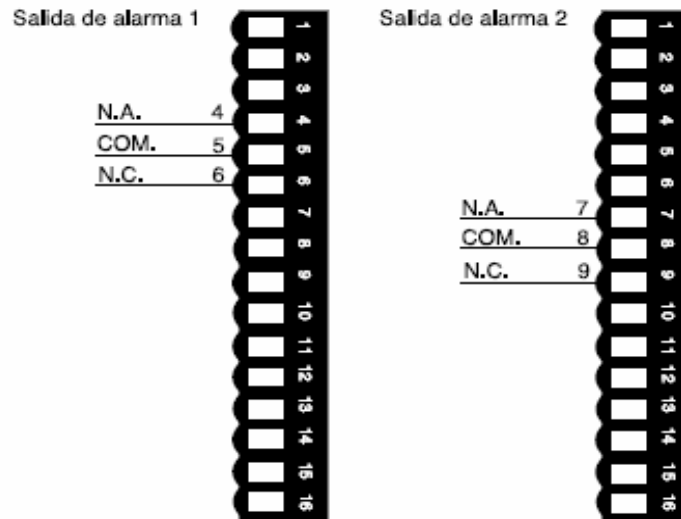


Figura. 3.25. Salidas de alarmas

El voltaje de alimentación y otros voltajes para el trabajo del controlador, se obtienen del transformador, ubicado en el panel de control; de este transformador se toman los valores de voltaje:

- 110 V AC
- 220 V AC
- 24 V AC



Figura. 3.26. Puente rectificador

La alimentación del controlador es de 110 V AC, conectado en serie con un fusible de protección, y un interruptor para la activación del controlador. El sistema completo tiene una protección de un disyuntor.

El voltaje necesario para trabajar algunas funciones del controlador es de 24 DC, el transformador da una señal de 24 VAC siendo necesaria una rectificación de la señal con un puente de diodos.



Figura. 3.27. Puente rectificador

Concluida la implementación del nuevo sistema, se puede apreciar su finalización en las siguientes figuras:

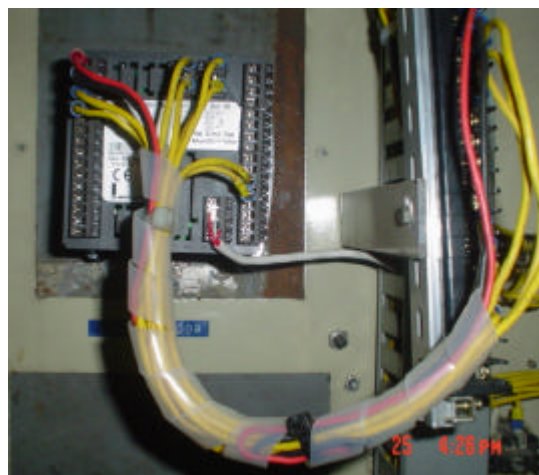


Figura. 3.28. Parte posterior del controlador y cableado



Figura. 3.29. Vista posterior del panel de control

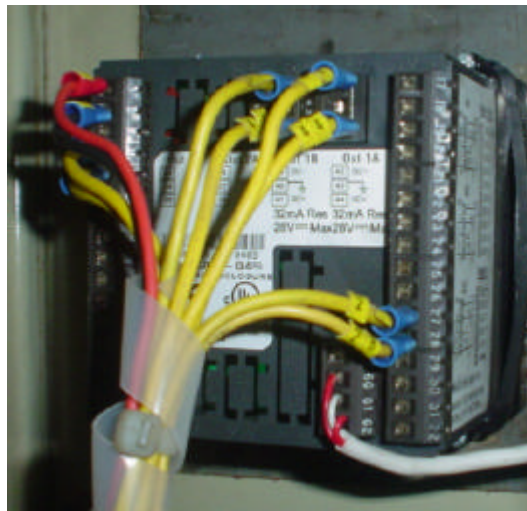


Figura. 3.30. Vista posterior del controlador

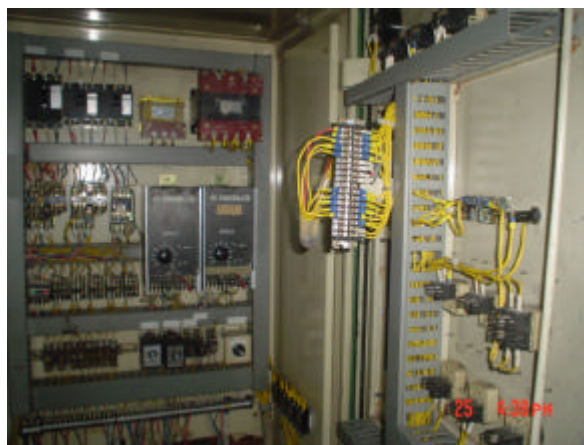


Figura. 3.31. Vista interior del panel de control



Figura. 3.32. Vista frontal del panel de control

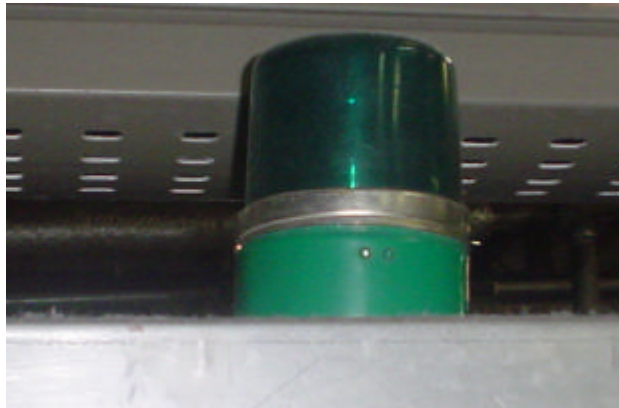


Figura. 3.33. Alarma del sistema

3.5 MANTENIMIENTO EN GENERAL

Analizado el sistema de trabajo total, se recomendó realizar un mantenimiento en algunas partes de la máquina, específicamente en:

Torniquetes internos.

Por la existencia de fugas de agua, presión y el trabajo por inercia de uno de los motores, se realizaron el cambio:

- Sellos mecánicos.
- Rodamientos.
- Rebobinado del motor derecho.



Figura. 3.34. Sellos mecánicos y rodamientos.

Sistema de desfogues.

Las trampas del sistema de desfogues se cambiaron y la válvula neumática de fuga de vapor fue remplazada, se realizó un cambio de mangueras de la alimentación neumática.



Figura. 3.35. Trampa de vapor



Figura. 3.36. Válvula neumática de desfogue



Figura. 3.37. Desfogues

CAPÍTULO 4

RESULTADOS DEL SISTEMA

En el presente capítulo se analizarán y compararán los resultados obtenidos con el nuevo sistema, sus objetivos y beneficios con respecto al sistema anterior. La estructura de trabajo del nuevo sistema de control permite realizar un análisis global del proceso de tinturación de textiles.

4.1. TEMPERATURA

Con el nuevo sistema de control de temperatura incorporado al jet tinturador de textiles, mejoró sustancialmente el control. Se parte de que la nueva toma de datos de temperatura se realiza con un RTD de tres hilos que produce una lectura de la señal fiable y real. Trabajando con datos reales el control es más eficaz.

El control realizado, es un control proporcional integral derivativo (PID) que supera en muchas características de respuesta al control anterior de encendido – apagado (On-Off). Estas características permiten controlar con mayor efectividad la temperatura que los diferentes procesos de tinturación necesitan para su trabajo.

La diferencia de temperatura en un punto establecido antes oscilaba entre los ± 4.5 °C, esta variación afectaba directamente en las características de tinturación de la tela; ahora esta variación en el punto establecido es de ± 0.1 °C.

Al obtener la temperatura requerida, se tiene una sobre temperatura de 1 a 1.8 °C durante 3 a 5 minutos, tiempo luego del cual se estabiliza en la temperatura requerida, siendo esta temperatura asignada por el perfil o el operario manualmente con una variación de ± 0.1 °C, siendo esta variación despreciable en los procesos efectuados

debido a que las características de la tela permiten un mayor rango de variación sin alterar las particularidades de la tinturación de tela, además los procesos son de características lenta y de larga duración .

Para mejorar la respuesta de temperatura requerida, se ocupa cuatro de los cinco controles PID, siendo estos calibrados a las temperaturas más genéricas de trabajo como se explica en el **capítulo 3**.

Estos resultados obtenidos, son en relación con las respuestas obtenidas por todos los elementos implicados en el control, sean éstos: vapor, agua, actuadores, etc.

4.2. TIEMPO

El controlador, ofrece la opción de poder controlar exactamente la duración de los procesos, no se está supeditado al control del operario ni a los riesgos que esto implica.

Los resultados que se tienen con esta variable de proceso son:

- Conseguir procesos de trabajo fiables.
- Acortar procesos largos.
- Reducir costos de operación del jet tinturador de textiles.
- Ampliar el trabajo útil del jet tinturador de textiles.

El tiempo de proceso de tinturación disminuye en valores de 1 hora a 1 hora y 30 minutos dependiendo de la tela a tinturarse. El promedio del tiempo en general de los procesos completos es de 9 horas, es decir que se logra reducir la duración de tinturación de textiles en un promedio de 13.8 % a su valor anterior.

El menor tiempo de trabajo de la máquina tinturadora de textiles afecta directamente en los costos de producción. El consumo de menor energía para el trabajo del mismo se ve directamente relacionado con el tiempo total del proceso.

4.3. BASE DE DATOS

Los diferentes procesos de tinturación de telas, se encuentran almacenados en una base de datos con sus nombres referenciales, estos procesos probados están a la disposición del operador con tan solo la selección de los mismos en un menú de elección.

La facilidad que presenta el controlador de definir el perfil adecuado para cada tela mediante una simple selección es una característica que no existía anteriormente. El sistema permite usar una curva de trabajo existente como parte de otro proceso más complejo, disminuyendo el tiempo y la dificultad de la programación.

Los procesos de tinturación de telas son creados como perfiles (curvas de trabajo), y se pueden almacenar hasta 40 perfiles en un total de 256 pasos por perfil. Al momento se encuentran 19 perfiles en memoria y se puede recurrir a ellos para:

- Analizarlos.
- Ejecutarlos.
- Editarlos.

El almacenamiento de estos perfiles de trabajo, se realiza en la memoria no volátil del controlador.

4.4. VERSATILIDAD

El entorno de trabajo entre el usuario y el controlador es agradable, fácil de usar, el usuario se siente con comodidad utilizando el mismo.

La posibilidad de obtener información de lo que se está realizando, provee la ventaja que al presentarse problemas el operario pueda resolverlos con facilidad y a tiempo sin necesidad de que esto implique problemas en el proceso.

El manejo del nuevo sistema, no representó dificultad de aprendizaje a los cuatro operarios que manipulan la máquina. La facilidad de interactuar y el idioma del controlador fueron factores fundamentales en el logro de este objetivo.

Los datos puestos a disposición por el controlador (una vez configurados), hacen que siempre se esté al tanto de lo que se realiza, para usos operacionales o técnicos.

Otra cualidad del nuevo sistema es el aprovechamiento del espacio físico del tablero de control, el tamaño del nuevo controlador es pequeño en relación al antiguo, pero adecuado para el manejo de operaciones e instalación.

4.5. ESCALABILIDAD

El nuevo sistema de control de temperatura – tiempo esta dimensionado para poder cumplir con todas las características de trabajo y también poder ampliar su control a otras etapas del mismo jet tinturador de textiles.

- Aumentar más perfiles.
- Extender eventos.
- Crecer en el control del jet tinturador de textiles.
- Interacción con otros controladores.
- Comunicación (integrar módulo)

Al trabajar con el controlador Watlow F4, se han previsto las extensiones necesarias para poder seguir creciendo en el control del sistema. Además existe la posibilidad de crecer en forma serial con otros controladores con las salidas de retransmisión 1 y 2 que pueden retransmitir cualquier señal analógica para servir como entrada variable de otro dispositivo. La señal puede servir como punto establecido remoto para otro controlador (hasta 4 recomendado) o como un aparato registrador de curvas para documentar el rendimiento del sistema a lo largo del tiempo.

4.6. CALIDAD DEL PRODUCTO

La calidad del producto final (telas tinturadas) luego de realizado el nuevo sistema de control de temperatura ha mejorado en diferentes aspectos que son analizados a continuación:

- Recuperación de los reprocesos.
- Rendimiento de colorantes.
- Igualación.
- Disminución del maltrato.

Con el nuevo sistema de control temperatura-tiempo implementada en el jet tinturador de textiles se logró realizar la reducción de reprocesos en un 67 % en comparación al antiguo control, el 33 % restante de reprocesos depende de factores independientes al nuevo sistema de control los mismos que son estudiados para mejorar y reducir el índice que aún se tiene. Estos porcentajes son basados en la información obtenida por el área de tinturación de textiles, antes había un reproceso de nueve (9) telas mensualmente, se logró bajar este número a tres (3), estos son los resultados arrojados por el nuevo sistema en 3 meses de trabajo continuo.

El reproceso de la tela toma como materia prima la tela que no ha sido adecuadamente tinturada en el proceso y consiste en volverla a procesar para obtener un producto de buena calidad.

El rendimiento de los colorantes se puede evaluar por la absorción de los mismos, en este caso los resultados arrojados son aumento del 10 al 15 % de lo antes logrado, este valor fluctúa dependiendo de la tela tinturada es por tal motivo que no se puede fijar un solo valor. Mediante la absorción de los colorantes se disminuye su porcentaje en los productos químicos, lo que produce una disminución de costos en la tinturación. Estas variaciones del rendimiento de los colorantes se pueden apreciar en un análisis realizado en el espectrofotómetro, donde se compara las telas antes tinturadas con las nuevas en el jet

tinturador de textiles **ANEXO 16.** Los análisis mostrados fueron facilitados por el laboratorio de tinturación.

La igualación, es un factor que depende de dos factores principales, que son el control de temperatura y la absorción de los colorantes, en el momento la igualación de tonalidades ha mejorado un 10 % a los parámetros antes manejados, estos efectos de variación de colores no son visibles a simple vista para lo cual se realiza análisis en el espectrofotómetro.

La disminución del maltrato de la tela dentro del proceso, se basa en que mientras más tiempo se demore la tela en el jet tinturador de textiles mayor es el maltrato de la tela tinturada, y, pierde resistencia, por el mismo criterio se logra disminuir la aparición de pequeñas fibras levantadas que se producen por el exceso de rozamiento de la tela dentro de los procesos de tinturación.

4.7. COMPETITIVIDAD

Los resultados obtenidos en cada área de este nuevo sistema de control, combinados con un mantenimiento general de la máquina, hacen que los productos obtenidos en el jet tinturador de textiles, sean de mejor calidad y se vuelvan más competitivos en el mercado actual.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DEL PROYECTO FINAL

En el presente capítulo se hará una evaluación del proyecto, se presentan los problemas, dificultades y soluciones que se presentaron en su desarrollo. Además se hará un balance económico de los gastos realizados en la totalidad del proyecto.

En el desarrollo de los proyectos por lo general surgen dificultades. Estas dificultades se fueron resolviendo sobre la marcha del proyecto y según su aparición.

5.1. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

5.1.1 Estudio

La primera fase del proyecto, fue el análisis total del sistema de trabajo del jet tinturador de textiles, para lo cual se realizó un estudio de campo de lo que compone la máquina y su funcionamiento, siendo estos datos procesados y analizados.

En la realización de esta etapa surge la primera dificultad, la existencia de información insuficiente de la máquina. Para esto se contó con la ayuda del personal operativo de la maquinaria quienes colaboraron con su experiencia personal de trabajo con el jet tinturador de textiles, es así como el estudio de la máquina fue superado, conociendo el funcionamiento total de la máquina, su trabajo, y las expectativas del nuevo controlador.

5.1.2 Búsqueda

En la segunda fase del proyecto, llamada Estudio del nuevo controlador de temperatura; se presentaron algunas dificultades en la búsqueda de la información del nuevo controlador.

La mayoría de empresas relacionadas con controladores de procesos, sean productoras o distribuidoras, no facilitan la información necesaria para realizar una evaluación del producto, apenas se consiguen rasgos superficiales del trabajo de los mismos. Principalmente el problema surge cuando no existen las facilidades para la obtención de mayor información de los productos. Dependiendo de diferentes parámetros empresariales es necesario cumplir con unos requisitos o peticiones estructuradas por cada empresa; entre algunas de estas tenemos: peticiones formales del producto, llenar hojas de datos en las que se incluyen cargos, empresa, responsabilidad etc.

Por estos motivos la búsqueda de los controladores se tornó en una serie de peticiones a nombre personal sin respuesta. La solución fue realizar las mismas a nombre de la empresa y del área de mantenimiento, esto con previa autorización del área a cargo.

Otra forma de solucionar este tema a nivel de distribuidores locales, fue realizar visitas a los almacenes y asesorarse con la información necesaria, estas visitas realizadas con el apoyo de la empresa facilitaron la búsqueda de la información necesaria para la estructuración de las propuestas.

5.1.3 Configuración

Luego de evaluar y elegir el controlador para la implementación, se entró a la etapa de configuración del nuevo controlador, es ahí donde se encontró la siguiente dificultad. Con el producto en las instalaciones de la empresa, las principales dificultades se presentaron en la etapa de configuración, debido a que el controlador se encuentra con parámetros definidos de fábrica y es necesario acoplarlo al sistema.

Por tal motivo, en las pruebas de calibración, conectado el sensor y las salidas, se produce una señal de error en los displays para el primero y una señal de respuesta con un tiempo de ciclo muy corto provocando una alta frecuencia de trabajo de los dispositivos de salida en la segunda. Esto se resolvió eligiendo el sensor adecuado y cambiando el parámetro del tiempo del ciclo en el controlador.

5.1.4 Producción

Para la implementación del nuevo sistema de control, era necesario detener la producción del jet tinturador de textiles, pero debido a que la producción se encontraba en temporada alta se buscó la forma de afectar el menor tiempo posible la misma. Por consiguiente se tuvo que buscar espacios de trabajo que no sean horas laborables, siendo necesario realizar el cambio del controlador y las pruebas respectivas en feriado.

En esta etapa, se dieron todas las facilidades de trabajo, para realizar las pruebas pertinentes. Luego de la implementación los ajustes finales fueron realizados sobre la marcha.

Una vez dejada la máquina a punto para el trabajo de tinturación, realizamos la capacitación del personal para la manipulación del sistema.

5.1.5 Capacitación

Para poder trabajar con el controlador de temperatura- tiempo, el personal que manipula dicho controlador necesitó aprender a manejarlo. Las actividades de aprendizaje se realizaron en el jet tinturador de textiles, la dificultad en esta etapa fue en la falta de disposición del personal que operará la máquina.

Realmente la asimilación de los conceptos básicos de trabajo por parte de los operarios fue rápida, pero mientras se realizó la familiarización con el equipo existió el asesoramiento del caso.

5.2 COSTO

En la siguiente tabla se presenta una lista de los materiales utilizados para realizar la implementación del nuevo sistema de control y el mantenimiento realizado al jet tinturador de textiles, con sus respectivos precios.

Algunos materiales utilizados en el nuevo sistema no se encuentran contabilizados en la lista de precios, debido a que se aprovechó su instalación en el sistema anterior y fueron acoplados al nuevo.

Costos de los materiales para la implementación del nuevo sistema de control.

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Control WATLOW F4 , 100-240 V universal	1	999.35	999.35
RTD , tipo bayoneta 3 hilos	1	85.25	85.25
Punta de bayoneta 1" de largo 1/8" NPT	1	5.00	5.00
Funda SS316 1/2" NPT	1	47.00	47.00
Relay en estado sólido 10 Amp. ECE	4	14.00	56.00
Reducciones ¼ * 1/8" y ½ * ¼"	2	2.79	5.58
Cable de ext. RTD , recubierto PVC, 22 AWG	10	1.00	10.00
Electro válvulas 3 vías ¼" 0-15 Bar , 0-217 PSI	2	55.07	110.14
Válvula de asiento inclinado, actuador neumático 2" PN16 Genebre	2	613.83	1227.66
Válvula de asiento inclinado, actuador neumático 1" PN16 Genebre.	1	328.53	328.53
Trampa de flotador AR1, modelo Cona-5C, PN16, 1".	1	264.99	264.99
Lapeado de capsula rotativa en tungsteno carburo de 20 mm	2	20.00	40.00
Carbón estacionario para sello mecánico de 20 mm	4	50.00	200.00
Capsulas Flotantes con NI-RESIST	2	59.00	118.00
Collarín para rotativo de 20 mm	1	35.00	35.00
Cinta de teflón ½" megafilon , alta densidad	10	1.59	15.90
Racor L orientable QSL-1/4-6	12	2.73	32.76
Racor L orientable QSL-1/8-6	12	2.48	29.76
Unión tubo flexible QS-6	6	2.80	16.80
Terminales espiga #18-22 rojo	100	0.06	6.00
Terminales U #10-12 amarillo	100	0.10	10.00
Bombillo rosca 10/15 W 220V	2	2.80	5.60

Porta fusible , rosca 31 mm	2	1.50	3.00
Rebobinaje motor torniquete	2	80.00	160.00
Rodamientos 6309.22/C3	4	18.58	74.32
Trabajos en la bomba principal(varios)	1	145.00	145.00
		Subtotal \$	4031.64
		12 %	483.796
		TOTAL \$	4515.436

Tabla. 5.1. Lista de precios de materiales

Los valores de inversión realizada por la empresa son cuantificados en la Tabla. 5.1. cabe recalcar que parte de esta inversión es para el mantenimiento de algunas partes del jet tinturador de textiles involucradas directamente con el control de temperatura.

El costo – beneficio de este proyecto se ratifica de manera directa en la mejoría de la producción basada en la disminución de los costos de trabajo de la máquina, los porcentajes de productos de tinturación, la disminución de reprocesos entre otros estudiados en el capítulo 4.

La principal ventaja de este proyecto es la modernización de la maquinaria y su automatización dentro del proceso de producción.

CONCLUSIONES

- El nuevo sistema de control implementado en el jet tinturador de textiles, permite un control eficaz de los parámetros de temperatura y tiempo necesarios para la tinturación de textiles.
- El sistema de control está complementado con opciones de trabajo que facilitan la labor efectuada y hacen que sea más adecuado para realizar el trabajo.
- Las configuraciones realizadas en el controlador, permiten el correcto trabajo del nuevo sistema de control, estas opciones fueron analizadas y probadas antes de fijar su configuración.
- Con el nuevo sistema de control temperatura-tiempo, implementado en el jet tinturador de textiles se consiguió realizar la reducción de reprocesos en un 67 % en comparación al antiguo control. El 33 % restante de reprocesos depende de factores independientes al nuevo sistema de control, los mismos que son estudiados por la empresa para mejorar y reducir el índice que aún se tiene. Estos porcentajes están basados en la comparación de datos antiguos y nuevos (3 meses) recogidos por el área de tinturación.
- Con el nuevo control de temperatura - tiempo se logró optimizar los tiempos de trabajo de los procesos en un 14 % en relación al control anterior. Los procesos de tinturación son largos en promedio, su duración es de 9 horas, a lo que se ha logrado acortar de 1 a 1 ½ horas dependiendo de las características de la tinturación.
- Se logró la disminución del maltrato de la tela en el proceso.

- Se determinó una absorción mayor de los colorantes del 10 al 15 %, valores que fluctúan dependiendo de la tela tinturada. Mediante la absorción de los colorantes se disminuye el porcentaje de los productos químicos, lo que produce una disminución de costos en la tinturación. El porcentaje de absorción, es arrojado por un análisis en el espectrofotómetro realizado en el laboratorio de tintorería en Texpac, y analizado por los técnicos.
- El reforzamiento de los conocimientos adquiridos en la facultad, mediante proyectos viables como el presente, ayudan a la adquisición de experiencia en el campo laboral de la ingeniería electrónica.

RECOMENDACIONES

- Los elementos del nuevo sistema de control, poseen la característica de trabajar en condiciones difíciles; pese a ésto, es necesario realizar un mantenimiento preventivo, para asegurar su correcto desempeño. Este mantenimiento debe realizarse mínimo dos (2) veces al año.
- Si se desea realizar algún cambio en la configuración del controlador Watlow F4, es necesario que éste sea realizado por personal autorizado. La configuración establecida es la más adecuada para el trabajo del controlador con este sistema, su alteración puede provocar daños al personal, al sistema o efectuar de forma errónea el control.
- De existir la necesidad de cambiar la toma de datos por algún motivo; es necesario recordar que si se cambia el tipo de sensor y sus características en la configuración del controlador, provocaría la pérdida de toda la información de los perfiles ingresados en la memoria. El controlador por precaución advierte al operario antes de concretarlo.
- Los perfiles ingresados se encuentran probados y en funcionamiento con las mejores características de trabajo. Es posible variar la característica de gradiente, pero los datos ingresados son las respuestas obtenidas por las pruebas con el sistema. Si se aumentan o disminuyen estos valores, no se cumplirían con los tiempos estimados y se producirían desfases entre los pasos de las curvas.
- Para facilidad en el ingreso de nuevos perfiles, es aconsejable realizar primero este ingreso en las hojas de programación indicadas para ello, revisar la secuencia y proceder al ingreso del perfil al controlador.

- La afinación de los controles PID se realizó al 90 % de su punto establecido, este porcentaje es referencial para la sintonización automática y se lo escogió para poder proteger al producto de posibles daños causados por el sobrepaso o falta de alcance durante las oscilaciones de la autoafinación. Si se realiza el cambio del porcentaje en una nueva afinación hay que tomar en cuenta los efectos que se obtendrán.

- Al detectarse cualquier inconveniente con el controlador, se debe realizar un chequeo del sistema por personal autorizado. Si se determina que el daño es interno del controlador, no tratar de revisarlo pues ésto provocaría la pérdida de la garantía. Lo correcto es comunicarse con el representante local del producto y hacer efectivo su asesoramiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <http://www.anjaniindustries.com>, Hi Tech Turbo Jet Dyeing Machine.
- <http://www.grupokoneko.com>, válvulas.
- <http://www.watlow.com> , Controlador de rampa.
- http://www.RKC_instrument_inc.com, Controlador de temperatura.
- <http://www.kycsrl.com.ar> , Sensores de temperatura.
- <http://www.anjaniindustries.com>, Hi Tech Turbo Jet Dyeing Machine.
- <http://www.monografias.com>, Componentes electrónicos.
- <http://www.exacta.ind.br>, Termoresistencias_pt100.
- <http://www.mtas.es> , Control térmico y refrigeración.
- <http://www.monografias.com>, Hilados.
- <http://www.sc.ehu.es> , Intercambiadores.
- <http://www.westcoastplastics.com/watlowhome.html> , Controladores.
- <http://www.monografias.com> , Contaminación-textil.
- <http://www.ugr.es>, Dispositivos de potencia, reles.
- <http://www.unicrom.com>, Rectificador de onda completa.
- <http://www.arrakis.es>,Diodos.
- <http://fmc.axarnet.es/redes>.
- <http://www.gmelectronica.com> , Relays de estado sólido.
- Texpac, tinturación , *Base de datos telas* .
- Texpac, mantenimiento, *Datos máquina*.
- LAROUSSE, 6, Segunda, Planeta, Barcelona abril de 1985, 883

ÍNDICE DE ANEXOS

➤ Anexo 1	Estructura del Jet.	A.2
➤ Anexo 2	Lámina de flujo.	A.3
➤ Anexo 3	Características del caldero.	A.4
➤ Anexo 4	Características del compresor.	A.5
➤ Anexo 5	Diagrama de flujo tela Millagui 1.	A.6
➤ Anexo 6	Diagrama de flujo tela Millagui 2.	A.7
➤ Anexo 7	Diagrama de flujo tela Santos.	A.8
➤ Anexo 8	Diagrama de flujo tela Vicky Llana.	A.9
➤ Anexo 9	Diagrama de flujo tela Jacket.	A.10
➤ Anexo 10	Diagrama de flujo tela Ronaldo especial.	A.11
➤ Anexo 11	Registro de perfiles.	A.12
➤ Anexo 12	Ejemplo de programación paso a paso.	A.22
➤ Anexo 13	Diagrama eléctrico.	A.25
➤ Anexo 14	Diagrama neumático.	A.26
➤ Anexo 15	Instalación del controlador.	A.27
➤ Anexo 16	Análisis espectrofotómetro.	A.28
➤ Anexo 17	MANUAL DE USUARIO.	A.29

ESTRUCTURA DEL JET TINTURADOR

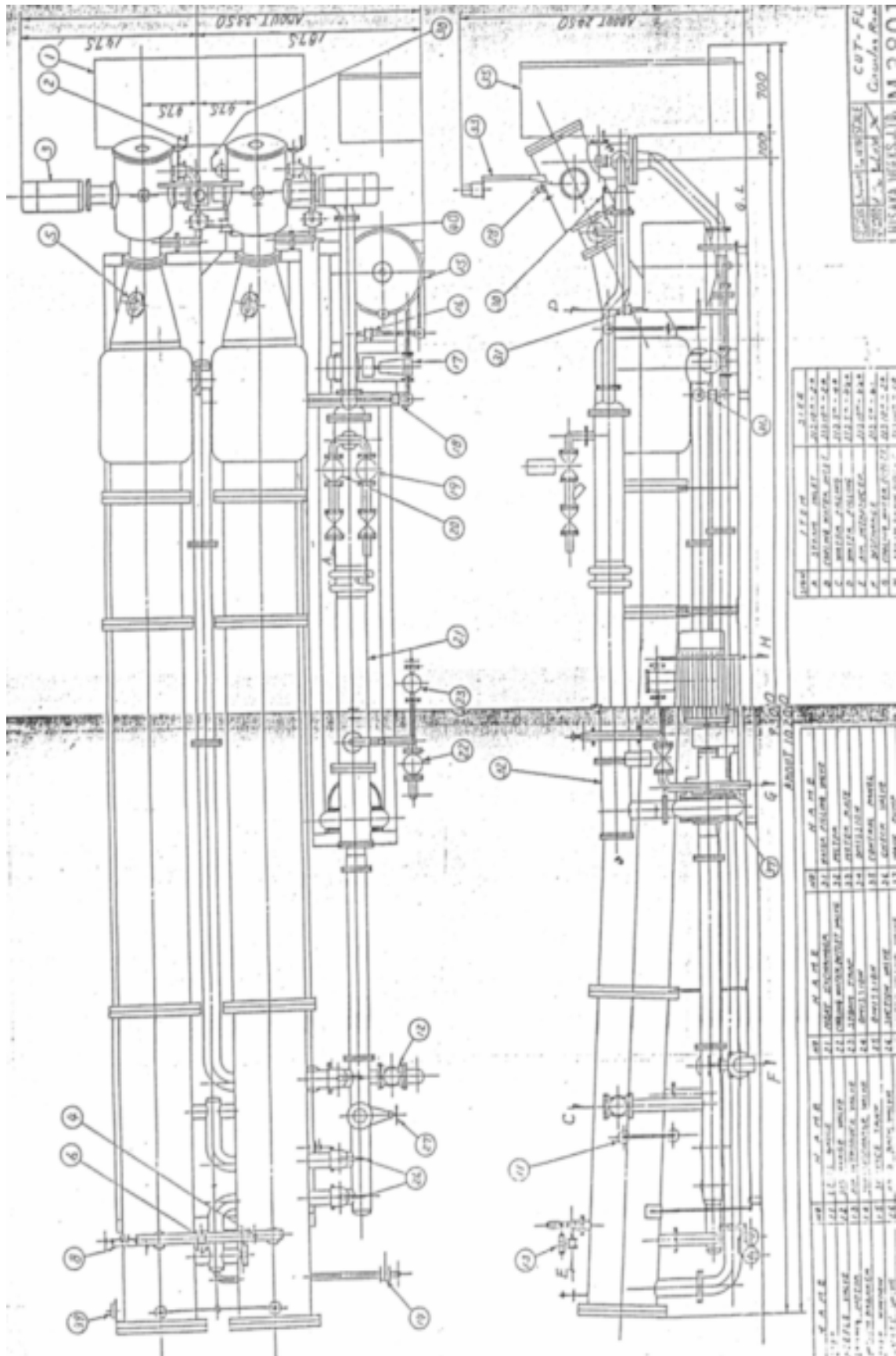
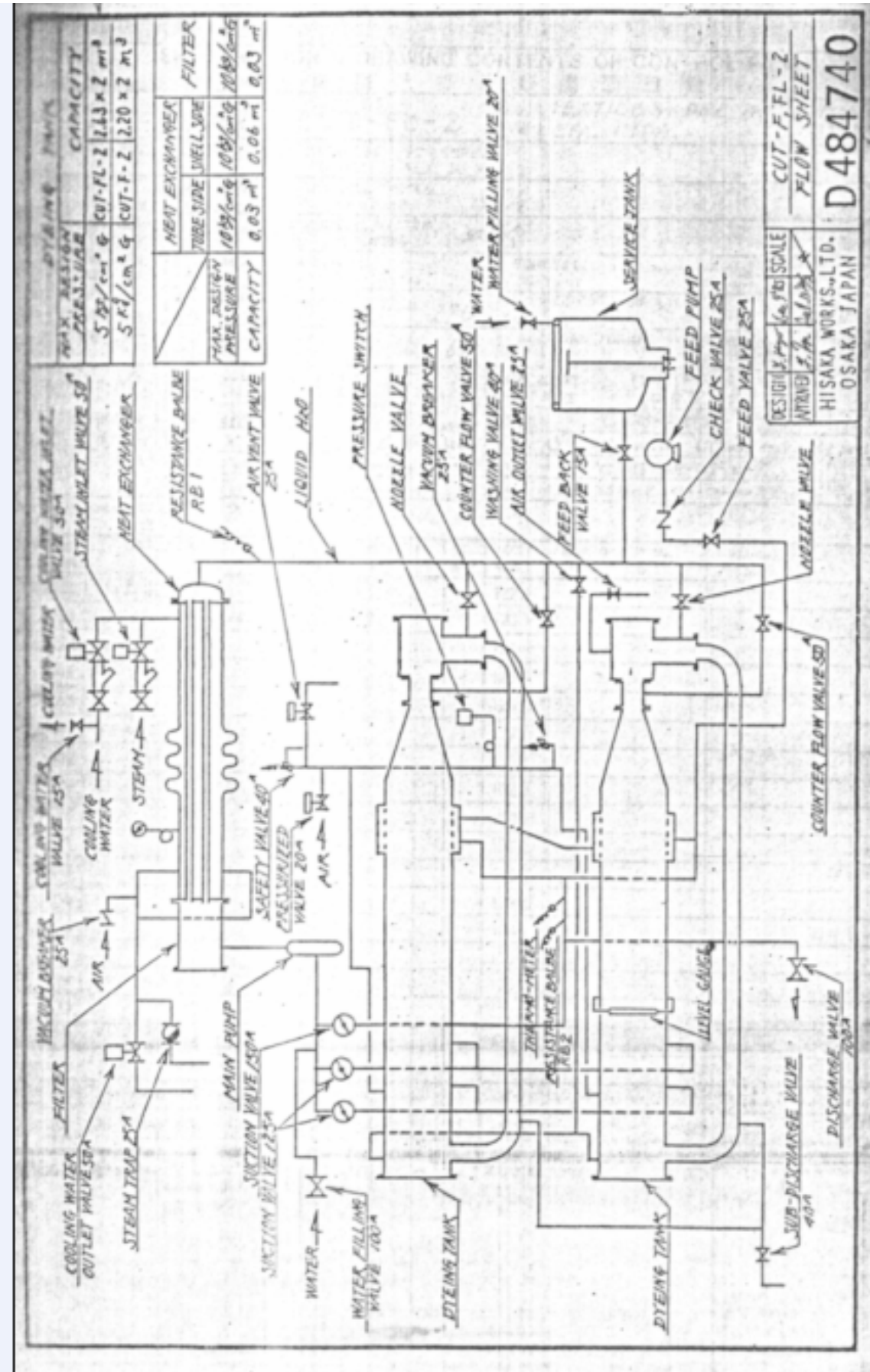


LÁMINA DE FLUJO



DYING PARTS	
MAX DESIGN PRESSURE	CAPACITY
5.29/cm ² G	CUT-FL-2 1.13 x 2 m ³
5.81/cm ² G	CUT-F-2 2.20 x 2 m ³

HEAT EXCHANGER	
TUBE SIDE	HELL SIDE
10.89/cm ² G	10.89/cm ² G
CAPACITY	0.03 m ³
	0.06 m ³
	0.03 m ³

DESIGN BY (SCALE) CUT-F, FL-2
 APPROVED BY (SCALE) FLOW SHEET
 HISAKA WORKS, LTD.
 OSAKA JAPAN
D 484740

CARACTERÍSTICAS DEL CALDERO

CLEAVER BROOKS

CB PACKAGED BOILER

MODEL: CB 600-300
SERIAL No. L90770
MÁX. PRESSURE: 150 PSI
DATE: 4/29/92
GAS: 83.5 GPH oil

ELECTRICAL REQUIREMENTS

MAIN POWER SUPPLY

VOLTS: 230 V
PH: 3
HZ: 60 HZ
AMP: 610 A
MINIMUM CIRCUIT AMPACITY: 72 AMP
MAX. RATING OF CIRCUIT PROTECTION: 244 AMP
BLOWER MOTOR: 15 HP
OIL HEATER: 7.5 KW

CONTROL CIRCUIT

VOLTS: 120 V
PH: 1
HZ: 60 HZ
AMP: 7 A

OIL PUMP MOTOR

VOLTS: 230 V
PH: 3
HZ: 60 HZ
AMP: 2 A

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR

GA 5-11C



WorkPlace Air System™ de Atlas Copco ofrece al usuario un valor sin igual. Este sistema permite instalar el compresor directamente en el punto de uso. La serie GA 5-11C está disponible en diferentes variantes y tamaños, con secador integrado opcional y accesorios. Capacidades desde 8,7 hasta 28,5 l/s con presiones máximas de trabajo de 7,5 a 13 bar. Modelos de 50 Hz y 60 Hz.

Datos técnicos

GA 5-11C: Datos técnicos

Tipo de compresor	Capacidad FAD ^(*)	Potencia de motor	Nivel sonoro ^(**)
	cfm	CV	dB(A)
Versión a 60 Hz			
GA5 - 100	31.8	7.5	60
GA5 - 125	26.7	7.5	60
GA7 - 100	43.9	10	61
GA7 - 125	38.6	10	61

GA 5-11C: Dimensiones



	GA 5-11C sin depósito	GA 5-11C con depósito
A	1.212 mm	1.779 mm
B	595 mm	600 mm
C	976 mm	1.158 mm

DIAGRAMA DE FLUJO MILLAGUI COLORES OSCUROS

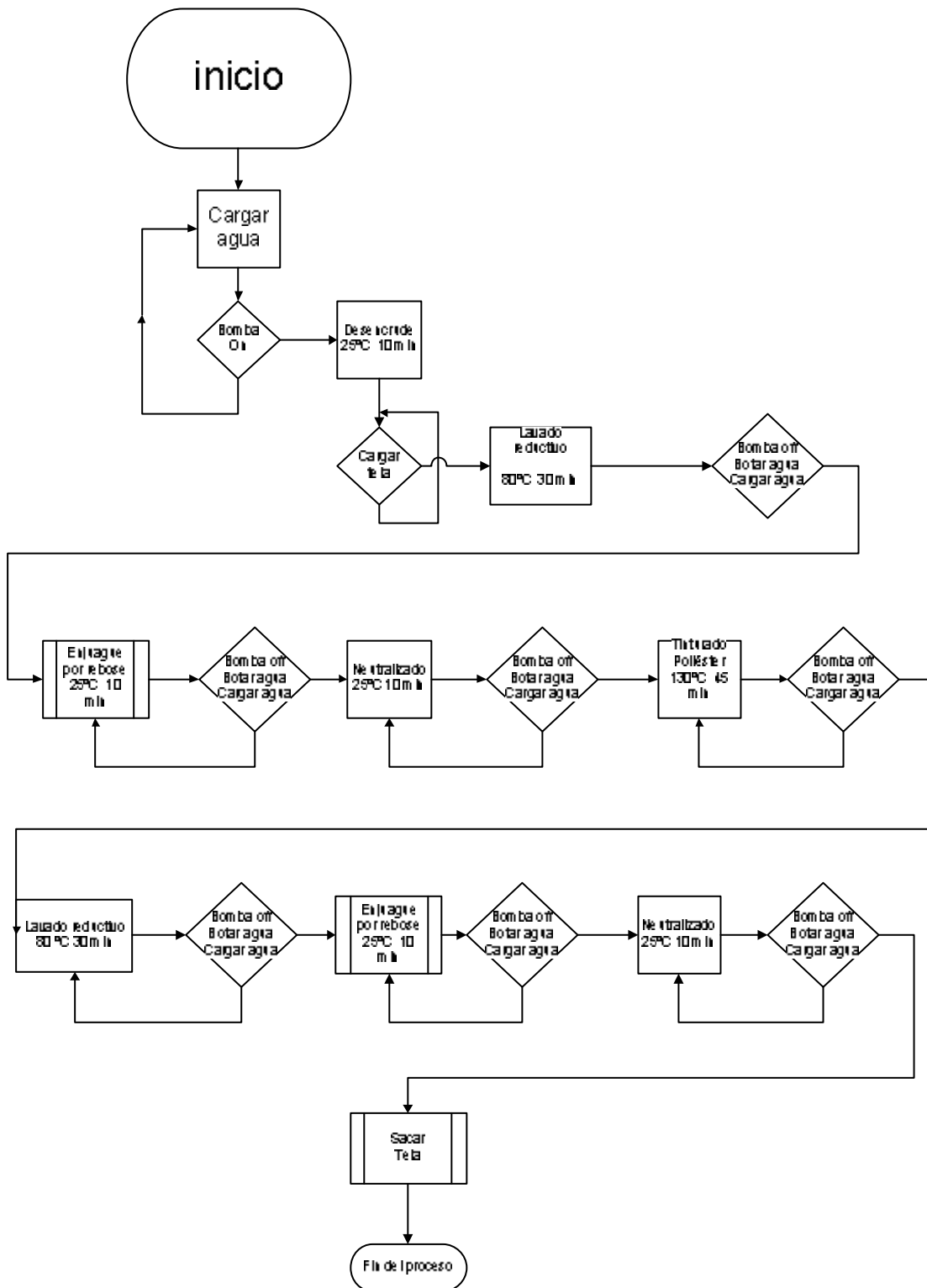


DIAGRAMA DE FLUJO MILLAGUI COLORES CLAROS

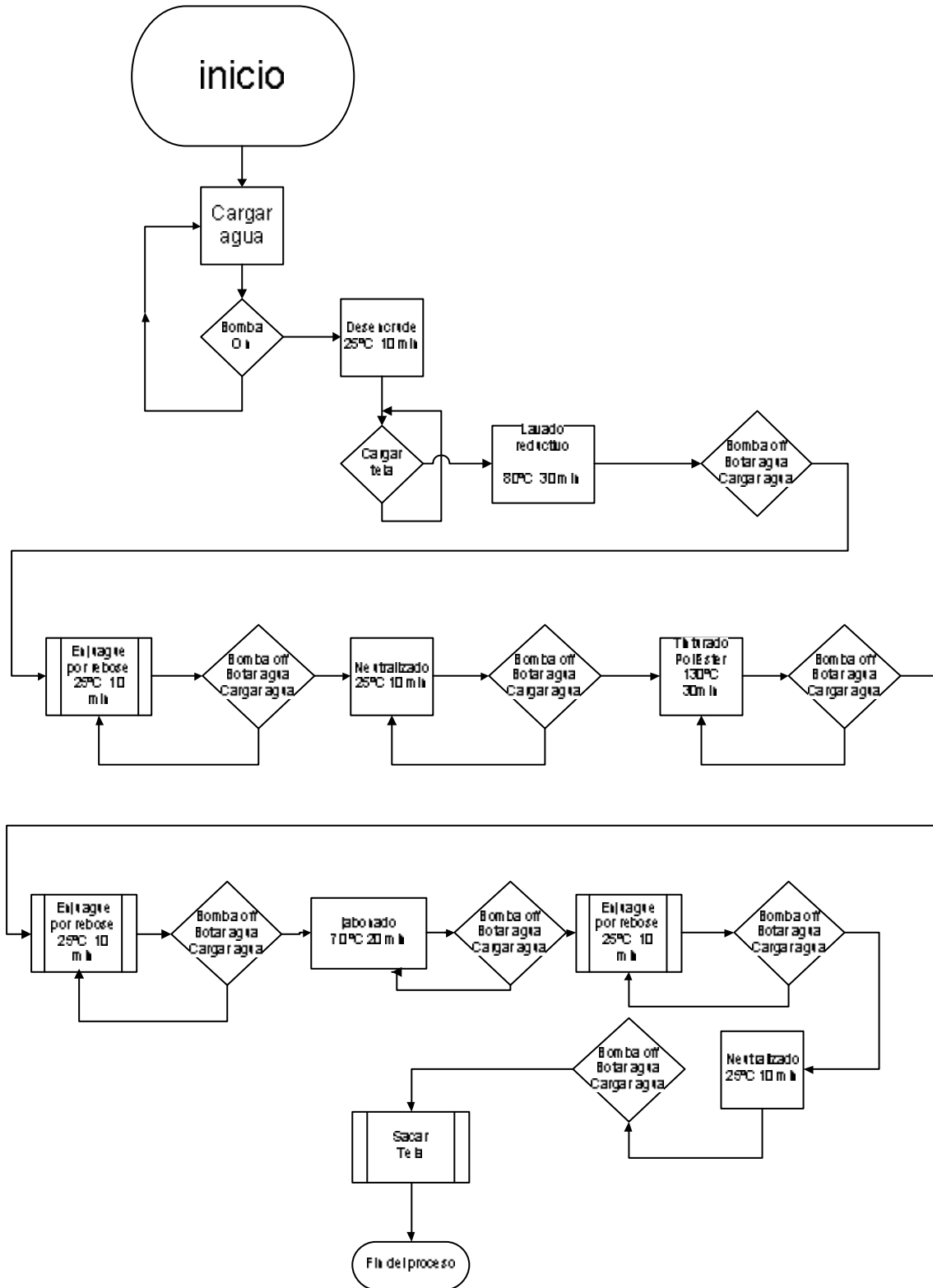


DIAGRAMA DE FLUJO SANTOS

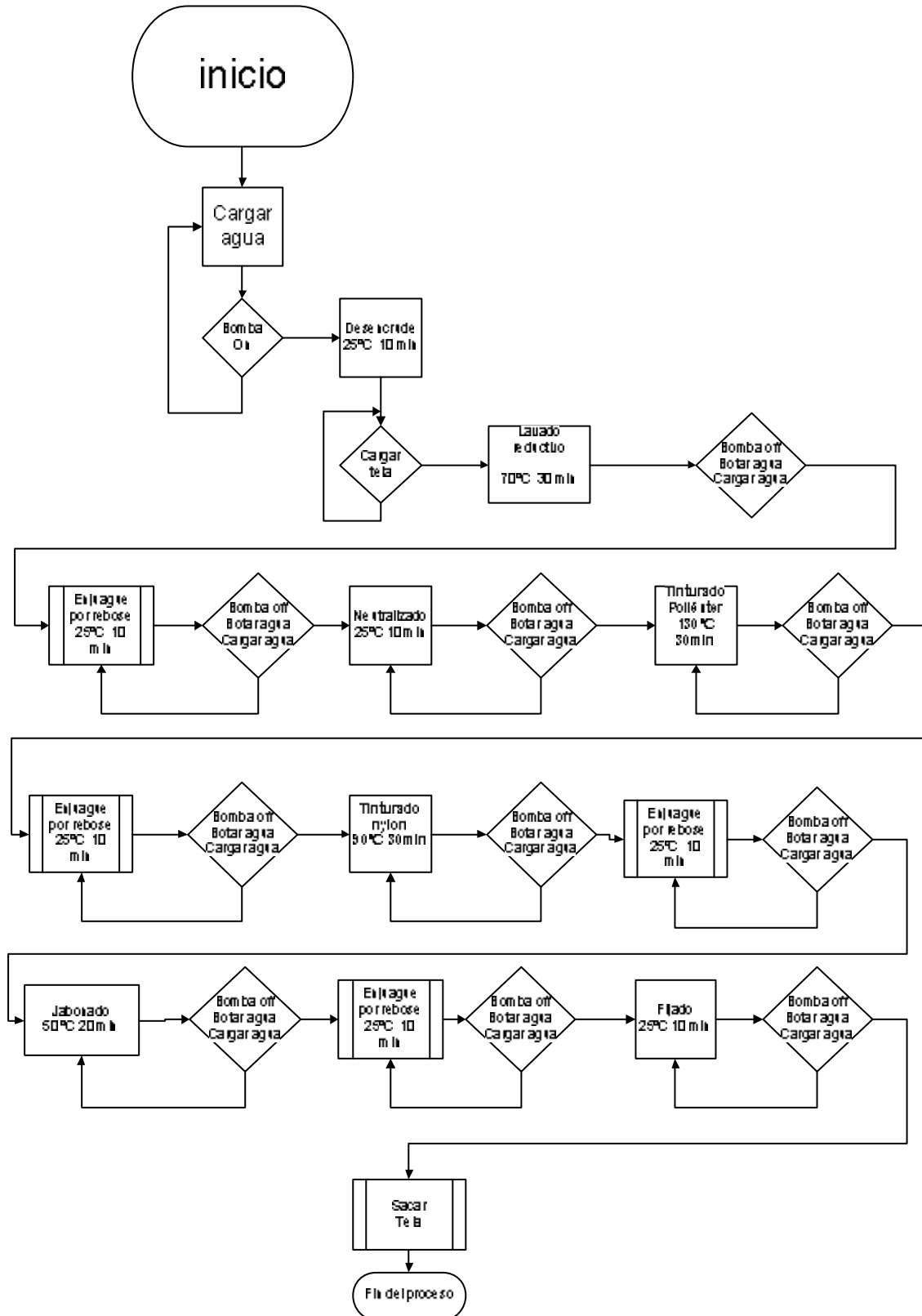


DIAGRAMA DE FLUJO VICKY LLANA

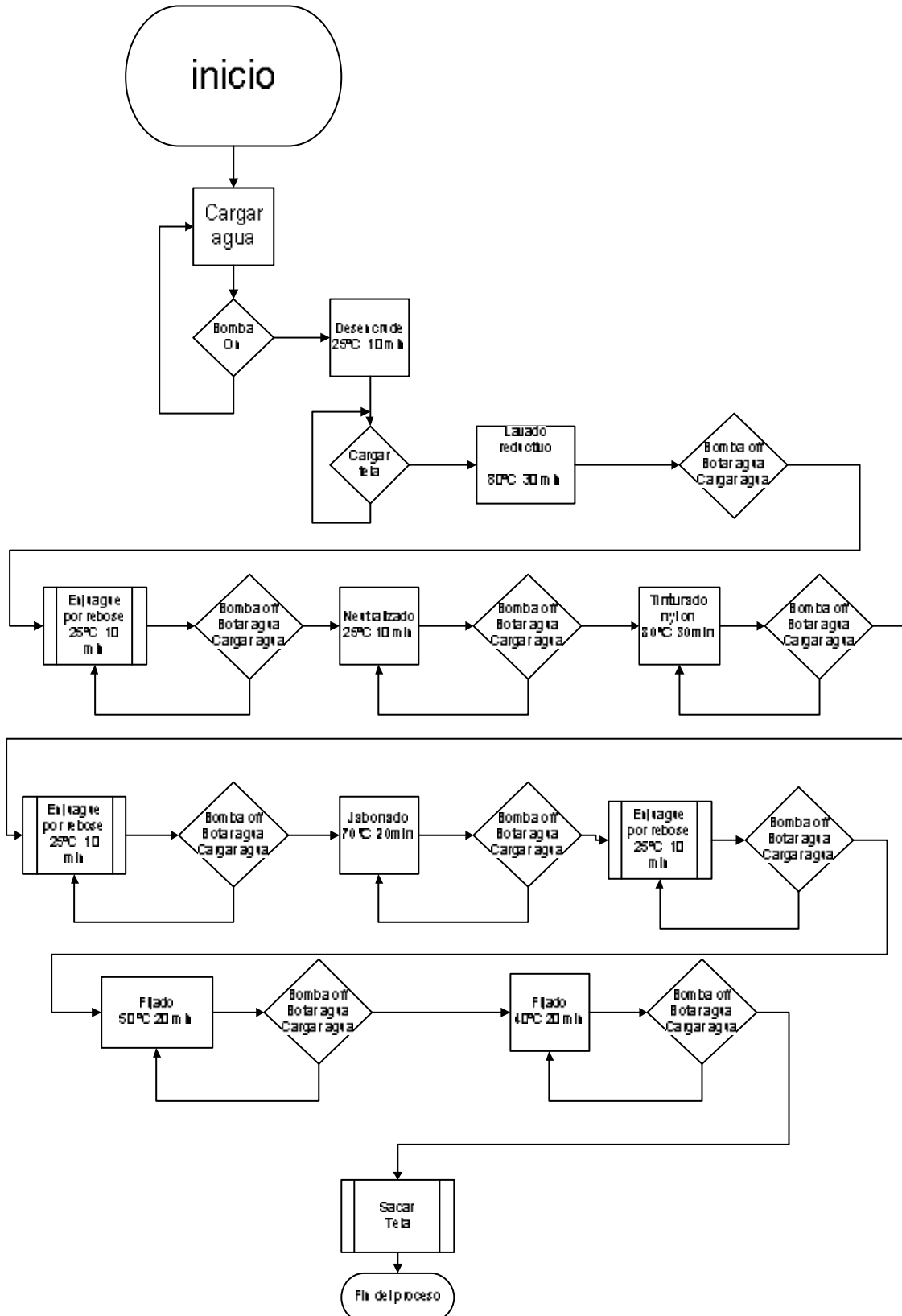


DIAGRAMA DE FLUJO JACKET

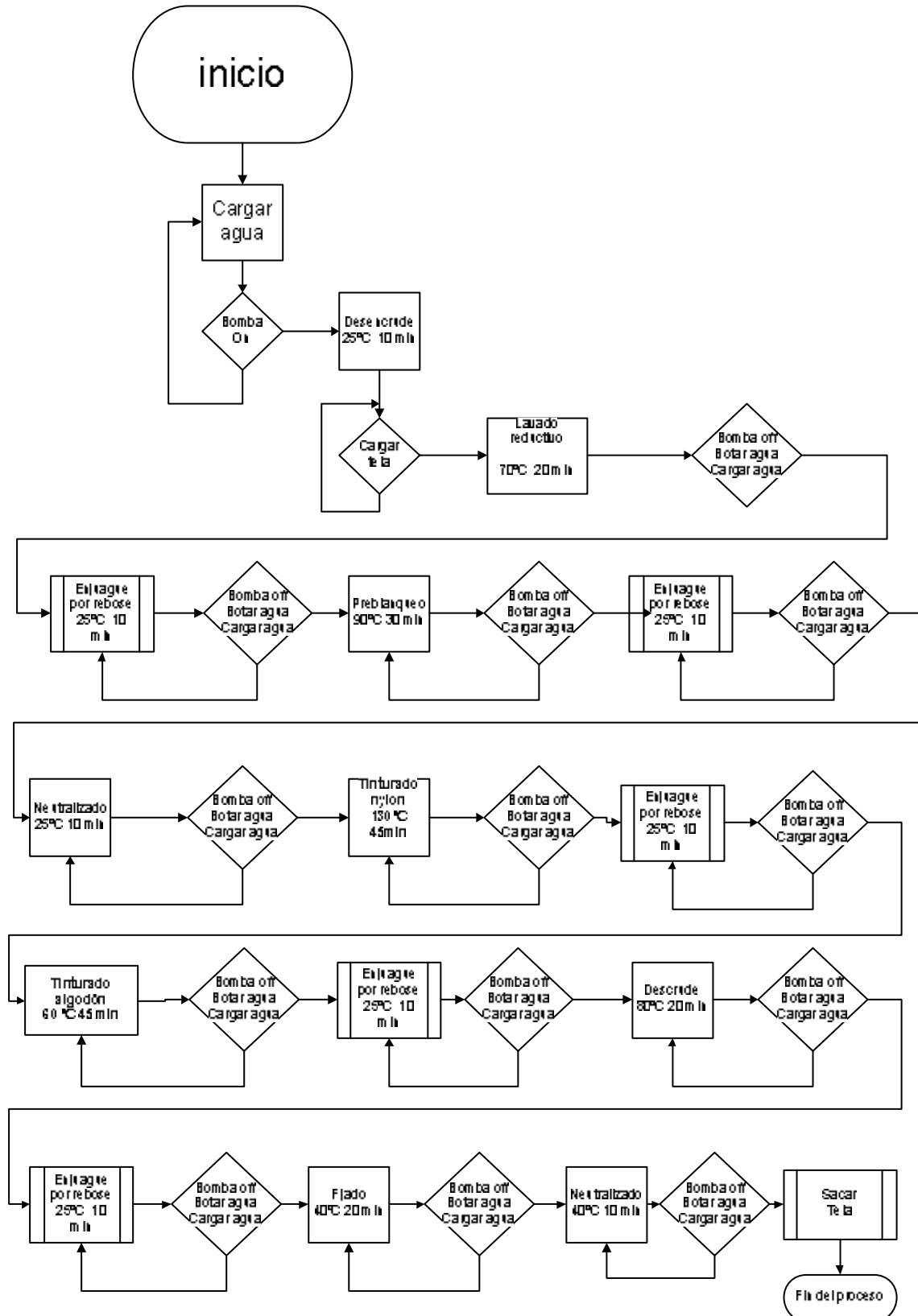
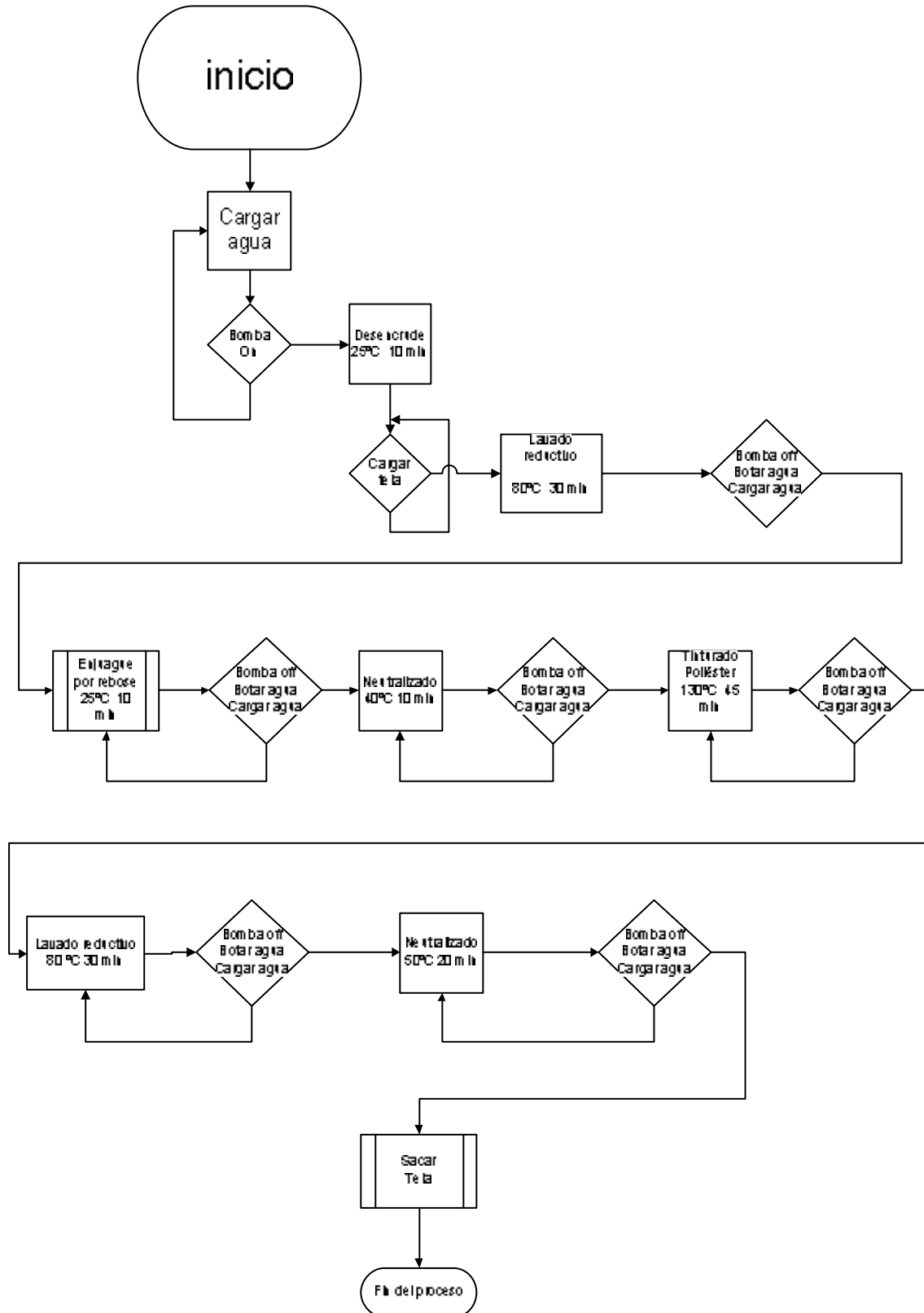


DIAGRAMA DE FLUJO RONALDO ESPECIAL



Ejemplo de cómo programar un perfil nuevo.

Descrude 130 (registro de perfiles 1)

Los modelos de la Serie F4, emplean un formato de preguntas y respuestas para que el usuario defina el número y los tipos de pasos de un perfil nuevo. El procedimiento es el siguiente:

Ir a la página Perfiles:

1.-Mueva el cursor a “Ir a Perfiles” (en la parte inferior de la página Principal), luego presione la tecla Derecha > obtendrá las opciones:

- Crear perfil
- Editar perfil
- Borrar perfil

2.-Elegir la opción **crear perfil**, obtendrá la opción de asignar un nombre:

Descrude 130 (Nombre referencial para la curva de trabajo)

3.-Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 1 tipo:

- Autoarranque
- Tiempo de rampa
- Velocidad de rampa
- Paso de saturación
- Salto
- En espera
- Estado final

Se elige la opción deseada para el primer paso del perfil, este paso depende de las necesidades del nuevo perfil.

4.-Elegir la opción **velocidad de rampa**, se elige esta opción por la necesidad de trabajar con un gradiente de subida de la temperatura, obtendrá las opciones:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| -Esperar por un evento: | NO (Condición para continuar con el paso) |
| -Velocidad (unidades por minuto): | 1.5 °C/m (Valor requerido para el cambio) |
| -Punto establecido: | 25 °C (Punto al cual se desea llegar) |
| -Conjunto PID: | 1 (Se escoge el control para el paso) |
| -Saturación garantizada: | NO |

Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 2 tipo:

5.-Elegir la opción **saturación**, paso requerido para estabilizar la temperatura deseada por determinado tiempo, obtendrá las opciones:

-Esperar por un evento:	NO
-Hora:	10 m (Tiempo requerido de estabilización)
-Conjunto PID:	1 (Se escoge el control para el paso)
-Saturación garantizada:	NO

Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 3 tipo:

6.-Elegir la opción **velocidad de rampa**, obtendrá las opciones:

-Esperar por un evento:	SI (Para continuar necesita se activada la condición llamada químico)
-Escoger el evento:	Químicos
-On o Off la salida de evento:	ON (Activación en alto o bajo)
- Velocidad (unidades por minuto):	2.4 °C/m
-Punto establecido:	40 °C (Temperatura requerida)
-Conjunto PID:	1
-Saturación garantizada:	NO

Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 4 tipo:

7.-Elegir la opción **velocidad de rampa**, obtendrá las opciones:

-Esperar por un evento:	NO
- Velocidad (unidades por minuto):	3 °C/m
-Punto establecido:	80 °C
-Conjunto PID:	3
-Saturación garantizada:	NO

Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 5 tipo:

8.-Elegir la opción **velocidad de rampa**, obtendrá las opciones:

-Esperar por un evento:	NO
-Velocidad (unidades por minuto):	1.5 °C/m
-Punto establecido:	130 °C
-Conjunto PID:	4
-Saturación garantizada:	NO

Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 6 tipo:

9.-Elegir la opción **saturación**, obtendrá las opciones:

-Esperar por un evento:	NO
-Hora:	30 m
-Conjunto PID:	4
-Saturación garantizada:	NO

Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 7 tipo:

10.-Elegir la opción **velocidad de rampa**, obtendrá las opciones:

-Esperar por un evento:	NO
-Velocidad (unidades por minuto):	1.5 °C/m
-Punto establecido:	80 °C
-Conjunto PID:	3
-Saturación garantizada:	NO

Presione la tecla Derecha > obtendrá la opción elegir paso 8 tipo:

11.-Elegir la opción estado final, obtendrá las opciones:

- Esperar salidas de punto establecido y eventos.
- Control apagado, P.E desactivado, estado de salida del evento mantenido.
- Todo apagado.
- En reposo

12.-Elegir la opción **todo apagado**, automáticamente todas las entradas y salidas quedan desactivadas, obtendrá la opción:

Guardar Si o No: SI

Existe la posibilidad de guardar el perfil creado o no.

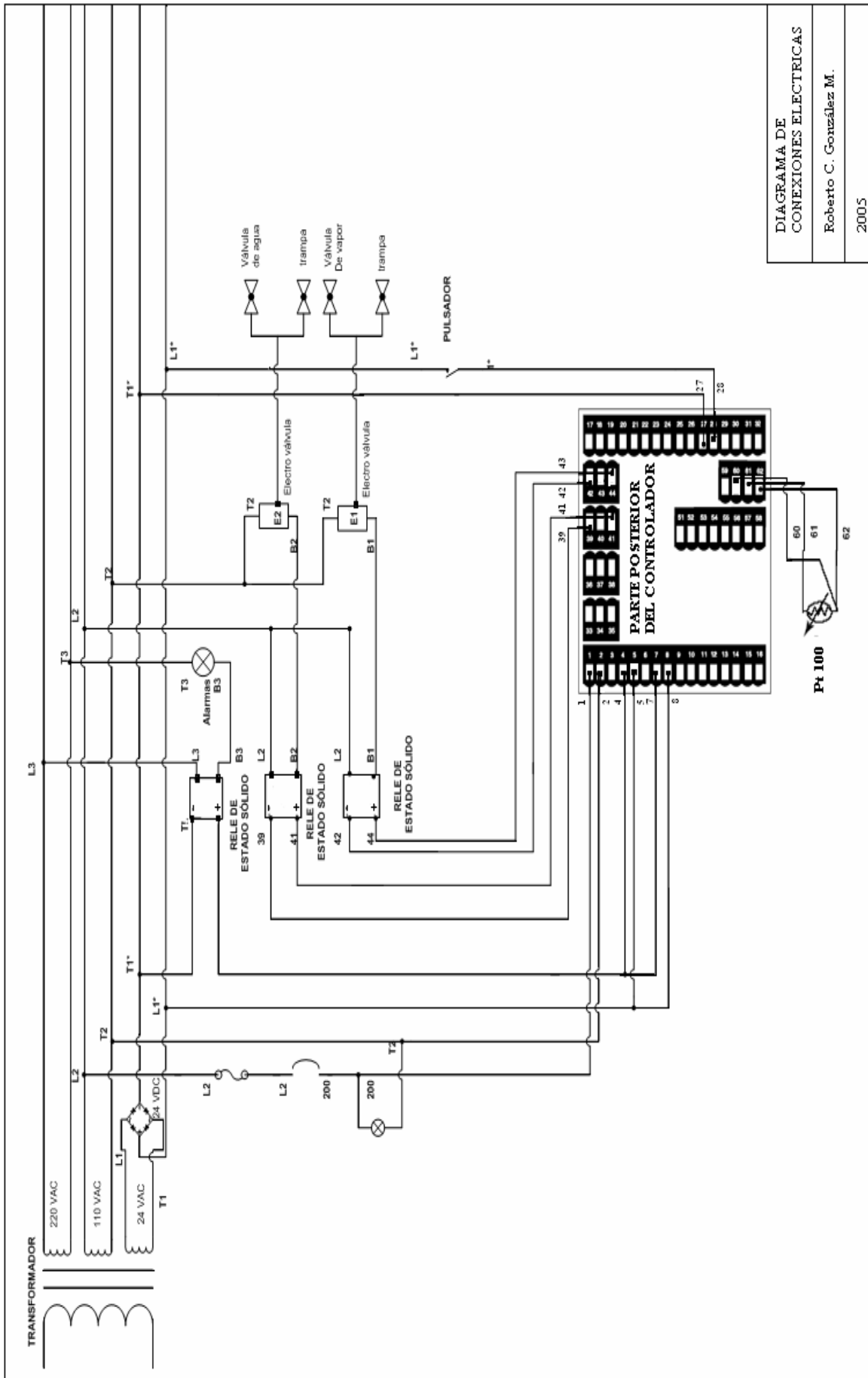


DIAGRAMA DE CONEXIONES ELECTRICAS
 Roberto C. González M.
 2005

DIAGRAMA DE CONTROL

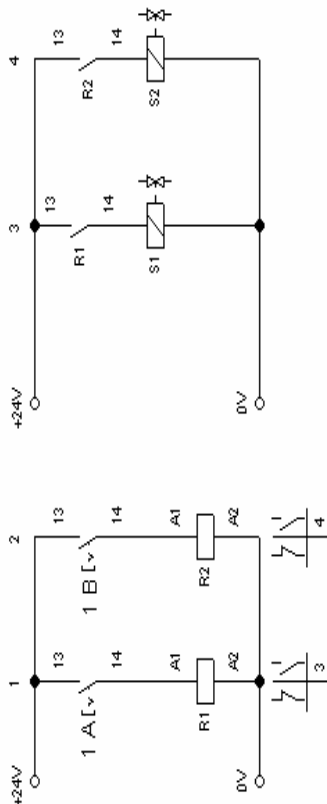
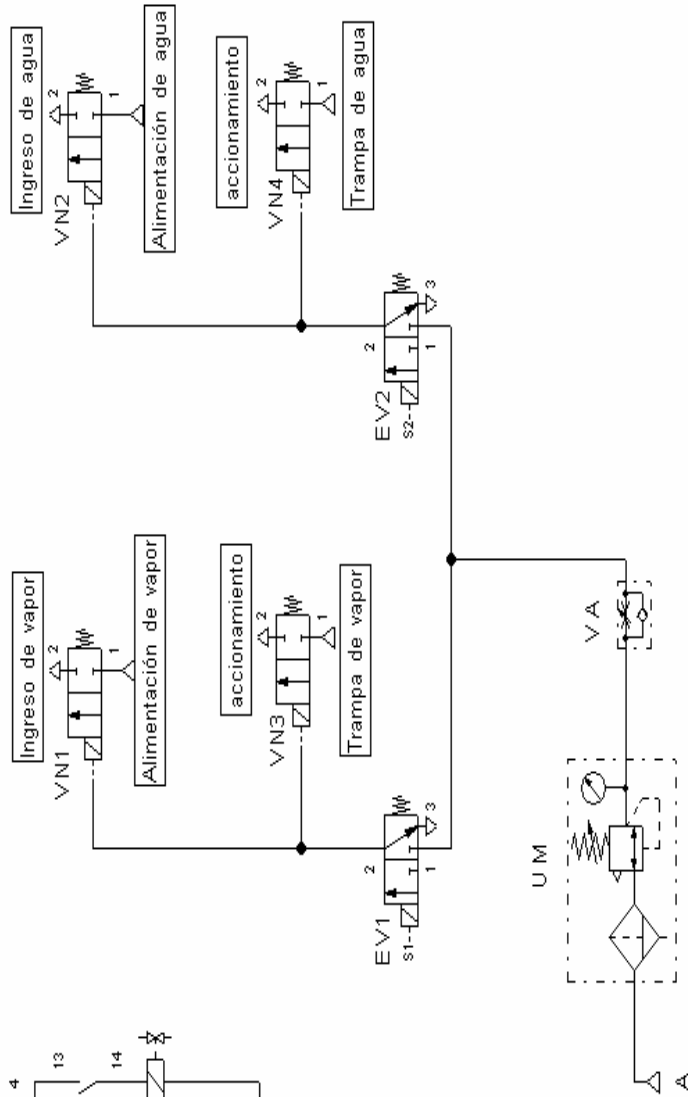


DIAGRAMA NEUMATICO



Marca	Denominación del componente
	Fuente de tensión (0V)
	Fuente de tensión (24V)
	Fuente de tensión (24V)
	Fuente de tensión (24V)
1 A	Interruptor (Obturador)
1 B	Interruptor (Obturador)
A	Fuente de aire comprimido
Alimentación de agua	Fuente de aire comprimido
Alimentación de vapor	Fuente de aire comprimido
EV1	Válvula de 3/2n vías
EV2	Válvula de 3/2n vías
R1	Obturador
R2	Obturador
R1	Relé
R2	Relé
S1	Solenoido de válvula
S2	Solenoido de válvula
Trampa de agua	Fuente de aire comprimido
Trampa de vapor	Fuente de aire comprimido
UM	Unidad de mantenimiento
VA	Válvula antirretorno estranguladora
VN1	Válvula de 2/2n vías
VN2	Válvula de 2/2n vías
VN3	Válvula de 2/2n vías
VN4	Válvula de 2/2n vías

DIAGRAMA DE CONEXIONES NEUMÁTICAS

Roberto C. González M.

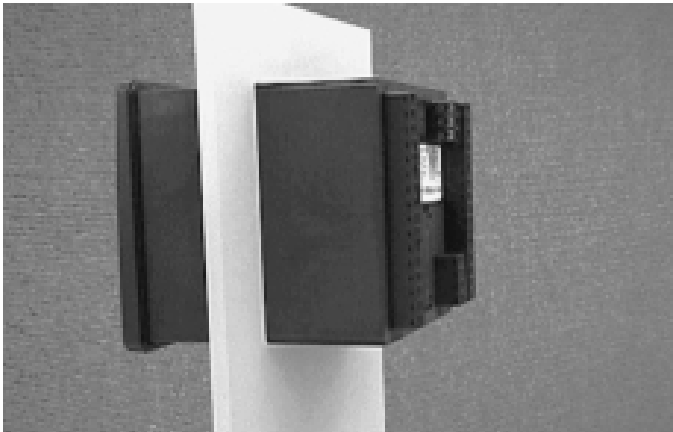
2005

Instalación del controlador Serie F4

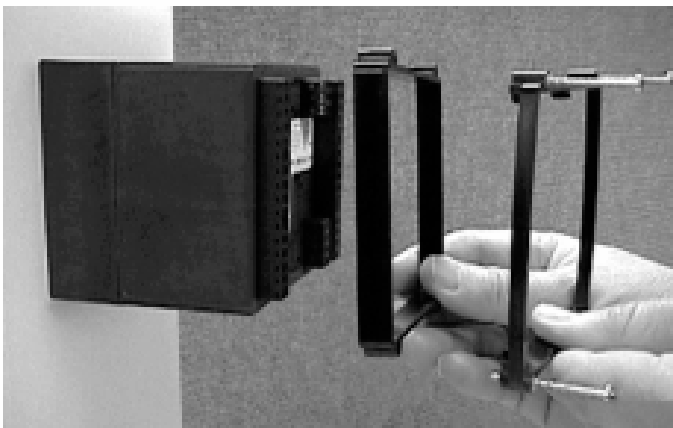
La instalación y el montaje requieren acceso a la parte posterior del panel.

Herramientas necesarias: destornillador número. 2.

1. Haga el recorte del panel usando las dimensiones de la plantilla de montaje especificadas.
2. Inserte el controlador en el recorte del panel.
Compruebe que la empaquetadura de caucho quede asentada en su ranura en la parte posterior del bisel. Deslice el marco de retención sobre la caja, colocándolo de forma tal que los agujeros abiertos queden frente a la parte posterior de la caja.



3. Alinee el soporte de montaje con las puntas de los tornillos apuntadas hacia el panel. Apretando los lados arqueados del soporte, empújelo con suavidad y firmeza sobre la caja hasta que los ganchos calcen en las ranuras de la parte delantera de la caja.



4. Apriete los cuatro tornillos con el destornillador lo suficiente como para eliminar el espacio entre la empaquetadura de caucho y el panel de montaje.

ANÁLISIS ESPECTROFOTOMETRO.

MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO



SISTEMA DE CONTROL TEMPERATURA – TIEMPO PARA EL JET TINTURADOR DE TEXTILES

ROBERTO C. GONZÁLEZ M

Agosto de 2005

QUITO – ECUADOR

Información de seguridad

A lo largo de este manual se utilizan los símbolos de atención y advertencia para alertar al lector sobre información importante relacionada con la operación del equipo y la seguridad.

Una “NOTA” es un mensaje corto que alerta al lector sobre algún detalle de importancia.

Los avisos de “ATENCIÓN” contienen información de importancia para proteger el equipo y su rendimiento.

Los avisos de “ADVERTENCIA” contienen información de importancia para la protección del personal y del equipo. Preste especial atención a todas las advertencias relativas a la aplicación. Se tiene dos clases de advertencias o atención:

- General
- Peligro de descargas eléctricas

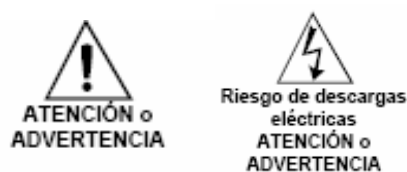


Figura 1.1 — Símbolos de alerta y peligro

Asistencia técnica

Si se tiene algún problema con el sistema de control, consulte la tabla de resolución de problemas (Anexo 1) y repase toda la información de configuración para verificar que las opciones seleccionadas sean las correctas para la aplicación: entradas, salidas, alarmas,

límites, etc. Si el problema persiste después de haber realizado esta verificación, podrá obtener asistencia técnica llamando al responsable del proyecto al teléfono **099890-143** o comunicándose al e-mail gonzlez_roberto@hotmail.com

INDICE

<p>A</p> <p>Alarmas10</p> <p>ANEXOS19</p> <p>Asigne un nombre al perfil.13</p> <p>Autoarranque.....13</p> <p>C</p> <p>CAPÍTULO 1</p> <p> Introducción.....3</p> <p>CAPÍTULO 25</p> <p> Operación desde el panel frontal.....5</p> <p>CAPÍTULO 311</p> <p> Programación de perfiles11</p> <p>Circuito eléctrico22</p> <p>Circuito neumático23</p> <p>Cómo borrar un perfil17</p> <p>Cómo cambiar el nombre de un perfil.....17</p> <p>Cómo editar un perfil.....17</p> <p>Cómo ejecutar un perfil.....9</p> <p>Cómo poner un perfil en espera9</p> <p>Cómo programar un perfil nuevo12</p> <p>Cómo reanudar un perfil que esté en espera10</p> <p>Cómo terminar un perfil.....10</p> <p>Conexiones del controlador.....17</p> <p>Control de perfil8</p> <p>Control de punto establecido estático (forma manual)7</p> <p>Cree un perfil nuevo.12</p> <p>D</p> <p>Defina cada tipo de paso.....13</p> <p>E</p> <p>En espera.....15</p>	<p>Entradas y salidas 5</p> <p>Especificaciones controlador..... 24</p> <p>G</p> <p> Guarde sus ajustes..... 16</p> <p>I</p> <p> Información general 4</p> <p> Ir a la página Perfiles. 12</p> <p>O</p> <p> Operación del sistema 7</p> <p>P</p> <p> Página Principal especial (personalizada)..... 7</p> <p> Programación de perfiles 11</p> <p> PROGRAMACIÓN DE PERFILES Ej 21</p> <p> Programación guiada 6</p> <p>R</p> <p> Resolución de problemas 19</p> <p>S</p> <p> Salto 15</p> <p> Saturación 15</p> <p> Seleccione el estado final. 16</p> <p> Seleccione el tipo de paso..... 13</p> <p>T</p> <p> Tiempo de rampa 14</p> <p>V</p> <p> Velocidad de rampa..... 14</p>
---	---

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El presente manual de usuario describe como debe manejarse el sistema de control para asegurar un funcionamiento seguro, un rendimiento óptimo y larga duración en su servicio.

Es necesario leer este folleto antes de realizar algún cambio en el sistema de trabajo. Tener el folleto a la disposición del operador y asegúrese de que el sistema se maneje de acuerdo a las instrucciones.



Cualquier cambio o configuración debe ser realizada por personal autorizado.

1.1 Información general

El sistema de control temperatura – tiempo del jet tinturador de textiles es una aplicación probada y que se encuentra trabajando. Lo que se especifica en este manual, es la utilización del sistema para el operario y la programación de perfiles para el personal autorizado.

Este sistema se encuentra diseñado para realizar un control de óptima calidad para el jet tinturador de textiles, esta delineado para un intercambiador de calor del tipo tubos, con alimentaciones de vapor para calentar el agua y de agua fría para el enfriamiento.

Para la implementación del sistema de control temperatura – tiempo se utilizo el siguiente

dispositivo:

Controlador de temperatura Watlow F4, especificaciones **Anexo 5**.

Las características de este controlador permite realizar un adecuado control del sistema, es muy versátil, ofrece las siguientes características:

- Pantalla de LCD de cuatro líneas y alta resolución;
- Software de programación guiada;
- Microprocesador de 16 bits;
- 256 pasos de rampa posibles hasta en 40 perfiles a los que se les puede asignar nombre;
- Seis tipos de pasos;
- Interrupción del servicio eléctrico;
- Reloj de tiempo real.

1.2 Entradas y salidas



Figura 1.2. Entradas y salidas del equipo de un solo canal

CAPÍTULO 2

OPERACIÓN DESDE EL PANEL FRONTAL

El software del sistema controlador está organizado en cinco secciones llamadas “páginas”. La página Principal es la página central (predeterminada) que presenta información de estado en la pantalla inferior. Para llegar a las otras hojas, es preciso comenzar en la página Principal especial (personalizada).

2.1 Teclas, pantallas y luces

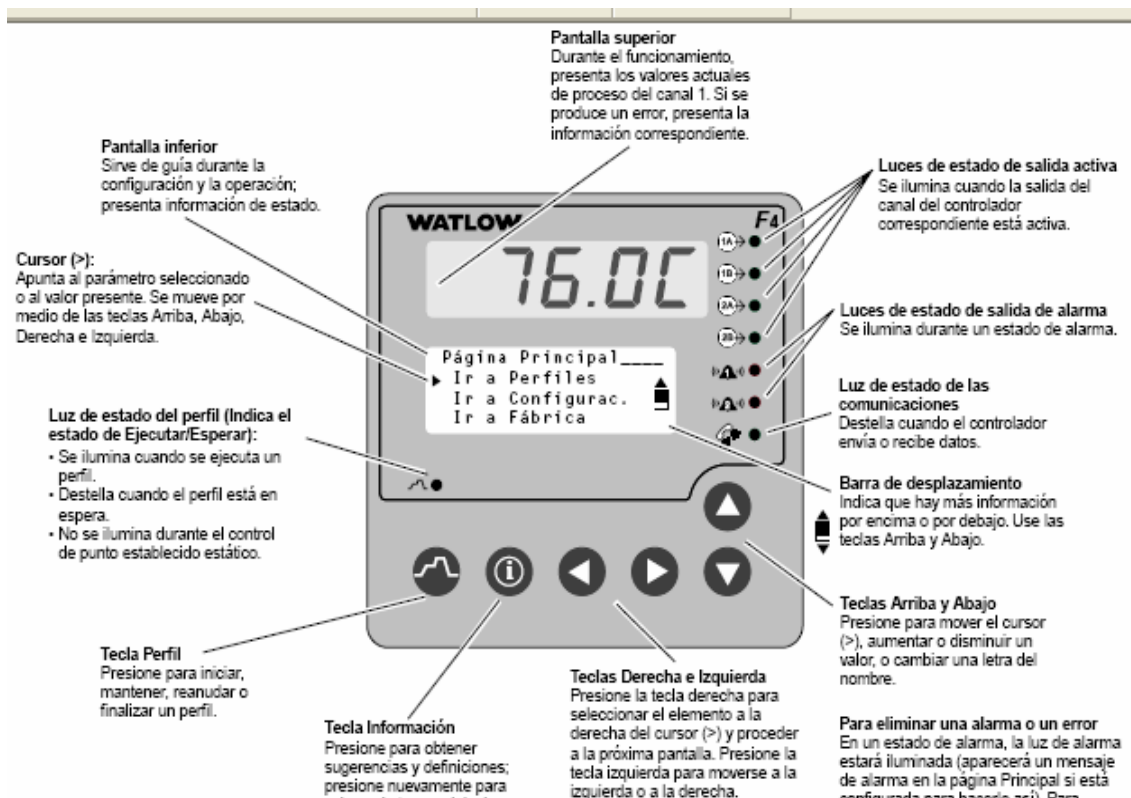


Figura. 2.1. Teclas, pantallas y luces

2.2 Programación guiada

El software del controlador guía a los usuarios a lo largo de la mayoría de las tareas, para realizar una tarea, simplemente proceda a través de la secuencia de parámetros. Para cada parámetro, seleccione la opción o establezca el valor correspondiente, luego presione la tecla Derecha para continuar al parámetro de la próxima pantalla.

Finalizará la tarea cuando se vuelva al Menú Inicial.

1. Use > o < para mover el cursor a fin de seleccionar un elemento en una lista.
2. Presione la tecla Derecha >
3. Ingrese el valor y haga una selección.
4. Presione nuevamente >
5. Repita hasta que vuelva a la lista original.

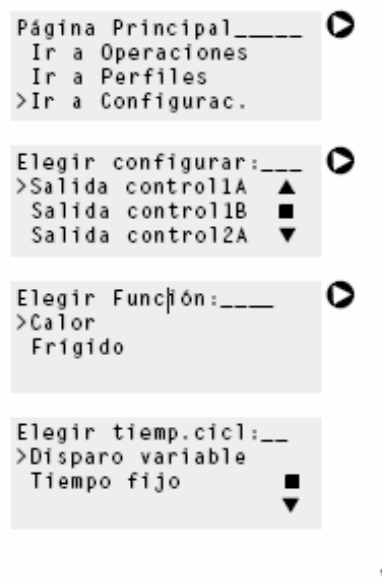


Figura. 2.2. Forma de ingreso a las páginas

2.3 Página Principal especial (personalizada)

La página Principal muestra mensajes de error y estados de entrada, salida y perfil, y permite además acceder al software del controlador.

2.4 Operación del sistema

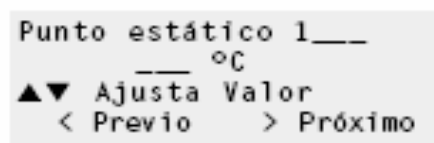
El controlador puede funcionar como un controlador de punto establecido (forma manual) o como un controlador de perfil (forma automática), y sólo puede funcionar en una configuración de lazo cerrado. No se permite el modo de operación manual (lazo abierto).

2.5 Control de punto establecido estático (forma manual)

El sistema está en el modo estático cuando no está controlando un perfil de rampa. En el modo estático:

- La luz de estado del Perfil está apagada;
- La pantalla superior muestra la temperatura del proceso actual de la entrada 1;
- La pantalla inferior muestra los valores predeterminados o el conjunto de información configurado por el usuario.

Para operar el control como un controlador de punto establecido estático, use las teclas de navegación (> <, .), para seleccionar el canal preferido y ajustar el punto establecido.



```
Punto estático 1__  
    __ °C  
▲▼ Ajusta Valor  
< Previo > Próximo
```

Figura. 2.3. Punto estático

- Avanzar hasta la opción punto estático
- Ingresar el valor deseado
- Presionar la tecla >

El control al llegar al punto estático deseado, fija este valor y lo mantiene hasta que se desactive la opción manualmente.

Nota: Toda la actividad de control cesa cuando se ingresa en los menús página Configuración, Entrada analógica, Entrada digital, Salida de control, Salida de alarma, Retransmisión y Salida digital de la página Configuración.

2.6 Control de perfil

Las siguientes instrucciones explican cómo ejecutar, mantener, reanudar y terminar un perfil existente. Es necesario programar un perfil antes de ejecutarlo (solo personal autorizado).

Mientras se está ejecutando un perfil, no es posible ingresar en las páginas Operaciones, Configuración o Fábrica; sin embargo, sí se puede ingresar en la página Perfiles para crear o cambiar el nombre de un perfil (pero no se pueden cambiar ni borrar los perfiles). Para ajustar el punto establecido en un paso de un perfil en ejecución, ponga el perfil en espera, y luego use el parámetro punto establecido estático de la página Principal.

2.6.1 Cómo ejecutar un perfil

- Presione la tecla Perfil y responda a las preguntas que siguen.
- Desea ejecutar un perfil SI ó NO?
- Escoger el perfil deseado.
- Presionar la tecla >.

Al ejecutar un perfil, el mensaje de Estado del Perfil en la pantalla inferior mostrará el progreso del perfil.

Al ejecutar un perfil, el controlador no reconocerá entradas digitales programadas para iniciar un perfil (fecha).

Nota: Como medida de protección, se borrarán todos los perfiles almacenados si se cambian los valores en los menús de Entrada analógica 1 (página Configuración). En la

pantalla inferior aparecerán mensajes advirtiendo que los cambios borrarán los perfiles de la memoria del controlador.

2.6.2 Cómo poner un perfil en espera

1. Presione la tecla Perfil mientras esté ejecutando un perfil.
2. En el Menú de Acción del Perfil, seleccione Esperar, No esperar o Terminar perfil. (La acción predeterminada es No esperar.)

El mensaje de estado del Perfil en la pantalla inferior muestra que el perfil está en espera. La luz de estado del perfil está apagada.

2.6.3 Cómo reanudar un perfil que esté en espera

1. Presione la tecla Perfil mientras el perfil está en espera.
2. En el Menú de Reanudar Perfil, seleccione Continuar en espera, Reanudar perfil o Terminar perfil.

2.6.4 Cómo terminar un perfil

1. Presione la tecla Perfil mientras haya un perfil en ejecución o espera.
2. Seleccione Continuar en espera, Reanudar perfil o Terminar perfil en el Menú de Acción del Perfil.

(La acción predeterminada es Continuar en espera.) Si selecciona terminar, el perfil finalizará con todas las salidas apagadas. El punto establecido en la página Principal indica “apagado”.

2.7. Alarmas

Una alarma se activa cuando la temperatura o el valor del proceso se ha salido de un rango definido. La alarma debe apagarse automáticamente cuando haya desaparecido la

condición que la originó caso contrario queda enganchada y el proceso debe ser parado, se debe llamar al personal autorizado para resolver la condición de error.

CAPÍTULO 3

PROGRAMACIÓN DE PERFILES

3.1. Programación de perfiles

Un perfil es un conjunto de instrucciones programadas como una serie de pasos que el controlador maneja automáticamente. Se pueden almacenar hasta 40 perfiles distintos y un total de 256 pasos en la memoria no volátil del controlador. Es necesario programar un perfil antes de ejecutarlo. Si se cambia la configuración de entradas analógicas (página Configuración) después de programar perfiles, se borrarán todos los perfiles. (Se recibirá un mensaje de advertencia antes de que esto suceda.)

3.2. Cómo programar un perfil nuevo

El controlador emplea un formato de preguntas y respuestas para que el usuario defina el número y los tipos de pasos de un perfil nuevo. El procedimiento es el siguiente:

3.2.1. Ir a la página Perfiles.

Mueva el cursor a “Ir a Perfiles” (en la parte inferior de la página Principal), luego presione la tecla Derecha>

Se pedirá una clave de acceso (proporcionada al personal autorizado) antes de poder ingresar a los perfiles.



Figura. 3.7. Búsqueda de perfiles

3.2.2. Cree un perfil nuevo.

Escoger la opción de crear un perfil.

Presione >

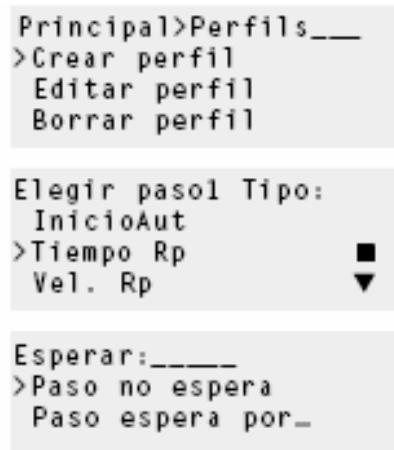


Figura. 3.8. Pasos para crear un perfil

3.2.3. Asigne un nombre al perfil.

Se puede asignar un nombre para facilitar la referencia. (Los nombres pueden tener hasta diez caracteres.)

3.2.4. Seleccione el tipo de paso.

Hay seis tipos de pasos, cada uno de los cuales debe definirse mediante parámetros distintos.

3.2.5. Defina cada tipo de paso.

El controlador le pide que defina los parámetros de cada tipo de paso.

3.2.5.1. Autoarranque

La característica “Autoarranque” pone un perfil en pausa hasta la fecha o el día y la hora especificados (de un reloj de 24 horas). Defina el Autoarranque seleccionando.

1. Día (de la semana) o Fecha,
2. Hora

3.2.5.2. Tiempo de rampa

La característica “Tiempo de rampa” cambia el punto establecido a un valor nuevo en un período seleccionado de tiempo. . Defina el paso del Tiempo de rampa seleccionando:

1. “Esperar por” un evento, o el valor del proceso (en la página Configuración se especifican los Eventos en espera).
2. Encendido o apagado de salidas de eventos (en caso de que haya salidas digitales configuradas como eventos en la página Configuración);
3. Tiempo (en horas, minutos y segundos);
4. Punto establecido del canal 1;
5. Conjunto PID (uno de cinco conjuntos de parámetros PID de calentamiento/enfriamiento predefinidos en la página Operaciones); o
6. Saturación garantizada (requiere que el valor actual del proceso permanezca dentro de la banda de saturación como se le configuró en el Menú de Sistema).

3.2.5.3. Velocidad de rampa

La característica “Velocidad de rampa” cambia el punto establecido a un valor nuevo a una velocidad seleccionada. Defina la Velocidad de rampa seleccionando:

1. “Esperar por” un evento, o el valor del proceso;
2. Encendido o apagado de salidas de eventos;
3. Velocidad (unidades por minuto);
4. Punto establecido del canal 1;
5. Conjunto PID; o
6. Saturación garantizada.

3.2.5.4. Saturación

La característica “Saturación” mantiene el punto establecido del paso anterior durante un tiempo seleccionado en horas, minutos y segundos. Defina el paso de Saturación seleccionando:

1. “Esperar por” un evento, o el valor del proceso;
2. Encendido o apagado de salidas de eventos (si hay salidas digitales configuradas como eventos en la página Configuración);
3. Hora;
4. Conjunto PID; o
5. Saturación garantizada.

3.2.5.5. Salto

La característica “Salto” inicia otro paso o perfil.

Defina el paso de Salto seleccionando:

1. Perfil al cual saltar;
2. Paso al cual saltar; y
3. Número de repeticiones.

3.2.5.6. En espera

“En espera” no es un tipo de paso, pero es posible programar pasos de “Tiempo de rampa”, “Velocidad de rampa” y “Saturación” para esperar por eventos y procesos. Esto quiere decir que es preciso satisfacer las condiciones de espera antes de que continúen las actividades del reloj de tiempo y la de pasos.

Si el paso debe esperar una entrada analógica, el valor del proceso actual tiene que llegar al valor especificado, o bien cruzarse con el mismo antes de que el paso continúe.

Se continúa definiendo tipos de pasos hasta completar el perfil. El último paso debe ser un paso Final.

3.2.5.7. Seleccione el estado final.

Todos los perfiles terminan con un paso Final, el cual es preprogramado en el perfil nuevo. Seleccione:

- Esperar salidas de punto establecido y eventos;
- Control apagado, punto establecido desactivado, estado de salida de evento mantenido;
- Todo apagado (salidas de control y salidas de eventos); o
- En reposo, con cada canal en los puntos establecidos especificados por el usuario.
- Se mantiene el estado de la salida de eventos.

3.2.5.8. Guarde sus ajustes.

Al salir de la página Perfiles, seleccione si desea guardar los datos del perfil o restaurar valores. Su perfil nuevo aparecerá en el Menú Editar Perfil y cuando presione la tecla de perfiles.

Nota: El paso final de cada perfil es Final. No se puede borrar un paso Final ni cambiarlo a otro tipo, pero sí es posible insertar pasos nuevos antes del mismo.

Los perfiles ingresados en la memoria del controlador son basados en los datos de trabajo de las telas.

3.3. Cómo editar un perfil

Para cambiar uno o más parámetros en un perfil, ir al Menú Editar Perfil (página Perfiles), seleccione el perfil a ser editado, luego seleccione insertar un paso nuevo, editar un paso existente o borrar un paso. El software lo guiará a lo largo de estos procedimientos. Si edita un paso y cambia el tipo de paso, el controlador le pedirá que programe todos los parámetros necesarios del tipo de paso nuevo.

Recordar

- Al insertar y borrar un paso, cambian los números de todos los pasos que siguen.
- No es posible borrar un paso de salto que salte a un paso Final.
- No es posible borrar el paso Final.

3.4. Cómo borrar un perfil

Después de seleccionar el Menú de Borrar Perfil (página Perfiles), seleccione el perfil a borrar y presione la tecla Derecha. Proceda con cuidado: ¡no se podrá recuperar los perfiles borrados!

3.5. Cómo cambiar el nombre de un perfil

Seleccione este menú, seleccione el perfil cuyo nombre quiere cambiar, luego ingrese los números y letras del nombre nuevo.

Para el ingreso de los perfiles al controlador es necesario realizar la planificación del nuevo perfil en la hoja de datos. Estos datos serán los ingresados en el controlador para su trabajo. Un ejemplo de este se encuentran en el **anexo 2**.

3.6. Conexiones del controlador

La instalación del sistema esta realizada de acuerdo a los planos de circuito eléctrico y el plano de conexiones neumáticas **anexos 3 y 4 respectivamente**.

ANEXOS

ANEXO 1

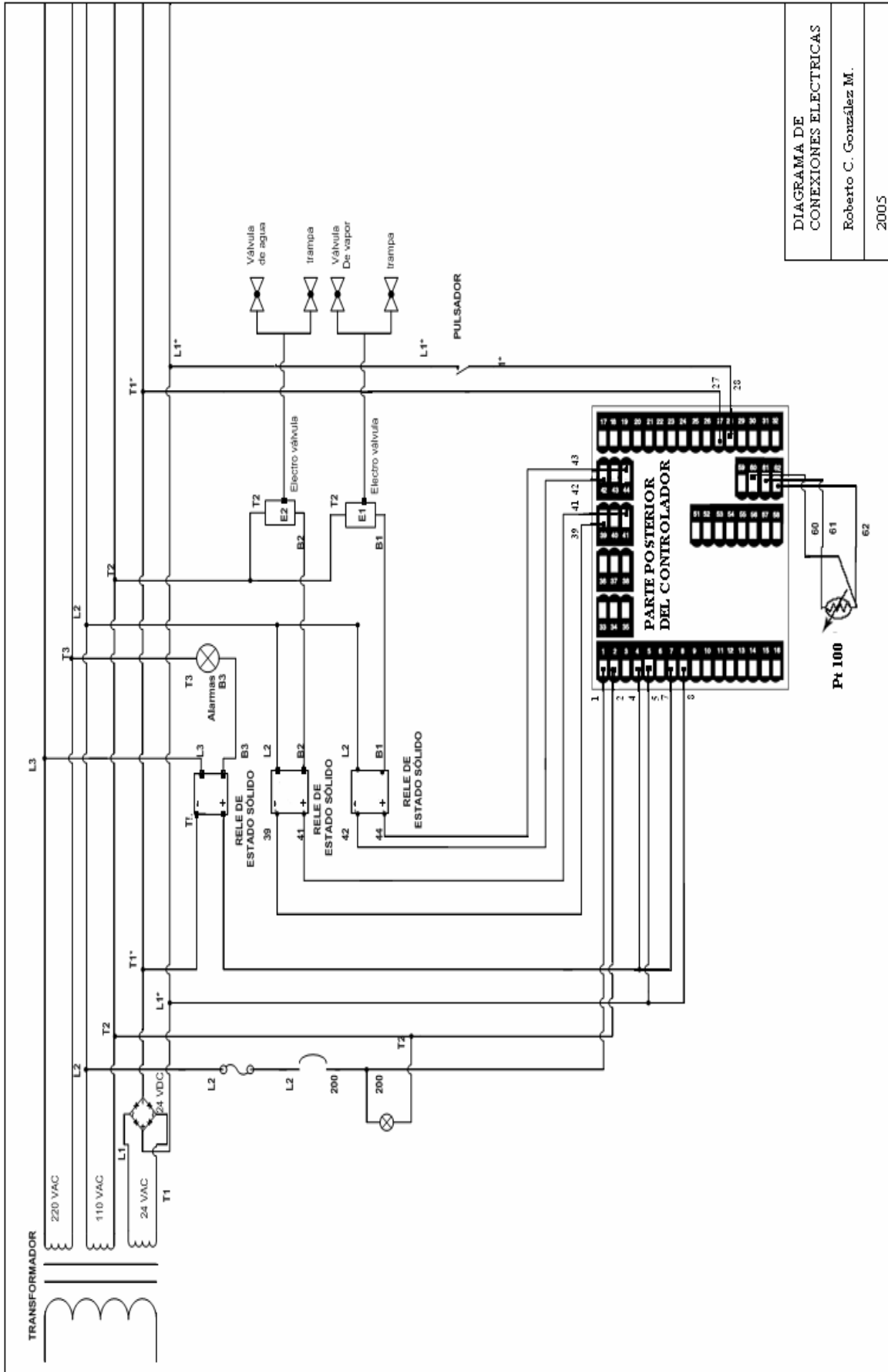
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Indicación	Causas probables	Acción correctiva
Alimentación • Las pantallas están desactivadas.	<ul style="list-style-type: none"> • La energía eléctrica de la unidad puede estar desconectada. • El fusible puede estar fundido. • Se puede haber disparado el interruptor automático. • El conmutador de la puerta de ínter bloqueo de seguridad puede estar activado. • Está enganchado un control de límite del sistema (separado). • Hay un corte en el cableado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la conexión de los conmutadores, fusibles, interruptores automáticos, ínter bloqueadores, límites, conectores, etc., y comprobar que estén activos.
	<ul style="list-style-type: none"> • La alimentación de entrada es incorrecta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medir la energía que está entrando (para el nivel Requerido). Revisar el número de la pieza y verificar que se esté utilizando la alimentación requerida. • Verificar que no haya conexiones defectuosas.
Alarmas • No se activa la alarma.	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible que la salida de alarma esté 	<ul style="list-style-type: none"> • Configurar la salida como una alarma.
	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible que los puntos establecidos de alarma estén ajustados incorrectamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los puntos establecidos de la alarma.
	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible que los lados de la alarma sean incorrectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la configuración de los lados de alarma.
<ul style="list-style-type: none"> • No se apaga la alarma. 	<ul style="list-style-type: none"> • La salida de la alarma está desactivada. Mover el cursor al mensaje de alarma. Presionar .> 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la lógica de la alarma sea compatible con anunciadores y equipos periféricos del sistema.
	<ul style="list-style-type: none"> • Los puntos establecidos de la alarma están incorrectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la configuración del límite de potencia.
Errores de entrada (La pantalla superior sólo muestra el código de error para la entrada 1. La pantalla inferior muestra el mensaje de error. El indicador de salida de alarma está encendido).	<ul style="list-style-type: none"> • La entrada está en condición de error. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar las conexiones del sensor.
Superior [A-dLO] Inferior! A-D-	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar las conexiones del sensor y el cableado del mismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar las conexiones del sensor y el

entrada x (1 a 3)		cableado del mismo.
Superior [A-dhi] Inferior! A-D+ entrada x (1 a 3) Superior : [SEnLo] Inferior! Sensor entrada x (1 a 3)	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible que el tipo de entrada esté ajustado para el sensor equivocado, o que no esté calibrado • Es posible que la alimentación sea incorrecta. • Es posible que la alimentación sea incorrecta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que el parámetro Sensor coincida con el hardware del sensor. • Medir la alimentación de entrada para ver si tiene el nivel requerido. Revisar el número de pieza para determinar la alimentación de entrada requerida.
Superior [SEnhi] Inferior ! Sensor+ entrada x (1 a 3)	<ul style="list-style-type: none"> • La característica de detección de lazo abierto muestra que hay un sensor roto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el funcionamiento del sensor. El parámetro Detección de lazo abierto indica que posiblemente esté roto.
Errores fatales (el controlador se apaga.)		
• ¡Error de suma comprobatoria!, memoria de parámetro.	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de alimentación durante la configuración de la memoria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar el controlador, luego encenderlo nuevamente.
• ¡Error de suma comprobatoria!, memoria de configuración de la unidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de alimentación durante la configuración de la memoria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar el controlador, luego encenderlo nuevamente.
• ¡Falló la prueba de RAM! Devolver el controlador a la fábrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Falla del componente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llamar al distribuidor o representante de Watlow.
Errores de salida • No llega aire a las válvulas neumáticas.	<ul style="list-style-type: none"> • Falla del componente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el funcionamiento de la electro válvula
• Falla en el control de temperatura intercambiador.	<ul style="list-style-type: none"> • Falla del componente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar válvulas neumáticas
	<ul style="list-style-type: none"> • Falla de alimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar vapor y agua de alimentación
• Falla de señal de control	<ul style="list-style-type: none"> • Falla de componente 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar relay en estado sólido.

ANEXO 3

CIRCUITO ELÉCTRICO



ANEXO 5**ESPECIFICACIONES CONTROLADOR****Entradas analógicas universales 1 (2 y 3 opcionales)**

- Tasa de actualización, IN1 = 20 Hz, IN2 y IN3 = 10 Hz

Termopar

- Tipo J, K, T, N, C (W5), E, PTII, D (W3), B, R, S

RTD

- 2 ó 3 cables de platino, 100?
- Curvas JIS o DIN, indicación 1.0 ó 0.1

Proceso

- Resolución de entrada \dot{A} 50,000 bits a escala completa
- Rango seleccionable: 0-10V \dot{I} (CC), 0-5 V \dot{I} (CC), 1-5V \dot{I} (CC), 0-50 mV, 0-20 mA, 4-20 mA
- Impedancia de entrada del voltaje 20 K?
- Impedancia de entrada de la corriente 100 ?

Entradas digitales (4)

- Tasa de actualización = 10 Hz
- Contacto o voltaje de CC
- Impedancia de entrada 10 K?

Salidas de control (1A, 1B, 2A, 2B)

- Tasa de actualización = 20 Hz

Colector abierto/CC conmutada

- Conmutación interna de cargas (nominal): CC conmutada, 22 a 28V \dot{I} (CC), limitada a 30 mA
- Conmutación externa de cargas (máx.): Colector abierto 42V \dot{I} (CC) a 0.5 Amp.

Relé de estado sólido

- Cero conmutado, acoplamiento óptico, 0.5 Amp. a 24V \dot{A} (CA) mínimo 253V \dot{A} (CA) máximo

Salidas de proceso (retransmisión opcional)

- Tasa de actualización = 1 Hz
- Seleccionable por el usuario 0-10V \dot{I} (CC), 0-5V \dot{I} (CC), 1-5V \dot{I} (CC) a 1 K? mín., 0-20 mA, 4-20 mA a 800 ? máx.

Resolución:

rangos de CC = 2.5 mV nominal

rangos de mA = 5 μ A nominal

- Exactitud de calibración:

rangos de CC = \pm 15 mV

rangos de mA = \pm 30 μ A

- Estabilidad de la temperatura 100 ppm/ $^{\circ}$ C

Salidas de alarma

- Tasa de actualización de salida: 1 Hz
- Relé electromecánico, Forma C, 2 A a 30V \dot{I} (CC) ó 240V \dot{A} (CA) máximo

Salidas digitales (8)

- Tasa de actualización = 10 Hz
- Salida de colector abierto
- Apagado: 42V \dot{I} (CC) máx. a 10 μ A
- Encendido: 0.2V \dot{I} (CC) máx. con 50 mA de caída
- Alimentación interna: 5V \dot{I} (CC), a 80 mA

Comunicaciones

Comunicaciones en serie EIA-232 y EIA-485 con protocolo ModbusTM RTU

Aprobaciones de seguridad y agencias**Equipo de control para procesos**

- CE a EN 61010
- IP65 y NEMA 4X
- CE EMC a EN50082-2
- CE EMC a EN55011
- UL[®]/c-UL 916, núm. de archivo: E185611

Terminales bloques de terminales separables, Touch-safe, aceptan cables de calibres 12 a 22

Alimentación

- 100-240V \dot{A} (CA), -15%, +10%; 50/60 Hz, \pm 5%
- 24-28V \dot{A} (CA/CC), -15%, +10% (opción de pedido)
- 39 VA de consumo máximo de potencia
- Retención de datos en caso de interrupción del servicio eléctrico mediante memoria no volátil (siete años para la memoria RAM respaldada por batería). El aislamiento de la entrada del sensor de entrada a entrada a salida a circuito de comunicaciones es de 500V \dot{A} (CA).

Ambiente operativo

- 0 a 55 $^{\circ}$ C
- 0 a 90% de humedad relativa, sin condensación
- Temperatura de almacenamiento: -40 a 70 $^{\circ}$ C

Exactitud

- Exactitud de calibración y conformidad de sensor: \pm 0.1% de intervalo \pm 1 LSD a 25 $^{\circ}$ C \pm 3 $^{\circ}$ C ambiente, y voltaje nominal de línea \pm 10% con las siguientes excepciones:
Tipo T, 0.12% de intervalo para -200 $^{\circ}$ C a -50 $^{\circ}$ C
Tipos R y S, 0.15% de intervalo para 0 $^{\circ}$ C a 100 $^{\circ}$ C
Tipo B, 0.24% de intervalo para 870 $^{\circ}$ C a 1700 $^{\circ}$ C
- Intervalo de exactitud: Menor que o igual a los rangos operativos, 540 $^{\circ}$ C mínimo
- Estabilidad de la temperatura: \pm 0.1 $^{\circ}$ C/ $^{\circ}$ C de elevación en el ambiente para termopares
- \pm 0.05 $^{\circ}$ C/ $^{\circ}$ C de elevación en el ambiente para sensores RTD

Pantallas

- Proceso: 5, LED rojo de siete elementos
- Pantalla de interfaz de control: LCD verde de alta definición

Rangos de operación de sensor:

- Tipo J: 1.0 0 a 815 $^{\circ}$ C
- Tipo K: 1.0 -200 a 1370 $^{\circ}$ C
- Tipo T: 1.0 -200 a 400 $^{\circ}$ C
- Tipo E: 1.0 -200 a 800 $^{\circ}$ C
- Tipo Pt2I: 1.0 0 a 1395 $^{\circ}$ C
- Tipo R: 1.0 0 a 1760 $^{\circ}$ C
- Tipo S: 1.0 0 a 1760 $^{\circ}$ C
- Tipo B: 1.0 0 a 1816 $^{\circ}$ C
- RTD (DIN): 1.0 -200 a 800 $^{\circ}$ C
- RTD (JIS): 1.0 -200 a 800 $^{\circ}$ C
- Proceso: -1999 a 9999 unidades

Rangos de exactitud de sensor:**Rangos de entrada**

- Tipo J: 0 a 750 $^{\circ}$ C
- Tipo K: -200 a 1250 $^{\circ}$ C
- Tipo T: -200 a 350 $^{\circ}$ C
- Tipo C(W5) 0 a 2315 $^{\circ}$ C
- Tipo D(W3) 0 a 2315 $^{\circ}$ C
- Tipo S: 0 a 1450 $^{\circ}$ C
- Tipo B: 870 a 1700 $^{\circ}$ C
- RTD (DIN): -200 a 800 $^{\circ}$ C
- RTD (JIS): -200 a 630 $^{\circ}$ C

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1.	Vista general jet tinturador de textiles Se aprecia la máquina tinturadora de forma general, y sus accesorios complementarios de trabajo.	1
Figura. 1.2.	Tanques de tinturado Vista superior de los tanques de tinturado de la máquina.	2
Figura. 1.3.	Ciclo de tinturación Se muestra la forma en que la tela es almacenada en el interior de la máquina y su ciclo de trabajo.	3
Figura. 1.4.	Intercambiador de calor Composición interna del intercambiador de calor.	3
Figura. 1.5.	Descarga de tela Torniquete para realizar la descarga de la tela tinturada, con su respectivo motor.	4
Figura. 1.6.	Vista frontal compuerta Compuerta del tanque de tinturación.	5
Figura. 1.7.	Intercambiador de calor Vista interna de los tubos de conducción.	10
Figura. 1.8.	Panel principal Panel de control y mandos principales de los motores.	12
Figura. 1.9.	Curva de tinturado Representación gráfica de un proceso de tinturación.	14
Figura. 2.1.	Forma de trabajo Diagrama de flujo del procedimiento de trabajo en el proyecto.	25
Figura. 2.2.	Comparación por puntaje Comparación gráfica de los controladores.	35
Figura. 2.3.	Comparación por porcentaje Comparación gráfica de los controladores.	35
Figura. 2.4.	Controlador Watlow F4 Vista frontal del controlador de temperatura.	36
Figura. 2.5.	Entradas y salidas del controlador Características de entradas y salidas del controlador de temperatura.	37
Figura. 2.6.	Curva de trabajo Ejemplificación de las curvas de trabajo para el ingreso de perfiles.	38
Figura. 2.7.	Dimensiones del controlador Medidas generales del controlador Watlow.	39
Figura. 2.8.	Controlador Rex-P250 Vista frontal del controlador.	40
Figura. 2.9.	Segmentos de trabajo Ejemplificación de las curvas de trabajo Rex-P250	40
Figura. 2.10.	Secuencia de trabajo	41
Figura. 2.11.	Vista del controlador Rex-P250	41
Figura. 2.12.	Controlador Sedomat 1500 Vista frontal del controlador.	42
Figura. 2.13.	Pantalla de opciones de trabajo	43
Figura. 2.14.	Curva de trabajo	43
Figura. 2.15.	Pt 100 Sensor de temperatura	45
Figura. 2.16.	Punta de bayoneta Protección de acero para el sensor de temperatura.	46
Figura. 2.17.	Reducciones y acoplamientos	46
Figura. 2.18.	Cable de extensión, recubierto	47
Figura. 2.19.	SSR (relé de estado sólido) Vista frontal y lateral de un SSR.	48
Figura. 2.20.	Fusible Fusible de ruptura rápida con su dispositivo de conexión.	49
Figura. 2.21.	Electroválvulas Diferentes vistas de las electroválvulas con sus acoples.	50

Figura. 2.22.	Racores	51
	Muestras de los racores utilizados para los acoples de aires, tipo T, L, uniones.	
Figura. 2.23.	Pulsadores	51
Figura. 2.24.	Puente rectificador de diodos	52
Figura. 2.25.	Interruptor	53
Figura. 2.26.	Disyuntor	53
Figura. 2.27.	Foco, alarma	54
Figura. 2.28.	Válvula con actuador neumático de asiento inclinado	55
Figura. 2.29.	Sellos mecánicos	56
Figura. 3.1.	Filosofía de funcionamiento	57
Figura. 3.2.	Teclas, pantallas y luces	59
	Descripción del funcionamiento de las teclas, pantallas y luces del controlador de temperatura.	
Figura. 3.3.	Programación guiada	60
	Muestra de las opciones de ingreso a la programación y configuración del controlador.	
Figura. 3.4.	Compensación de calibración	67
	Análisis gráfico de los efectos de la compensación de calibración del sensor.	
Figura. 3.5.	Señales de entrada filtradas y no filtradas	68
	Comparación entre las señales filtradas y no filtradas.	
Figura. 3.6.	Rangos del sensor	68
	Análisis de los rangos de trabajo, límites y opciones de funcionamiento del sensor.	
Figura. 3.7.	Ciclo de trabajo	71
Figura. 3.8.	Diferencia de ciclos de trabajo	72
Figura. 3.9.	Auto afinación	79
	Curva característica en la auto afinación.	
Figura. 3.10.	Control PID	80
	Curva característica del control PID.	
Figura. 3.11.	Búsqueda de perfiles	85
	Simulación de búsqueda de un determinado parámetro en el controlador.	
Figura. 3.12.	Pasos para crear un perfil	85
Figura. 3.13.	Dimensiones del panel	92
	Medidas del recorte del panel para la instalación del controlador.	
Figura. 3.14.	Controlador instalado	92
	Controlador de temperatura instalado y funcionando.	
Figura. 3.15.	Cableado de alimentación	93
	Muestra de los terminales respectivos para la alimentación.	
Figura. 3.16.	RTD (2 ó 3 cables) 100 ? Platino	93
	Muestra de los terminales respectivos para la conexión del sensor.	
Figura. 3.17.	Acople del sensor	94
	Muestra de los acoples del sensor instalados en la máquina.	
Figura. 3.18.	RTD instalado	94
	Muestra del sensor instalado en la máquina.	
Figura. 3.19.	Entradas digitales	95
	Muestra de los terminales respectivos para las entradas digitales.	
Figura. 3.20.	Pulsador (simulador de entradas digit.)	95
	Pulsador instalado en el sistema.	
Figura. 3.21.	CC conmutada	96
	Muestra de los terminales respectivos para cc conmutada.	
Figura. 3.22.	Relé de estado sólido instalados	96
Figura. 3.23.	Electro válvulas instaladas	97
Figura. 3.24.	Válvulas neumáticas de asiento inclinado	97
Figura. 3.25.	Salidas de alarmas	98
	Muestra de los terminales respectivos para las salidas de alarma.	
Figura. 3.26.	Transformador	98
Figura. 3.27.	Puente rectificador	99
Figura. 3.28.	Parte posterior del controlador y cableado	99
Figura. 3.29.	Vista posterior del panel de control	100
Figura. 3.30.	Vista posterior del controlador	100
Figura. 3.31.	Vista interior del panel de control	100
Figura. 3.32.	Vista frontal del panel de control	101
Figura. 3.33.	Alarma del sistema	101
Figura. 3.34.	Sellos mecánicos y rodamientos.	102
Figura. 3.35.	Trampa de vapor	102
Figura. 3.36.	Válvula neumática de desfogue	103
Figura. 3.37.	Desfogues	103


ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1.	Orden de trabajo	9
	Muestra las características principales necesarias para poder empezar un proceso de tinturación.	
Tabla. 1.2.	Características de la válvula de vapor	11
	Datos de trabajo de la válvula.	
Tabla. 1.3.	Características de la válvula de agua	11
	Datos de trabajo de la válvula.	
Tabla. 1.4.	Gradiente de subida	13
	Características de temperatura – tiempo necesarias para la tinturación de la tela.	
Tabla. 1.5.	Gradiente de bajada	14
	Características de temperatura – tiempo necesarias para la tinturación de la tela.	
Tabla. 2.1.	Comparación de controladores	34
	Análisis y comparación de las características de los controladores.	
Tabla. 2.2.	Características controlador Watlow F4	39
	Muestra las ventajas principales del controlador.	
Tabla. 3.1.	Tabla de linealización	65
	Presenta las opciones linealización que se puede aplicar al sensor.	
Tabla. 3.2.	Valores de Control PID	82
	Muestra los valores ajustados, para el correcto desempeño de los controles PID.	
Tabla. 5.1.	Lista de precios de materiales	114
	Una descripción detallada de los valores individuales de cada material utilizado en el nuevo sistema.	

GLOSARIO

aislamiento — Separación eléctrica del sensor de circuitos de alto voltaje. Permite utilizar dispositivos de detección conectados o no a tierra.

CA (~) — Véase corriente alterna.

CA/CC () — Corriente continua o alterna.

CE — Marca de fabricante que demuestra el cumplimiento con las leyes de la Unión Europea (UE) que rigen los productos vendidos en Europa.

ciclo de trabajo — Porcentaje de un tiempo de ciclo en el cual la salida está activa.

comunicaciones en serie — Método de transmitir información entre dispositivos mediante el envío en serie de todos los bits a través de un canal de comunicación individual.

controlador de encendido-apagado — Controlador de temperatura que funciona en modo bien sea encendido completamente o apagado completamente.

controlador de límite — Dispositivo de seguridad discreto y fiable (redundante al controlador primario) que monitoriza y limita la temperatura o algún punto del proceso. Cuando la temperatura supera el punto establecido límite (o cae por debajo del mismo), el controlador de límite interrumpe la energía a través de un circuito de carga.

control proporcional de tiempo — Método de control de la energía mediante la variación del encendido-apagado de un ciclo de trabajo de una salida.

Esta variancia es proporcional a la diferencia entre el punto establecido y la temperatura del proceso real.

corriente alterna — Corriente eléctrica que invierte su polaridad a ciclos regulares.

detector de temperatura de resistencia (RTD) — Sensor que utiliza la característica de temperatura de resistencia para medir la temperatura. Hay dos tipos básicos de RTD: el RTD de cable (hecho usualmente de platino), y el termistor (hecho de un material semiconductor). El RTD de cable es únicamente un sensor de coeficiente de temperatura positivo, mientras que el termistor puede tener un coeficiente de temperatura negativo o positivo.

Deutsche Industrial Norm (DIN) — Conjunto de normas técnicas, científicas y dimensionales desarrolladas en Alemania. Muchas normas DIN son utilizadas en el mundo entero.

diodo emisor de luz (LED) — Dispositivo electrónico de estado sólido que se enrojece con el paso de corriente eléctrica a través del mismo. Los paneles frontales de los controladores están diseñados con pantallas LED que exhiben la información.

disparo en cruce por cero — Acción que proporciona conmutación de salida únicamente en o cerca de los puntos de cruce de cero voltaje de onda sinusoidal de corriente alterna. Véase disparo rápido.

disparo rápido — Método de control de potencia que enciende y apaga continuamente ciclos completos de corriente alterna. Conocido también como disparo por cruce en cero, conmuta cerca del punto de cero voltaje de la onda sinusoidal de corriente alterna. El disparo rápido con base de tiempo rápido mantiene o conduce selectivamente ciclos de corriente alterna para lograr el nivel de potencia deseado.

EIA/TIA -232, -422, -423 y -485 — Normas de comunicaciones de datos, establecidas por los organismos Electronic Industries of America y Telecommunications Industry Association. Antiguamente conocidas como RS- (Recognized Standard).

Electronic Industries of America (EIA) —

Asociación estadounidense que establece normas para comunicaciones electrónicas y de datos.

exactitud de calibración — Proximidad entre el valor indicado por un instrumento de medición y una constante física o un estándar conocido.

Espectrofotómetro ---Aparato que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativo a dos haces de radiaciones.

filtro digital (DF) — Filtro que retarda la respuesta de un sistema si las entradas cambian de manera irreal o demasiado rápida. Equivalente a un filtro resistor-capacitor (RC) estándar.

Forma A — Relé unipolar de 1 dirección que utiliza únicamente los contactos normalmente abiertos (NA) y comunes. Estos contactos se cierran cuando se activa la bobina del relé, y se abren cuando se interrumpe la energía.

Forma B — Relé unipolar de 1 dirección que utiliza únicamente los contactos normalmente cerrados (NC) y comunes. Estos contactos se abren cuando se activa la bobina del relé, y se cierran cuando se interrumpe la energía.

Forma C — Relé unipolar de 2 direcciones que utiliza únicamente los contactos normalmente abiertos (NA), normalmente cerrados (NC) y comunes. El operario puede elegir un cableado para un contacto de Forma A o Forma B.

fuerza de alimentación de transmisor externo —

Fuente de voltaje de corriente continua que activa dispositivos externos.

IP65 — (International Protection 65) Categoría de protección contra polvo y humedad, definida en las normas europeas EN 60529: Grados de protección proporcionados para cubiertas.

Joint Industrial Standards (JIS) — Organismo japonés que establece y mantiene normas para equipos y componentes. Conocido también como JISC (Japanese Industrial Standards Committee), su función es similar a la del Deutsche Industrial Norm (DIN) de Alemania.

junta de referencia — Junta en un circuito de termopar mantenida a una temperatura estable y conocida (junta fría). La temperatura de referencia estándar es 32°F (0°C).

junta fría — Punto de conexión entre metales de termopar y el instrumento electrónico. Véase junta de referencia.

lazo abierto — Sistema de control sin retroalimentación de sensor.

lazo cerrado — Sistema de control que toma decisiones basadas en la entrada de un sensor que mide una variable del proceso.

LCD — Véase pantalla de cristal líquido.

LED — Véase diodo emisor de luz.

modo manual — Control de lazo abierto. El usuario fija los niveles de salida.

pantalla de cristal líquido (LCD) — Tipo de pantalla digital hecha de un material que cambia su reflectancia o transmitancia cuando se le aplica un campo eléctrico.

parámetros predeterminados — Instrucciones programadas, almacenadas permanentemente en el software del microprocesador.

protección contra rotura de termopar — Capacidad de un controlador de detectar una interrupción en el circuito del termopar y tomar una medida predeterminada.

punto establecido — Valor deseado programado en un controlador. Por ejemplo, la temperatura a la que debe mantenerse un sistema.

rampa — Aumento programado de la temperatura de un sistema de punto establecido.

rango — Zona entre dos límites en la cual se mide una cantidad o un valor. Usualmente descrito en términos de límites superiores e inferiores.

RTD — Véase detector de temperatura de resistencia.

salida — Acción de señal de control en respuesta a la diferencia entre el punto establecido y la variable del proceso.

sistema térmico — Ambiente regulado que consiste en una fuente de calor, un medio o una carga de transferencia de calor, un dispositivo sensor y un instrumento de control.

sobrepaso — Cantidad por la cual la variable del proceso excede el punto establecido antes de estabilizarse.

termopar (T/C) — Dispositivo de detección de temperatura consistente en una junta de dos metales diferentes. Esta junta produce un voltaje eléctrico en proporción a la diferencia en temperatura entre la junta caliente (junta sensora) y la conexión de cable al instrumento (junta fría).

tiempo del ciclo — Tiempo requerido para que un controlador finalice un ciclo de encendido-apagado - encendido. Usualmente expresado en segundos.

transmisor — Dispositivo que transmite datos de temperatura, bien sea desde un termopar o desde un detector de temperatura de resistencia (RTD) mediante un circuito de dos cables. Este circuito tiene una fuente de alimentación externa. El transmisor funciona como un resistor variable con respecto a su señal de entrada.

variable del proceso — Cualquier propiedad variable de un proceso. Por ejemplo: temperatura, humedad relativa, presión y flujo. Las variables alta y baja del proceso son, respectivamente el más alto y el más bajo valor del rango del proceso, expresadas en unidades de ingeniería.

variación (caída) — En controladores proporcionales, la diferencia entre el punto establecido y el valor real una vez que se estabiliza el sistema.

vibración — Ciclos rápidos de encendido-apagado de un relé electromecánico o de un relé de estado sólido, que se producen debido a un insuficiente ancho de banda del controlador. Comúnmente es el resultado de una ganancia excesiva, histéresis baja, y de un tiempo de ciclo corto.

Sangolquí, septiembre de 2005

LEGALIZACIÓN

Autor

Roberto Carlos González Montaquiza

Tcn. Ing. Xavier Martínez
Decano de la Facultad
de Ingeniería Electrónica

Ab. Jorge Carvajal
Secretario Académico
de la Facultad de
Ingeniería Electrónica