



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA  
Organismo Público Descentralizado del Gobierno de Puebla



## INGENIERÍA MECATRÓNICA

Trabajo Práctico como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Mecatrónica

Reconversión y automatización de maquinaria y engomados Zell

Presenta:

Luis Armando Gallardo Pérez

Asesor en la universidad:

Dr. José Pedro Sánchez Santana

Asesor en la empresa:

Ing. A Ariel Palacios Del R

Juan C. Bonilla, Puebla a 13 de Noviembre de 2018.

**DIRECCIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
MECATRÓNICA**

**ACTA DE EXAMEN**

En el Municipio Juan C. Bonilla, Puebla a 14 de diciembre del año 2018 siendo las 16:40 horas, se reunieron en el aula 03-206 de esta Universidad, los integrantes del jurado:

Presidente: Dr. Ernesto Castellanos Velasco  
 Secretario: Dra. Rita Marina Aceves Pérez  
 Vocal: M.T. María Elibeth Morales Illescas

Y de acuerdo a las disposiciones reglamentarias en vigor se procedió a efectuar el examen que para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) presenta el/la C. Luis Armando Gallardo Pérez con matrícula número 131400146

Tomando en cuenta el contenido del trabajo cuyo título es: Reconversión y automatización de maquinaria de engomados Zell que fue dirigido por José Pedro Sánchez Santana y codirigido por \_\_\_\_\_, una vez concluida la presentación oral se decidió que fuera: aprobado

El/La presidente del jurado hizo saber al sustentante el resultado obtenido, el código de ética y le tomó la protesta de ley, dándose por terminado el acto a las 17:25 horas y una vez leída y aprobada la presente fue firmada por las personas que en el acto intervinieron,

\_\_\_\_\_  
 Presidente

\_\_\_\_\_  
 Vocal



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
ESTADO DE PUEBLA



### Carta de Presentación/Aceptación para Realizar Estancia/Estadía

Juan C. Bonilla, Puebla a 10 de Septiembre de 2018

**Ing. A. Ariel Palacios Del Rio**  
**Ing. de servicios**  
**Ingeniería e Innovaciones Tecnológicas**  
**Presente:**

Los estudiantes de la Universidad Politécnica de Puebla, como parte de su formación académica y profesional, deben realizar de manera obligatoria su Estancia/Estadía dentro de una empresa o institución relacionada con algún área de especialización de sus estudios respectivos, con la intención de adquirir pertinencia y experiencia laboral en cada ciclo formativo.

Estas actividades se desarrollarán durante un cuatrimestre, que comprende 600 horas de trabajo, distribuidas de acuerdo al convenio al que se llegue con la empresa.

Es importante destacar que los estudiantes tienen la obligación de mantener la confidencialidad de la información derivada de la Estancia/Estadía, y además, durante el desarrollo de ésta, no generarán relación laboral alguna con la Unidad Productiva o Social, ya que ellos cuentan con seguro social facultativo que les cubre la atención médica.

Agradecemos las facilidades brindadas al estudiante:

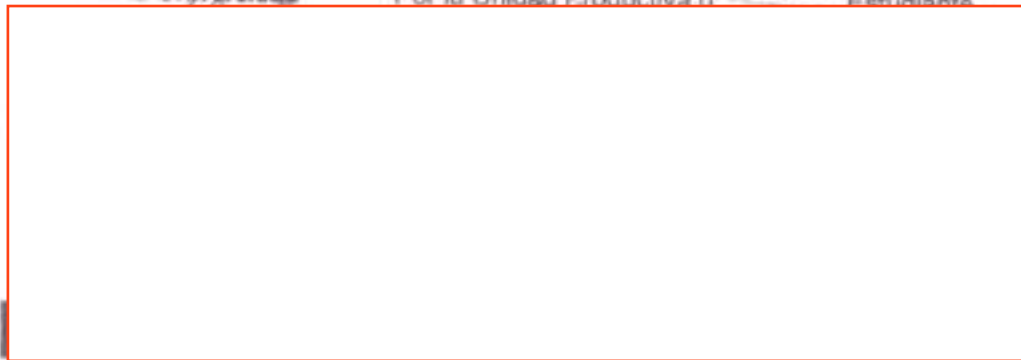
Nombre: **Luis Armando Gallardo Pérez**  
Número de matrícula: **131400146**  
Programa académico: **Ingeniería en Mecatrónica**  
Actividades a desarrollar: **Estadía en Mecatrónica**  
Duración: **600 Hrs.**  
Fecha de inicio: **12 de Septiembre de 2018** Fecha de término: **12 de Diciembre de 2018**  
Asesor por parte de la Unidad Productiva o Social: **Ing. A. Ariel Palacios Del R.**  
Asesor por parte de la Universidad: **José Pedro Sánchez Santana**

De conformidad, las partes se comprometen a cumplir con lo mencionado anteriormente.

Por la Universidad

Por la Unidad Productiva o Social

Estudiante



**UPI**

Universidad Politécnica de Puebla

Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

**UTP**

COORDINACIÓN GENERAL DE ASISTENTES  
TECNOLÓGICAS Y POLITÉCNICAS

Certificada en ISO 9001:2015 Evaluada en el Nivel 1 por CIEES Certificada en NMX-R-075-SOP-2013 en Gestión Laboral y no Discriminatoria



Puebla, Puebla a 24 de septiembre del 2018

ASUNTO: CARTA DE ACEPTACIÓN PARA PRÁCTICAS PROFESIONALES

A quien corresponda

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PUEBLA

PRESENTE

Se hace constar que el C Luis Armando Gallardo Pérez Alumno de la Ingeniería en Mecatrónica con numero de matricula 131400146 ha sido aceptado para realizar sus prácticas profesionales, teniendo como fecha de inicio 12 de septiembre del 2018, hasta cumplir con 600hrs requeridas, en el área de Ingeniería.

ATENTAMENTE



R H





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA  
Organismo Público Descentralizado del Estado de Puebla

ENCUESTA DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN  
DEL EMPLEADOR Y LIBERACIÓN DE ESTANCIA/ESTADIA

Nombre de la Empresa:	Ingeniería e innovaciones tecnológicas			Fecha:	15-03-2019
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)	Pequeña(11-50)		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Mediana (51-250)	Grande (Más de 251)			
Sector de la Empresa:	Público	Privado	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nombre del Evaluador:	Azael Carlos Gutiérrez				
Teléfono del Evaluador:	764-114-58-44	E-mail:	azaelcarlos95@gmail.com		
Nombre del Estudiante:	LUIS ARMANDO GALLARDO PEREZ				
Programa Académico:	Ingeniería Mecatrónica	Área asignada:			
	Estancia 1	Estancia 2		Estadía	<input checked="" type="checkbox"/>
	Seguimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación		

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

1 Insatisfecho = 0%,      2 Poco satisfecho 25%,    3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,      5 Muy satisfecho 100%

1	¿Aplica razonamiento lógico y analítico?	5
2	¿Es puntual y asiste?	5
3	¿Asume responsabilidades?	4
4	¿Domina alguna lengua extranjera?	5
5	¿Es hábil para relacionarse?	4
6	¿Su presentación personal es adecuada?	4
7	¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?	5
8	¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?	4
9	¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada?	5
10	¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?	5
11	¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?	5
	<b>Total</b>	<b>51</b>

¿Considera liberada la estancia/estadía del estudiante por su desempeño? Si  No

¿Qué aspectos sugiere usted, para lograr una adecuada pertinencia con su empresa?

Evaluador:

Realizó la Estancia/Estadía:

Firma del asesor de empresa: \_\_\_\_\_ Firma del estudiante: \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA  
Organismo Público Descentralizado del Estado de Puebla

ENCUESTA DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN  
DEL EMPLEADOR Y LIBERACIÓN DE ESTANCIA/ESTADIA

Nombre de la Empresa:	Ingymont			Fecha:	23-Nov-2016
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)		Pequeña(11-50)	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Mediana (51-250)		Grande (Más de 251)		
Sector de la Empresa:	Público		Privado	<input checked="" type="checkbox"/>	
Nombre del Evaluador:	Eduardo Jacobo Lara				
Teléfono del Evaluador:	9531194711	E-mail:	eduardojacobolara@gmail.com		
Nombre del Estudiante:	LUIS ARMANDO GALLARDO PEREZ				
Programa Académico:	Ingeniería Mecánica		Área asignada		
	Estancia 1		Estancia 2		Estadía <input checked="" type="checkbox"/>
	Seguimiento		Evaluación	<input checked="" type="checkbox"/>	

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

1 Insatisfecho = 0%,                      2 Poco satisfecho 25%,    3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,              5 Muy satisfecho 100%

1	¿Aplica razonamiento lógico y analítico?	5
2	¿Es puntual y asiste?	5
3	¿Asume responsabilidades?	5
4	Domina alguna lengua extranjera?	4
5	¿Es hábil para relacionarse?	4
6	¿Su presentación personal es adecuada?	4
7	¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?	5
8	¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?	4
9	¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada?	5
10	¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?	5
11	¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?	5
	<b>Total</b>	<b>51</b>

¿Considera liberada la estancia/estadía del estudiante por su desempeño? Si  No

¿Qué aspectos sugiere usted, para lograr una adecuada pertinencia con su empresa?

Evaluador:

Realizó la Estancia/Estadía:



Puebla, Puebla a 11 de diciembre del 2018  
Asunto: Carta de liberación de Estadía

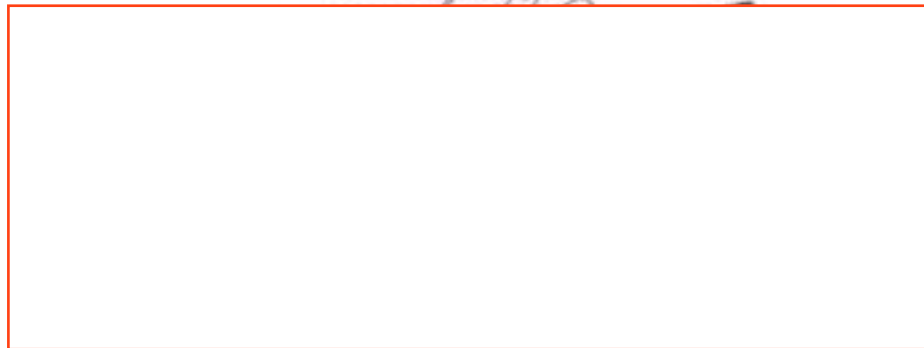
A quien corresponda

Universidad Politécnica de Puebla

PRESENTE

Por medio de la presente, se hace constar que el alumno **C. Luis Armando Gallardo Pérez**, con número de matrícula **131400146** del programa Académico de ingeniería Mecatrónica, ha concluido satisfactoriamente su proceso de Estadía, bajo la supervisión del área de ingeniería, cumpliendo un total de **600 horas** iniciado el 12 de septiembre de 2018 y con fecha de término el 10 de diciembre del 2018.

ATENTAMENTE



Ingeniería e Innovaciones Tecnológicas Ingymont S.A de C.V Av. 14 oriente # 2808 col.  
Humboldt Norte, Puebla, Puebla, México CP:72320 Tel: (222) 2-36-76-70



GOBIERNO DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
ESTADO DE PUEBLA



SEP  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



### ACTA DE REVISIÓN DE DOCUMENTO DE ESTADÍA

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, a 29 de noviembre de 2018, se designó a los miembros de la Comisión Revisora de la Estadía por parte de la Academia de Profesores de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Puebla para examinar el documento del proyecto de Estadía intitulado:

*Reconversión y automatización de maquinaria de engomados Zell*

Presentado por el alumno:

**Luis Armando Gallardo Pérez**

con número de matrícula 131400146, aspirante al grado de

**Licenciado en Ingeniería en Mecatrónica**

Después de satisfacer los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** el documento del proyecto de Estadía.

#### LA COMISIÓN REVISORA

	
Dr. José Pedro Sánchez Santana Asesor de Estadía	Dr. Ernesto Castellanos Velasco Presidente
	
Dr. Salvador Antonio Arroyo D Secretario	Mtra. M... lescas
	
Dr... Direc...	Pérez catrónica

**UPPue**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N. San Mateo Cuanalá,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México -  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

**UTP**  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA Y POLITÉCNICA





SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS



SEP  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



### CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, el día 4 de diciembre del 2018, el que suscribe Luis Armando Gallardo Pérez alumno del Programa Académico de Ingeniería Mecatrónica con número de matrícula 131400146, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo documental de Estadía bajo la dirección del Dr. José Pedro Sánchez Santana y cede los derechos del trabajo intitulado "Reconversión y automatización de maquinaria de engomados de tipo Zell", a la Universidad Politécnica de Puebla para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [jose.sanchez@uppuebla.edu.mx](mailto:jose.sanchez@uppuebla.edu.mx) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



Luis Armando Gallardo Pérez

**UPPue**  
Universidad Politécnica de Puebla

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

**UTP**  
COORDINACIÓN GENERAL DE PROGRAMAS  
TECNOLOGICAS Y POLITÉCNICAS

## DEDICATORIA

Quiero dar las gracias a todas aquellas personas,  
que me apoyaron a lo largo del camino,  
en especial a mis padres,  
que siempre estuvieron ahí en las buenas y en las malas,  
alentándome a no rendirme, a dar o mejor de mí.

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este proyecto,  
están dedicados a todas las personas,  
que a lo largo del camino hicieron  
posible la culminación de este proyecto.  
En especial a mis padres que me apoyaron a lo largo de la carrera,  
a mis hermanos y a mi familia que me apoyaron.  
A mis profesores que prestaron su tiempo,  
para enseñarme y corregirme, para formar a una persona ejemplar.  
A mis amigos que hicieron este proceso tan largo  
más divertido y nunca dejaron que me rindiera.  
A los ingenieros de la empresa INGYMONT que me  
permitieron trabajar en sus instalaciones.

## RESUMEN

Hoy en día, con los avances tecnológicos en auge, la automatización es un pilar importante para la industria 4.0, como industrias manufactureras ó como industrias textiles, tienden a mejorar sus procesos buscando que sus máquinas sean más eficaces, más rápidas en sus procesos, y esta es la premisa de este proyecto, una parte significativa en los procesos textiles es enrollar los hilos en maquinarias específicamente hilados de algodón llamadas máquinas de engomado marca zell, se busca una actualización de la máquina mejorando el control y haciendo su proceso más rápido por medio de control de motores.

Siendo esté un proyecto de reconversión y automatización, para mejorar tanto el proceso productivo, instrumentado, programando y desarrollando el proceso productivo por medio de interfaces máquina-operador, con la finalidad de facilitar aún más el proceso de engomados de hilo de algodón, tanto para el control independiente de la máquina, hasta el control semi-automático, entre operador y máquina é identificando componentes, para el control del operador.

## ABSTRACT

Today, with technological advances booming, automation is an important pillar for industry 4.0, as manufacturing industries or as textile industries, tend to improve their processes to make their machines more efficient, faster in their processes, and this is the premise of this project, a significant part of the textile processes is to wind the threads in machinery specifically spun cotton called zell brand gumming machines, an update of the machine is sought improving the control and making the process faster by means of control of motors.

being a reconversion and automation project, to improve both the productive process, instrumented, programming and developing productivity through machine-operator interfaces, in order to further ease the process of cotton thread gumming, both for the independent control of the machine, until the semiautomatic control, between operator and machine and identifying components, for the control of the operator.



Figura 1: Logotipo de la empresa.

**Información sobre la empresa:**

La empresa INGYMONT (Innovación e Ingeniería Tecnológicas) es una empresa dedicada a la fabricación de equipo y maquinaria, así como el desarrollo de reconversión en las áreas eléctrica, mecánica, neumática e hidráulica a nivel industrial.

La empresa se dedica:

- Fabricación de maquinaria y dispositivos
- Reconversión industrial: mecánica, eléctrica, neumática e hidráulica.
- Instalación y montaje de equipos industriales
- Diseño y fabricación de sistemas electrónicos
- Venta de equipo de automatización
- Selección del equipo que se adecue a sus necesidades
- Relocalización de plantas completas llave en mano.

Ubicada en Av 14 Ote 2808, Humboldt Nte., 72370 Puebla, Pue.



Figura 2: Mapa de la empresa.

## DEFINICIONES

El siguiente archivo cuenta con las siguientes definiciones:

**Hilado:**

Consiste en transformar la fibra en hilo.

**Urdimbres:**

En tejido o tela, la urdimbre ó hilo, es el conjunto de hilos longitudinales que se mantienen en tensión en un marco o telar.

**VDF:**

Variador de frecuencia.

**PLC:**

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómata programable.

# Índice general

<b>1.</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Antecedentes . . . . .	1
1.3. Planteamiento del problema . . . . .	3
1.4. Objetivo General . . . . .	3
1.5. Objetivos específicos . . . . .	3
1.6. Justificación de la Propuesta . . . . .	3
1.7. Marco Teórico . . . . .	4
Proceso de engomado . . . . .	4
1.8. Proceso de engomado de urimbres . . . . .	7
1.9. Principales objetivos del engomado . . . . .	7
1.10. Tipos de engomado . . . . .	7
1.11. Partes de una engomadora . . . . .	8
1.12. Normativas aplicadas en el proyecto. . . . .	9
1.13. Definición de automatización . . . . .	10
Objetivos de la automatización . . . . .	10
1.14. Utilización de PT100 para control de temperaturas . . . . .	10
Tipos de conexión del sensor Pt100 . . . . .	11
Conexión con 2 hilos. . . . .	11
Conexión con 3 hilos. . . . .	11
Conexión con 4 hilos. . . . .	12
1.15. Diferencias operativas entre conexión delta y estrella. . . . .	13
Características de conexión estrella. . . . .	13
Características de conexión delta. . . . .	13
1.16. Comunicación MODBUS . . . . .	14
1.17. Diferencias entre señal Analógica y Digital. . . . .	15
Señal Analógica . . . . .	15
Señales Digitales . . . . .	15
1.18. Controlador PID . . . . .	16
<b>2. Desarrollo</b>	<b>17</b>
2.1. Identificación de botoneras en la maquinaria zell . . . . .	17
Identificación de brazo interno izquierdo . . . . .	17
Identificación de brazo interno derecho . . . . .	18
Identificación de brazo izquierdo . . . . .	19
Identificación de brazo derecho . . . . .	19
Botonera lateral y Principal. . . . .	20
2.2. Conexión y control de motores. . . . .	21
2.3. Conexión eléctrica a motor (Movimiento de rodillo/plegador) . . . . .	21

2.4.	Conexión eléctrica a motor (Movimiento canoa)	22
2.5.	Conexión eléctrica a motor (Movimiento de tamboras)	23
	Movimiento de tambores	24
2.6.	Conexión eléctrica a motor (Movimiento carga plegador)	25
2.7.	Conexión eléctrica a motor (Movimiento de extrusor)	26
2.8.	Conexión eléctrica a motor (Movimiento brazo izquierdo interno)	27
2.9.	Conexión eléctrica a motor (Movimiento brazo derecho interno)	28
2.10.	Variables de Entradas y Salidas Digitales	29
	Variables de Entrada.	29
	Variables de Salida.	30
2.11.	Variables de Entradas y Salidas Analógicas	31
	Variables de Entrada.	31
	Variables de Salida.	31
2.12.	Instalación y control del sensor Pt100	32
2.13.	Configuración de Comunicación Modbus	32
	Enlace entre la comunicación PLC-VDF	34
2.14.	Linealización de motores	35
2.15.	Diagramas del PID	36
2.16.	Diagrama de flujo del programa principal.	39
2.17.	Interfaz usuario-máquina	46
	Pantalla principal y de acceso	46
	Control de velocidad de salida del extrusor y plegador	48
2.18.	Pantalla de fallas y sensores	49
2.19.	Armado y cableado del tablero eléctrico	50
	Componentes del tablero eléctrico.	51
	Montaje de componentes	51
<b>3.</b>	<b>Resultados y Conclusión</b>	<b>53</b>
3.1.	Resultados	53
3.2.	Conclusión	55
3.3.	Trabajos futuros	56



# Índice de figuras

1.	Logotipo de la empresa. . . . .	IV
2.	Mapa de la empresa. . . . .	IV
1.1.	Estado inicial de la Maquinaria Zell. . . . .	2
1.2.	Estado de componentes electricos en Maquinaria Zell. . . . .	2
1.3.	Áreas del engomado. . . . .	4
1.4.	Diseño CAD de la máquina engomadora Zell. . . . .	4
1.5.	Conjunto de plegadores llamados filetas. . . . .	5
1.6.	Plegador antes del hilado. . . . .	5
1.7.	Las tiras de hilos son impregnadas por el engomado. . . . .	6
1.8.	Secado a vapor para engomado. . . . .	6
1.9.	Plegador para los hilos de algodón. . . . .	7
1.10.	Engomado utilizado a base de almidón. . . . .	8
1.11.	Perspectiva en CAD de las áreas de trabajo de una engomadora zell . . . . .	8
1.12.	Grafica de correlación entre la temperatura y resistencia. . . . .	11
1.13.	Conexión de 2 hilos en Pt100. . . . .	11
1.14.	Conexión de 3 hilos en Pt100. . . . .	12
1.15.	Conexión de 4 hilos en Pt100. . . . .	12
1.16.	Comparativa entre conexión Delta y Estrella. . . . .	13
1.17.	Cableado d los interfaces serie con RS-485. . . . .	14
1.18.	Códigos de función más comunes de MODBUS. . . . .	14
1.19.	Señal de transmisión Analógica. . . . .	15
1.20.	Señal de transmisión Analógica. . . . .	16
2.1.	Identificación de botonera de brazo izquierdo interno . . . . .	17
2.2.	Identificación de brazo izquierdo en CAD. . . . .	18
2.3.	Identificación de botonera de brazo derecho interno . . . . .	18
2.4.	Identificación de brazo derecho en CAD. . . . .	18
2.5.	Botonera de brazo izquierdo. . . . .	19
2.6.	Botonera brazo izquierdo en CAD. . . . .	19
2.7.	Botonera de brazo derecho. . . . .	19
2.8.	Botonera brazo derecho en CAD. . . . .	20
2.9.	Botonera de brazo derecho,izquierdo y frontal. . . . .	20
2.10.	Localización de botoneras laterales. . . . .	20
2.11.	Conexión a motor rodillo/plegador. . . . .	21
2.12.	Movimiento del motor rodillo/plegador. . . . .	22
2.13.	Conexión a motor Canoa. . . . .	22
2.14.	Movimiento de motor Canoa. . . . .	23
2.15.	Conexión a motor tamboras. . . . .	23
2.16.	Representacion CAD de los tambores. . . . .	24

2.17. Trayectoria del hildo atravez de los tambores. . . . .	24
2.18. Conexión a motor carga plegador. . . . .	25
2.19. Motor de 25 hp. . . . .	25
2.20. Conexión a motor extrusor. . . . .	26
2.21. Salida del extrusor. . . . .	26
2.22. Conexión a motor brazo izquierdo interno. . . . .	27
2.23. Motor a conexión a motor brazo izquierdo interno. . . . .	27
2.24. Conexión a eléctrica a motor a brazo derecho. . . . .	28
2.25. Motor de brazo derecho interno. . . . .	28
2.26. Instalación del Pt100. . . . .	32
2.27. Asignación de direccion al PLC . . . . .	33
2.28. Asignación de direccion en programa Unilogic . . . . .	33
2.29. Asignación de dirección en programa Unilogic . . . . .	33
2.30. Configuración del COM y velocidad de transmisión . . . . .	34
2.31. Regsitros Modbus. . . . .	34
2.32. Configuración del control maestro. . . . .	34
2.33. Relación entre PLC y los VDF. . . . .	35
2.34. Linealización de Motor. . . . .	35
2.35. Linealización de Motor programado. . . . .	35
2.36. Diagrama de PID. . . . .	36
2.37. Parámetros de estructura PID. . . . .	37
2.38. Configuración de estructura PID. . . . .	37
2.39. Configuración de estructura PID. . . . .	37
2.40. Configuración de estructura PID. . . . .	38
2.41. Diagrama a bloques del PID. . . . .	38
2.42. Diagrama de flujo 1 . . . . .	39
2.43. Diagrama de flujo 2 . . . . .	40
2.44. Diagrama de flujo 3 . . . . .	41
2.45. Diagrama de flujo 4 . . . . .	42
2.46. Diagrama de flujo 5 . . . . .	43
2.47. Diagrama de flujo 6 . . . . .	44
2.48. Diagrama de flujo 7 . . . . .	45
2.49. Ubicación del PLC. . . . .	46
2.50. Interfaz principal y de acceso. . . . .	46
2.51. Partes de la interfaz. . . . .	47
2.52. áreas de la interfaz del extrusor. . . . .	48
2.53. áreas de la interfaz del motor principal. . . . .	48
2.54. Estado de fallas y sensores. . . . .	49
2.55. Tablero inicial. . . . .	50
2.56. Tablero sección de fuente y módulos de expansión. . . . .	52
2.57. Tablero seccion de VDF, guardamotores y contactores de paso. . . . .	52
2.58. Tablero seccion de VDF. . . . .	52
3.1. Estado inicial de la maquinaria zell. . . . .	54
3.2. Estado inicial de la maquinaria zell. . . . .	54
3.3. Estado Final de la maquinaria zell. . . . .	55
3.4. Estado Final de la maquinaria zell. . . . .	55

# Índice de cuadros

2.1. Descripción de Motores. . . . .	21
2.2. Tabla de Entradas Digitales. . . . .	29
2.3. Tabla de Salidas Digitales. . . . .	30
2.4. Tabla de Entradas Analógicas. . . . .	31
2.5. Tabla de Salidas Analógicas. . . . .	31
2.6. Temperaturas del Pt100. . . . .	32
2.7. Linealización de motores. . . . .	36
2.8. áreas de la interfaz. . . . .	47
2.9. áreas de la interfaz. . . . .	48
2.10. Area de sensores. . . . .	49
2.11. Componentes en tablero eléctrico. . . . .	51
3.1. Comparativa de velocidades del plegador. . . . .	53
3.2. Tiempo de producción por plegador. . . . .	53

# Capítulo 1

## 1.1. Introducción

La industria textil, a lo largo de los años ha ido mejorando sus procesos, para hacerlos más rápidos, automáticos, por eso la empresa INGYMONT documentada en este reporte, trata de satisfacer la necesidad de algunas empresas que se dedican al engomado de hilos de algodón. Hoy en día dentro de la industria textil mucho de los dueños prefieren comprar maquinaria antigua pero funcional, con el propósito de ahorrar casi del 50 hasta el 70 % del gasto de lo que constaría una maquina actual, pero estas maquinarias en la mayoría de los casos hacen sus procesos lentos y tardados, por eso la empresa YNGYMONT, se encarga de actualizar y automatizar estas maquinarias con el propósito de darles un mejor uso, hacer los procesos más rápidos, diseñando desde cero el control y una automatización de sus procesos así como sustituir piezas mecánicas con la finalidad de aumentar la productividad para el engomado. Este proceso de engomado o encolado se realiza en los hilos de urdimbre de las tejedurías planas con el objetivo que los hilos resistan el procesos de tejidura o "tisaje" con la mínima cantidad de hilos roto e inconvenientes de despelusado, es un proceso complejo, el cual se puede dividir en 4 procesos principales: ingreso de material, tinas de goma, tinas de secador, y su plegador, estos procesos antiguamente se realizaban manualmente, con el pasar de los años, se fueron automatizando y reduciendo su proceso, pero hoy en día muchas de la empresas de la rama textil compran maquinarias de engomado de la pasada década, porque son más baratas que una nueva, ahorrándose hasta el 70 porciento de su valor. La realización de este proeyecto se incluye una actualización mecánica y eléctrica que se realizan en ellas, y esta es la premisa del documento, actualizar todo el sistema mecanico-electrico de la maquinaria, diseñado, automatizando y mejorando su proceso.

## 1.2. Antecedentes

Dentro de una empresa textil, hay máquinas que han pasado mucho tiempo desde su adquisición, estas maquinarias como la engomadora tipo zell dentro de la empresa CIMA ubicado en San Francisco Ocotlán, Pue., tienen deficiencias en su proceso de engomado, la maquinaria zell contaba con carencia en su automatización, en partes mecánicas y en su proceso en general. Esta maquinaria se encontraba con las siguientes características:

- Cables en mal estado (esto incluye cables rotos, pelados que podrían provocar un posible accidente).
- Las piezas de electricas son marcas SIEMENS y ABB, estas empresas ya no producen estas piezas, se decontinuaron en la pasada decada.
- Cuenta con fallos mecanicos.

- La producción por plegador es de aproximadamente de 2 hrs por 1400 metros de hilado.
- Poca productividad por enrollado de plegador.
- Deshabilitación de botoneras por fallos electricos.
- Desfases en velocidades de motores.
- Fallos en paros de máquina.



Figura 1.1: Estado inicial de la Maquinaria Zell.



Figura 1.2: Estado de componentes electricos en Maquinaria Zell.

### 1.3. Planteamiento del problema

Hoy en día dentro de la industria textil mucho de los dueños prefieren comprar maquinaria antigua pero funcional, con el propósito de ahorrar casi del 50 hasta el 70 % del gasto de lo que constaría una máquina actual, pero estas maquinarias en la mayoría de los casos hacen sus procesos lentos y tardados, por eso la empresa YNGYMONT, se encarga de actualizar y automatizar estas maquinarias con el propósito de darles un mejor uso, hacer los procesos más rápidos, diseñando desde cero el control y una automatización de sus procesos así como sustituir piezas mecánicas con la finalidad de aumentar la productividad para el engomado, es donde se realiza este proyecto de automatización para la maquinaria de engomadora marca zell.

La maquinaria cuenta con fallos dentro de su control por componentes que ya no funcionan por desfases en los giros de motores y por una productividad lenta de aproximadamente 2 horas por cada 1400 metros de enrollado del plegador, siendo un proceso lento y costoso.

### 1.4. Objetivo General

Mejorar la productividad por medio de la automatización para una maquinaria tipo zell.

### 1.5. Objetivos específicos

- Identificar el proceso de engomado de una máquina zell.
- Instrumentar botoneras y el tablero de control para una máquina engomadora zell.
- Controlar por medio de la automatización la velocidad de los motores.
- Mejorar la interfaz entre operador-máquina.
- Parámetrotrizar metrajes de salida.

### 1.6. Justificación de la Propuesta

El problema surge de la necesidad que tienen algunas empresas con ciertas máquinas que adquirieron hace mucho tiempo, lo que los hace lentos y con fallas mecánicas y/o eléctricas, estas fallas en general producen más gastos en producción, accidentes dentro de la industria, y baja productividad.

El propósito es actualizar, instrumentar, desarrollar y mejorar maquinarias engomadoras para darles una segunda vida dentro de su industria textil y así ahorrar el gasto total que se tendría al comprar una maquinaria más avanzada, produciendo más, actualizando partes de la maquinaria, con la finalidad de mejorarla con el capital menos posible.

## 1.7. Marco Teórico

### Proceso de engomado

El proceso del engomado cuenta con diferentes etapas por las cuales el hilo, en este caso de algodón, tiene que pasar por 4 procesos esenciales, para poder sacar líneas de tiras de hilos engomadas y procesadas hacia un carrete o plegador este proceso se puede definir en la figura 1.3.



Figura 1.3: Áreas del engomado.

La maquinaria ZELL es una máquina que salió a la venta hace unos años, muchas de estas máquinas en general fueron traídas desde otros países con la finalidad de obtener una pequeña ganancia por una maquinaria que les sirvió muchos años, pero ahora optaron por máquinas mucho mejores.

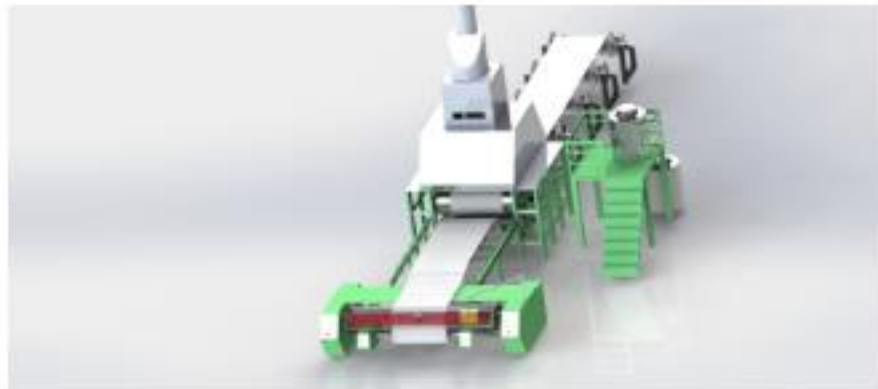


Figura 1.4: Diseño CAD de la máquina engomadora Zell.

### Ingreso del material

El primer proceso el ingreso de material(veasé figura 1.5 y 1.6), esta parte sustrae de una fileta con capacidad de hasta 12 plegadores, cada uno se coloca en soportes los cuales controlan la tensión y el enrollado de los mismos, estos soportes solo tienen la finalidad de mantenerlos en su lugar mientras el conjunto de motores de las tinas del engomado, los tambores y la parte frontal jalen con la suficiente fuerza para jalar el hilado.



Figura 1.5: Conjunto de plegadores llamados filetas.



Figura 1.6: Plegador antes del hilado.

### **Tinas de goma**

El segundo proceso son las tinas de engomado (véase figura 1.7), cuya funcionalidad depende del motor principal, cada plegador es desmenuado y los conjuntos de estos hilados son llevados hacia la tina, donde se encuentra el producto encolante o goma, esta tina contiene rodillos inversores y exprimidores que ayudarán a la correcta aplicación y uniformidad de la goma entre el hilado.

Esta goma forma una película transparente y uniforme alrededor a lo largo de cada hilo lo cual ayudará primeramente a mantener pegadas a su cuerpo las diferentes fibras sobresalientes del hilo. Por otro lado, esta película de a los hilos una mayor resistencia y lubricación, necesarias para poder resistir las tensiones y abrasiones que ocurrirán durante el proceso.





Figura 1.7: Las tiras de hilos son impregnadas por el engomado.

### **Secado**

Después de el engomado, el siguiente paso es el secado (veasé figura 1.8), este secado se realiza inmediatamente después del engomado ya que la urdimbre sale húmeda, y este secado se realiza con rodillos cubiertos por teflón y calentados por vapor a temperaturas superiores a los 100 C, logrando que cada hilo salga seco individualmente.



Figura 1.8: Secado a vapor para engomado.

### **Plegador**

Y por el último paso, el conjunto de hilos de algodón son enrollados dentro de plegadores(veasé 2.11), que se encuentran en el cabezal de la máquina, el cual enrolla la urdimbre engomada, con una tensión pareja, sin dañar a los hilos, dándole el ancho adecuado, este caso los rollos se manejan por la longitud que manejan por plegador o julio, que van desde los 1200 hasta los 1800 pero esto depende de la solicitud que se obtenga.



Figura 1.9: Plegador para los hilos de algodón.

## 1.8. Proceso de engomado de urimbres

El engomado es un proceso húmedo y a temperatura en los cuales los hilos son impregnados con una sustancia viscosa y adherente que cubre a la urdimbre, lo cual suministra una mayor resistencia para soportar esfuerzos a los que serán sometidos en las máquinas.

## 1.9. Principales objetivos del engomado

- Recubrir el hilo para evitar despeluzamiento.
- Mejorar su resistencia a la abrasión.
- Mejorar sus resistencia a la flexión.
- proporcionar elasticidad y elongación.

La razón del engomado, es que que los hilos de algodón son imposible de ser tejidos ya que estos se suelen despeluzar y sus punto de elasticidad y elongación suelen ser insuficientes cuando se les aplica algún tipo de resistencia, el engomado tiene la finalidad de mejorar la calidad del tejido, con la menor cantidad de roturas y así lograr la mejor eficiencia del tejido o urdimbre.

## 1.10. Tipos de engomado

Existen una gran gama de productos en el mercado, muchos de ellos para la gran variedad de fibras textiles, y estas pueden ser e tipo animal(proteínicas), tipo vegetal (celulósicas) y las sintéticas.

En el proyecto se optó por tipo vegetal debido sus propiedades y al precio que tiene sobre las de tipo animal y sintéticas(veasé figura 1.10).



Figura 1.10: Engomado utilizado a base de almidón.

### 1.11. Partes de una engomadora

- 1.-Fileta o soporte para rollos de urdido.
- 2.-Zona de engomado.
- 3.- Zona de pre secado y secado.
- 4.-Zona de separación en seco por barretas.
- 5.-Zona de enrollamiento del plegador.

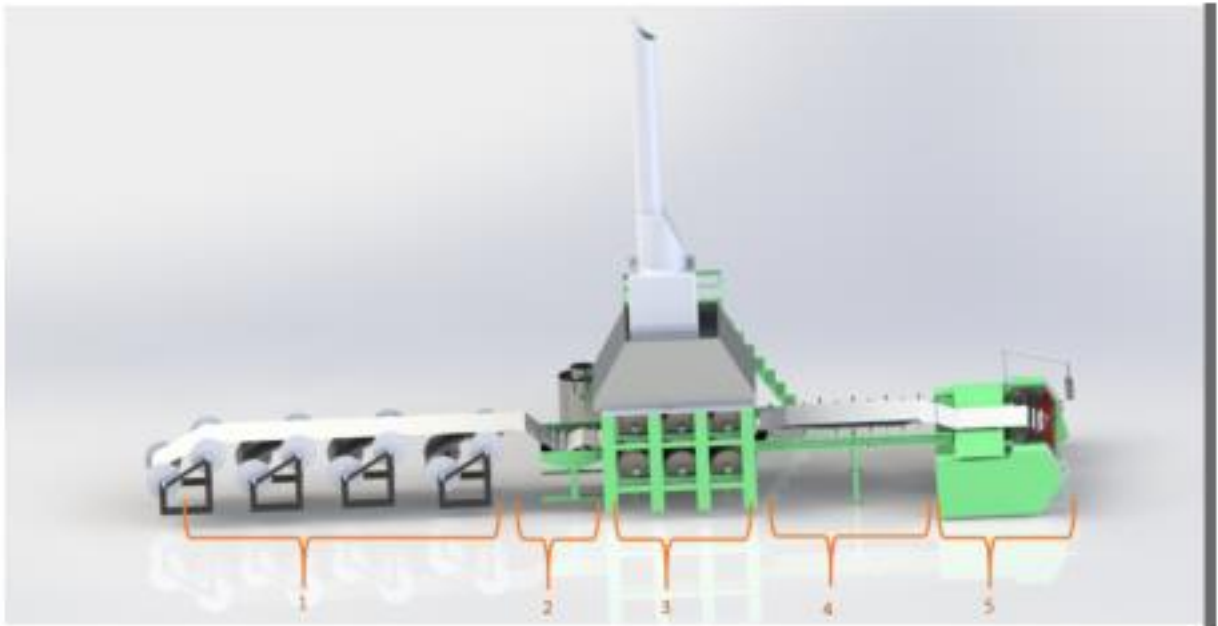


Figura 1.11: Perspectiva en CAD de las áreas de trabajo de una engomadora zell .

## 1.12. Normativas aplicadas en el proyecto.

Todas las PT100 de platino suministradas y montadas por SRC cumplen con los valores básicos y las desviaciones admitidas de la norma DIN IEC 751. Los valores DIN rigen para un valor nominal de 100 Ohms.

La estabilidad de temperatura de la PT100 con respecto a sus valores medidos asimismo cumple o excede las exigencias DIN IEC.

- UNE-EN 60439-1: Conjuntos de aparata de baja tensión.
- UNE-EN 60073: Principios básicos y de seguridad para interfaces hombre-máquina, el marcado y la identificación.
- UNE-EN 60204-1: Seguridad en las máquinas. Equipo eléctrico en las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.
- EN 50082-2: Compatibilidad electromagnética. Normas genéricas de inmunidad. Parte 2: Entorno industrial.
- Interfaz hombre máquina: Principios de maniobra

### 1.13. Definición de automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando.
- Operativa.

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, etc.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable. En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

### Objetivos de la automatización

- Mejora la productividad, reduciendo costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Simplifica el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Realiza la disponibilidad de los productos, puesto que el objetivo en la engomadora es elevar la producción

Como podemos apreciar la parte operativa es aplicable dentro de la engomadora marca zell, cuya finalidad es la interacción entre la engomadora y el operario.

### 1.14. Utilización de PT100 para control de temperaturas

La PT100 es un sensor de temperatura que a 0 C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. Este sensor PT100 es el corazón sensible a la temperatura de cualquier termómetro de resistencia. Aparte de la forma de montaje, son sus características las que básicamente determinan las propiedades técnicas de medida del sensor. El incremento de la resistencia de la PT100 no es lineal pero sí creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. Estos sensores se usaron para el monitoreo de temperaturas, en las taboras, estos sensores se referencian en la tabla (2.5), el comportamiento que se tiene en correlación entre la temperatura y la resistencia se representa en la siguiente grafica:

Las ventajas de utilización del Pt100:

- Precisión de una décima de grado.
- No se descomponen gradualmente entregando lecturas erróneas.

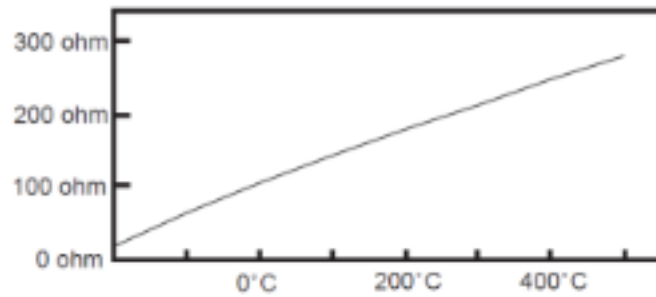


Figura 1.12: Grafica de correlación entre la temperatura y resistencia.

### Tipos de conexión del sensor Pt100

Existen 3 modos de conexión para el sensor Pt100

- Conexión con 2 hilos (Menos recomendado).
- Conexión con 3 hilos (Más común).
- Conexión con 4 hilos (Más preciso).

#### Conexión con 2 hilos.



Figura 1.13: Conexión de 2 hilos en Pt100.

En esta particular conexión, la resistencia de  $R_{c1}$  y  $R_{c2}$  suman generando un error inevitable, generada por la resistencia de los cables, la siguiente ecuación describe este error:

$$R(f) = R(t) + R_{c1} + R_{c2} \quad (1.1)$$

Como se muestra en la ecuación anterior, su valor final se  $R(f)$  en vez de leer solo  $R(t)$ , ( $R(f)$  representa la sumatoria,  $R(t)$  la resistencia del Pt100 y  $R_{c1}$  y  $R_{c2}$  representan la resistencia del cable).

#### Conexión con 3 hilos.

En conexión de 3 hilos utilizado para la engomadora permite, tener una medida un poco más exacta con respecto a la temperatura, y resuelve el problema generado por el uso de los cables, la única condición de deriva de esta configuración, es que se tiene que tener la misma resistencia eléctrica en los cables y se hace pasar una corriente conocida a través de las resistencias.

Esta ecuaciones son las siguientes:

$$2R_{c1} = R_{c2} + R_{c3} \quad (1.2)$$

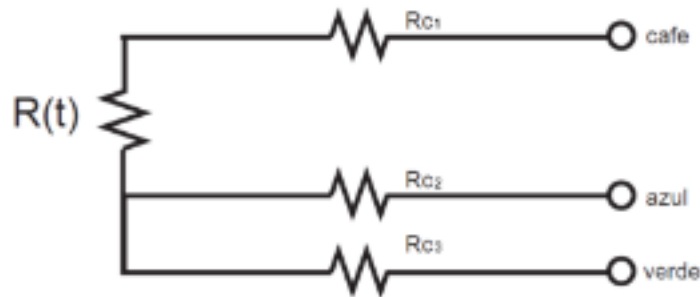


Figura 1.14: Conexión de 3 hilos en Pt100.

$2Rc1$  representa la sumatoria de resistencia que hay entre  $Rc2$  y  $Rc3$  (cable azul y verde).

$$2Rc2 = Rc1 + Rc2 \quad (1.3)$$

$2Rc2$  representa la sumatoria de resistencia que hay entre  $Rc1$  y  $Rc2$  (cable azul y cafe).  
para obtener:

$$R(t) = 2Rc1 - 2Rc2 \quad (1.4)$$

$R(t)$  representa la diferencia de resistencia que hay entre  $Rc1$ ,  $Rc2$  y  $Rc3$ , siendo este el valor final del sensor Pt100.

### Conexión con 4 hilos.

La ventaja de los pt100 de 4 hilos, pueden tener distinta resistencia, aunque específicamente este tipo de arreglo tiene mucho más precisión. Por los cables 1 y 4 se hace circular una

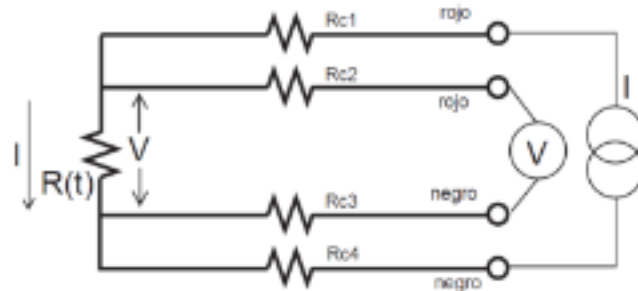


Figura 1.15: Conexión de 4 hilos en Pt100.

corriente ( $I$ ), a través de  $R(t)$  esto provoca una diferencia de potencial  $V$  en los extremos de  $R(t)$ , los cables 2 y 4 están conectados a la salida del voltímetro de alta impedancia:

$$Rc2 = 0 \text{ y } Rc3 = 0 \quad (1.5)$$

o

$$dV = Ic * Rc = 0 * Rc = 0 \quad (1.6)$$

Puesto que el voltaje medirá solamente el voltaje, por lo tanto podemos obtener  $R(t)$  con la siguiente ecuación:

$$R(t) = V/I \quad (1.7)$$

## 1.15. Diferencias operativas entre conexión delta y estrella.

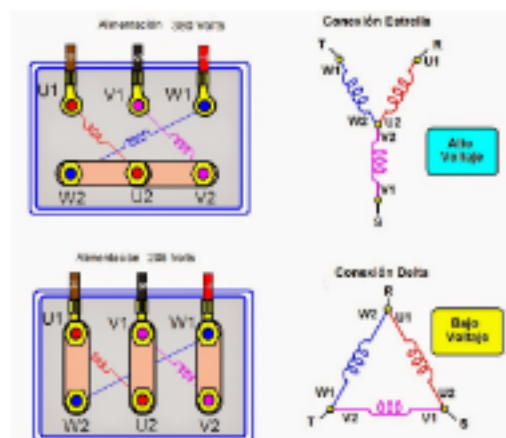


Figura 1.16: Comparativa entre conexión Delta y Estrella.

### Características de conexión estrella.

Un sistema conectado en configuración estrella tiene un voltaje de fase ( $V_f$ ) 3 veces menor que el voltaje de línea  $V_l$ .

Se define en la siguiente ecuación:

$$V_l = \sqrt{3}V_f \quad (1.8)$$

Sus características de la conexión estrella son las siguientes:

- Requieren un menor nivel de aislamiento.
- Requiere una baja corriente de arranque.

### Características de conexión delta.

Un sistema de conexión delta, el voltaje de línea  $V_l$  es igual  $V_f$ .

Se referencia en la siguiente ecuación:

$$V_l = V_f \quad (1.9)$$

Sus características de conexión delta son las siguientes:

- El nivel de aislamiento, es alto, ya que el voltaje de línea es igual al de la fase.
- Tiene un torque de arranque mayor.

Esta utilización de conexión se realizó en el engomado zell debido a que cumplía con la cualidad de tener un mayor torque de arranque, importante, para mover los componentes que se requieren, otro punto vital es su alimentación ya que este tipo de conexión se realiza para los motores utilizados de 400/460 V.

Las diferencias operativas entre estrella y delta para conexión a motor varían según para la utilización de los motores, en el caso de la engomadora se utilizó conexiones delta para los 5 motores.



## 1.16. Comunicación MODBUS

MODBUS es un protocolo estándar que puede gestionar una comunicación tipo cliente-servidor entre distintos equipos conectados físicamente con un bus serie, es un protocolo de tipo Petición/Respuesta, por lo que en una transacción de datos se puede identificar al dispositivo que realiza una petición como el cliente o maestro, y al que devuelve la respuesta como el servidor o esclavo de la comunicación. En una red MODBUS se dispone de un equipo maestro que puede acceder a varios equipos esclavos. Cada esclavo de la red se identifica con una dirección única de dispositivo.

Un maestro puede hacer dos tipos de peticiones a un esclavo: para enviar datos a un esclavo y espera su respuesta confirmación, o para pedir datos a un esclavo y espera su respuesta con los datos. Las peticiones de lectura y escritura que envía un maestro llevan asociado un código de función que el esclavo debe ejecutar. Según ese código, el esclavo interpretará los datos recibidos del maestro y decidirá qué datos debe devolver. Los códigos de función dependen de los dispositivos y de las tareas que estos pueden realizar.

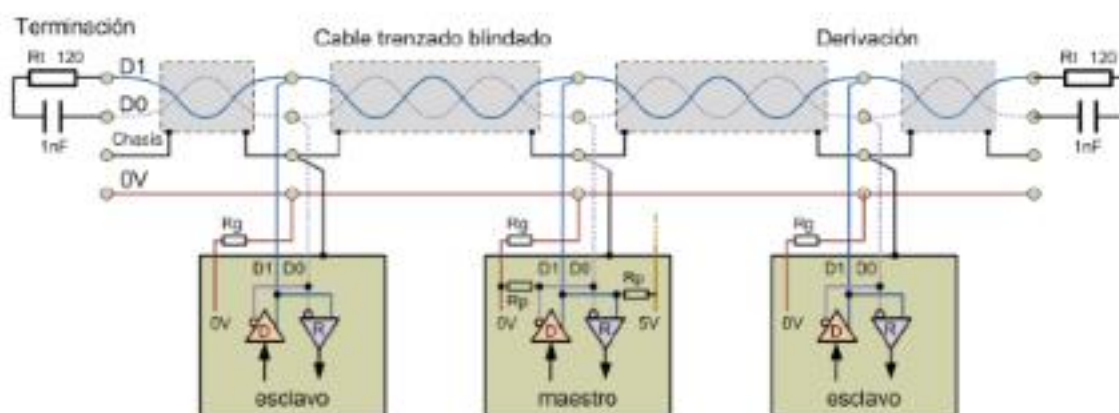


Figura 1.17: Cableado de los interfaces serie con RS-485.

Códigos de función más comunes de MODBUS			
Código decimal	Código hexadecimal	Función	Tipo de datos
1	16#01	Leer estado de marcas y salidas digitales (bobinas)	Bit
2	16#02	Leer estado de entradas digitales	Bit
3	16#03	Leer registros	Entero 16 bits
4	16#04	Leer entradas analógicas	Entero 16 bits
5	16#05	Forzar valor de una salida digital (bobina)	Bit
6	16#06	Establecer valor de un registro	Entero 16 bits
15	16#0F	Forzar múltiples marcas o salidas digitales (bobinas)	Bit
16	16#10	Establecer múltiples registros	Entero 16 bits

Figura 1.18: Códigos de función más comunes de MODBUS.

## 1.17. Diferencias entre señal Analógica y Digital.

### Señal Analógica

La señal analógica es aquella que presenta una variación continua con el tiempo, es decir, que a una variación suficientemente significativa del tiempo le corresponderá una variación igualmente significativa del valor de la señal (la señal es continua).

Toda señal variable en el tiempo, por complicada que ésta sea, se representa en el ámbito de sus valores (espectro) de frecuencia. De este modo, cualquier señal es susceptible de ser representada descompuesta en su frecuencia fundamental y sus armónicos. El proceso matemático que permite esta descomposición se denomina análisis de Fourier.

Las señales analógicas predominan en nuestro entorno (variaciones de temperatura, presión, velocidad, distancia, sonido etc.) y son transformadas en señales eléctricas, mediante el adecuado transductor, para su tratamiento electrónico.

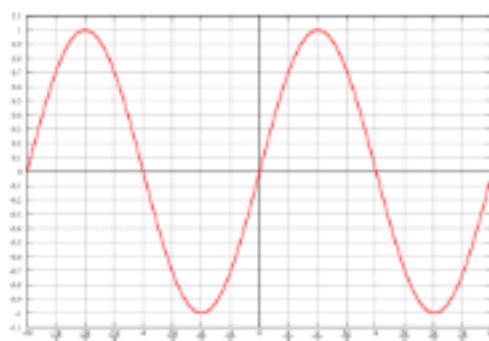


Figura 1.19: Señal de transmisión Analógica.

### Señales Digitales

Una señal digital es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo.

Sus parámetros son:

- Altura de pulso(nivel eléctrico).
- Duración(ancho de pulso).
- Frecuencia de repetición(Velocidad pulso por segundo).

La utilización de señales digitales para transmitir información se puede realizar de varios modos: el primero, en función del número de estados distintos que pueda tener. Si son dos los estados posibles, se dice que son binarias, si son tres, ternarias, si son cuatro, cuaternarias y así sucesivamente. Los modos se representan por grupos de unos y de ceros, siendo, por tanto, lo que se denomina el contenido lógico de información de la señal.

La segunda posibilidad es en cuanto a su naturaleza eléctrica. Una señal binaria se puede representar como la variación de una amplitud (nivel eléctrico) respecto al tiempo (ancho del pulso).

Resumiendo, las señales digitales sólo pueden adquirir un número finito de estados diferentes, se clasifican según el número de estados (binarias, ternarias, etc.) y según su naturaleza eléctrica (unipolares y bipolares).

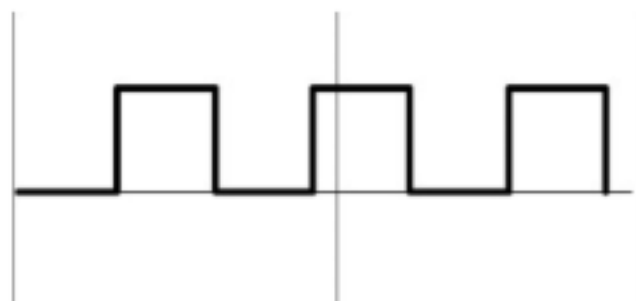


Figura 1.20: Señal de transmisión Analógica.

## 1.18. Controlador PID

Un controlador PID (Controlador Proporcional, Integral y Derivativo) es un mecanismo de control simultáneo por realimentación ampliamente usado en sistemas de control industrial. Este calcula la desviación o error entre un valor medido y un valor deseado.

El algoritmo del control PID consiste de tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional depende del error actual. El Integral depende de los errores pasados y el Derivativo es una predicción de los errores futuros. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso por medio de un elemento de control como la posición de una válvula de control o la potencia suministrada a un calentador.

Cuando no se tiene conocimiento del proceso, históricamente se ha considerado que el controlador PID es el controlador más adecuado. Ajustando estas tres variables en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer una acción de control diseñado para los requerimientos del proceso en específico. La respuesta del controlador puede describirse en términos de la respuesta del control ante un error, el grado el cual el controlador sobrepasa el punto de ajuste, y el grado de oscilación del sistema. Nótese que el uso del PID para control no garantiza control óptimo del sistema o la estabilidad del mismo.

Algunas aplicaciones pueden solo requerir de uno o dos modos de los que provee este sistema de control. Un controlador PID puede ser llamado también PI, PD, P o I en la ausencia de las acciones de control respectivas. Los controladores PI son particularmente comunes, ya que la acción derivativa es muy sensible al ruido, y la ausencia del proceso integral puede evitar que se alcance al valor deseado debido a la acción de control.

# Capítulo 2

## Desarrollo

### 2.1. Identificación de botoneras en la maquinaria zell

Se planteo un rediseño de la maquina engomadora ya que, al comenzar, fueron las condiciones en las que se halló la maquinaria, puesto que la engomadora se encontraba en una situación problematica, puesto que la produccion era tardada se planteo desarrollar un nuevo control, comenzando por la identificación de componentes ecenciales para el manejo y uso de la maquinaria, lo primero que se realizó, fue la averiguación de componentes electricos, comenzando por las botoneras, de la máquina completa.

#### Identificación de brazo interno izquierdo .

La identificación de brazo interno izquierdo(figura 2.1), es el control que tiene el operario para subir o bajar el plegador, la distribución de activacion como el botón 1, abre brazo izquierdo, inmediatamente refleja un movimiento hacia el izquierda para abrir solo el brazo izquierdo , con la finalidad de sacar el plegador, el segundo botón cierra el brazo izquierdo permitiendo alinear el plegador para un enrollado nuevo, el botón 3 y 4 aplican para abrir los 2 brazos tanto como izquierdo y el derecho hacia sus lados respectivos, los botoenes 5,6 y 7 tienen la función principal de poder operar el plegador desde bajarlo, para poder cambiarlo y volverlo ajustar para un nuevo enrollado, este en particular es la botonera más utilizados por los operarios, el boton 9 se desabilito su función, La localización del brazo se encuentra en la figura 2.2.



Figura 2.1: Identificación de botonera de brazo izquierdo interno .

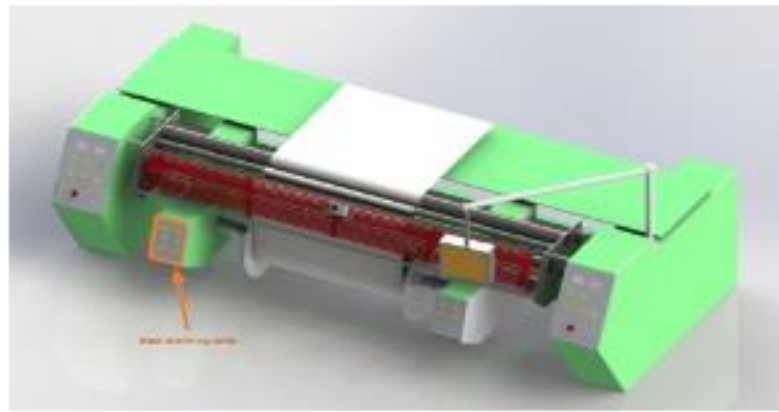


Figura 2.2: Identificación de brazo izquierdo en CAD.

### Identificación de brazo interno derecho .

La botonera ubicada en el brazo interno derecho(figura 2.3 y su localización figura 2.4), al igual que el brazo interior izquierdo, solo habilita 4 entradas, cerrar y abrir el brazo derecho hacia su lado respectivo, y abrir y cerrar ambos brazos a sus lados respectivos, esta botonera tiene la finalidad de poder interactuar con el plegador más recientemente.

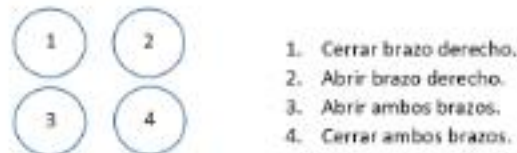


Figura 2.3: Identificación de botonera de brazo derecho interno .

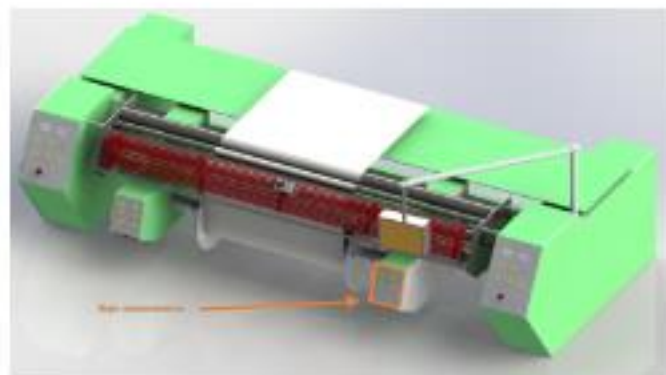


Figura 2.4: Identificación de brazo derecho en CAD.

## Identificación de brazo izquierdo .

La botonera (Figura 2.5 y 2.6) en particular tiene el control de activación hacia las electrovalvulas, cuya finalidad es poder manejar los brazos, por medio de pistones. El reset de caja PIB o subir los ajustes de caja PIB, para un mejor control, y la habilitación de paro de máquina, paro de emergencia y tensión de motor del plegador, son algunos de los botones que se encuentran dentro de este brazo.



Figura 2.5: Botonera de brazo izquierdo.

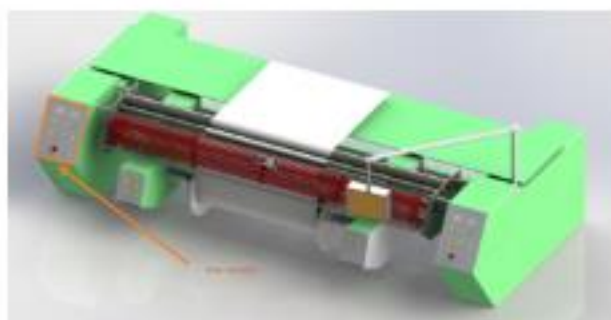


Figura 2.6: Botonera brazo izquierdo en CAD.

## Identificación de brazo derecho .

La identificación de la botonera de brazo derecho (Figura 2.7 y 2.8), en botones 1 y 2 se utilizan para el aumento o disminución de velocidad por medio de pulsos, quiere decir que por pulso que se de tiene un incremento o decremento respectivamente en la variación de velocidad, también tenemos un paro de máquina y un paro de emergencia.



Figura 2.7: Botonera de brazo derecho.

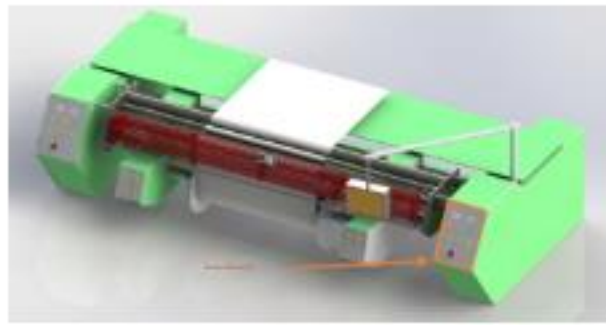
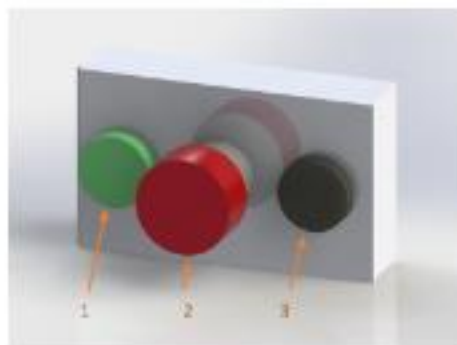


Figura 2.8: Botonera brazo derecho en CAD.

### Botonera lateral y Principal.



1. Bajar velocidad de máquina a mínima.
2. Paro de máquina.
3. Subir velocidad de máquina máxima.

Figura 2.9: Botonera de brazo derecho, izquierdo y frontal.

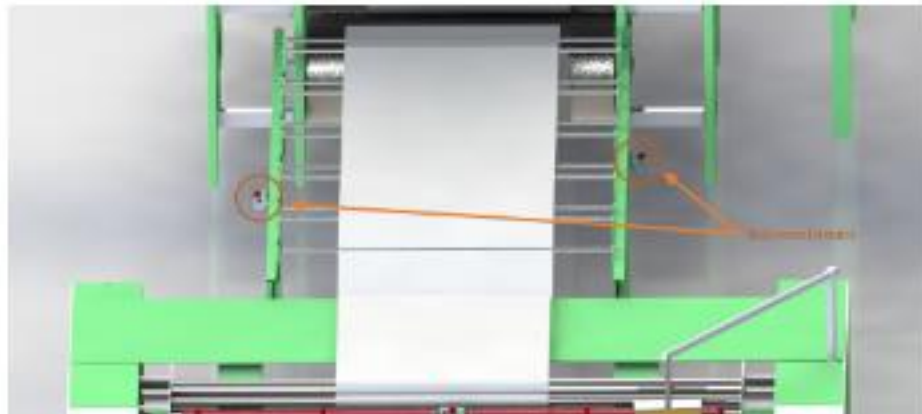


Figura 2.10: Localización de botoneras laterales.

La identificación de botoneras (figura 2.9 y 2.10) que se registraron dentro del control que tienen los operarios para controlar la maquinaria estas botoneras tienen consigo una descripción de utilización, las diferentes botoneras de la maquinaria muestran desde, el estado que debe tener la máquina, estas botoneras representan parte de la interacción que se tiene entre el operador-máquina, esto afecta directamente a la producción en los hilados de algodón.

## 2.2. Conexión y control de motores.

Motor	Tipo de motor	Utilización
1	Motor AC Trifásico LEG de 5 hp 400/460 V.	Movimiento de rodillo /plegador.
2	Motor AC LEG Trifásico de 5 hp 400/460 V.	Movimiento de canoa.
3	Motor AC Trifásico weg de 5 hp 400/460 V.	Movimiento de tamboras.
4	Motor AC Trifásico weg de 25 hp 400/460 V.	Motor de carga para el plegador.
5	Motor AC Trifásico weg de 1 hp 400/460 V.	Uso para extrusor.
6	Motor AC Trifásico weg de 1 hp 400/460 V.	Movimiento izquierdo de brazo interior.
7	Motor AC Trifásico weg de 1 hp 400/460 V.	Movimiento derecho de brazo interior.

Tabla 2.1: Descripción de Motores.

La tabla 2.1 muestra las características que tienen los motores utilizados para el movimiento de la engomadora, como se puede apreciar en la tabla estos motores tienen una alimentación de 400/460 v, trifásicos, apreciamos que los motores del rodillo/plegador, el motor de la canoa y el motor de las tamboras tienen 5 hp, esto implica un control de velocidad y de toque descritos por un motor maestro, el control de del extrusor de 1 hp se controla solo la velocidad, ya que este motor el interés en especial es la extrucción del vapor caliente, y por último el motor de carga del plegador cuya finalidad es una comunicación entre parámetros del motor de rodillo/plegador y el motor de carga para el plegador, así como los motores de 1 hp para el movimiento de los brazos internos, descritos en las botoneras.

## 2.3. Conexión eléctrica a motor (Movimiento de rodillo/plegador)

El desarrollo para la conexión de motores se da en el siguiente diagrama eléctrico.

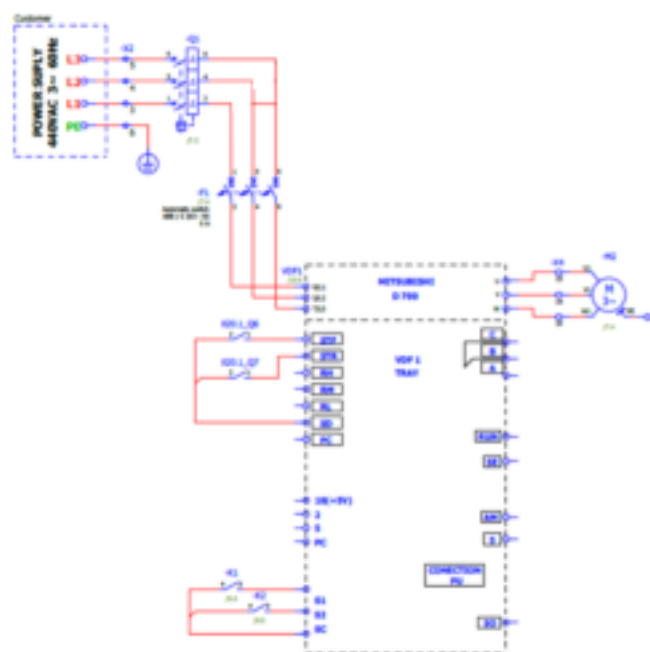


Figura 2.11: Conexión a motor rodillo/plegador.



El diagrama representado en la figura 2.11 hace referencia al tipo de conexión en fases de 3 líneas, pasando por termomagnéticos de 30A, para conexiones en variador V100 para 5 hp, y su salida hacia el motor, resumiendo las conexiones a variador, teniendo las salidas para u,v y w conectando hacia el motor en estrella.

El movimiento del control del motor se dirige al control del motor ubicado en la figura 2.12.

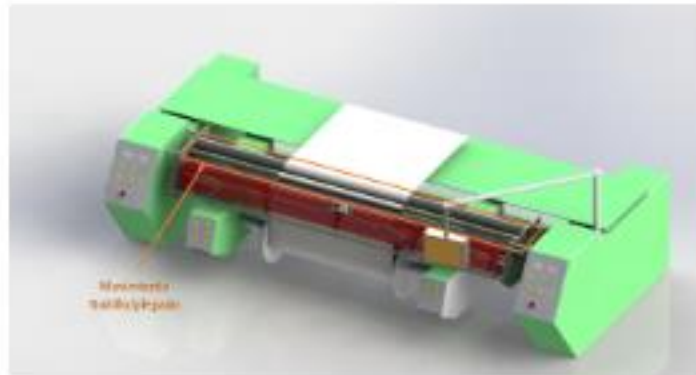


Figura 2.12: Movimiento del motor rodillo/plegador.

## 2.4. Conexión eléctrica a motor (Movimiento canoa)

El desarrollo para la conexión de motores se da en el siguiente diagrama eléctrico.

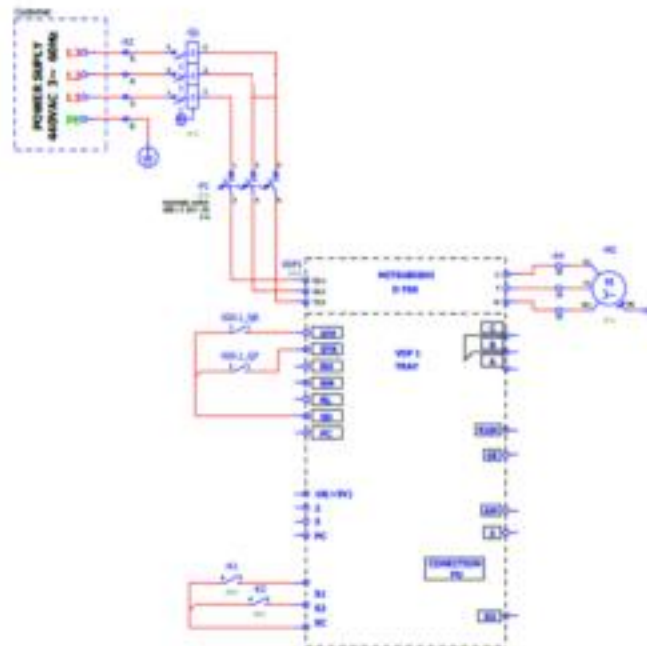


Figura 2.13: Conexión a motor Canoa.

La conexión de este motor con especificaciones descritos en la figura 2.14, este motor tiene la funcionalidad de mover los rodillos del engomado, este es la parte vital que tiene la maquinaria, siendo regulada la velocidad por los 2 motores maestros que indican la velocidad de rotación de este motor, este motor tiene una flecha para transmisión más rápida, lo que equivale un, equilibrio de movilidad entre los motores.



Figura 2.14: Movimiento de motor Canoa.

## 2.5. Conexión eléctrica a motor (Movimiento de tamboras)

El desarrollo para la conexión de motores se da en el siguiente diagrama eléctrico.

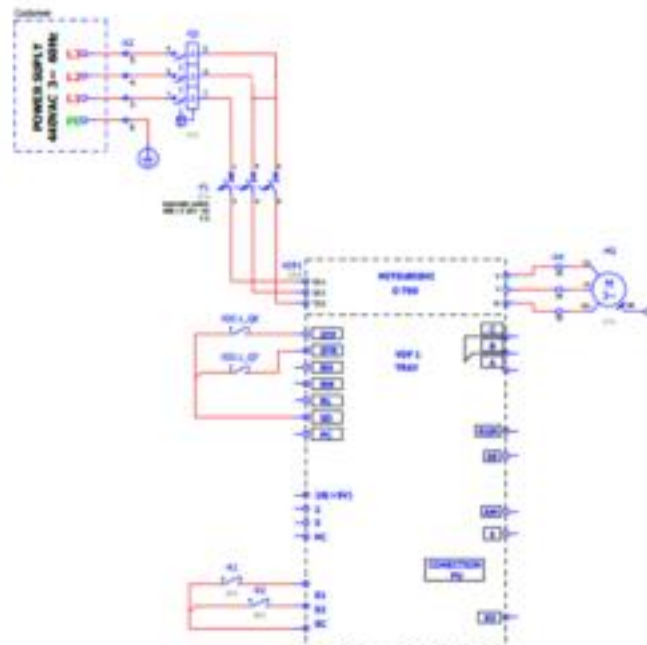


Figura 2.15: Conexión a motor tamboras.

## Movimiento de tambores

El estudio de movimiento de los tambores reflejado en la siguiente la figura 2.16 , trata de visualizar el proceso de secado, por medio de vapor de agua a alta presión, tomada desde una caldera.

En la figura 2.16 se muestra el modelado CAD del secado, los tambores se les inyecta aire caliente a presión para el secado después del engomado, en la figura 2.15 cuya conexión va desde la alimentación hasta el control por medio de el VDF v100.

La figura 2.17 refleja la trayectoria que siguen los hilos de algodón con la finalidad que por

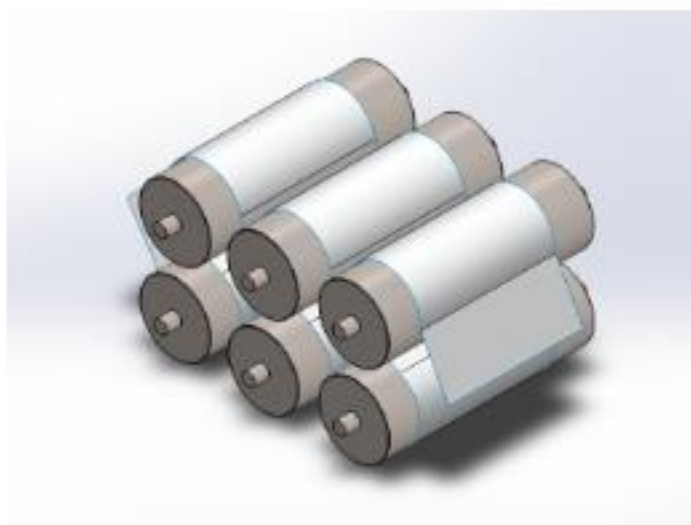


Figura 2.16: Representación CAD de los tambores.

medio del vapor caliente estos hilos adquieran la uniformidad del engomado siendo distribuido y secado uniformemente.

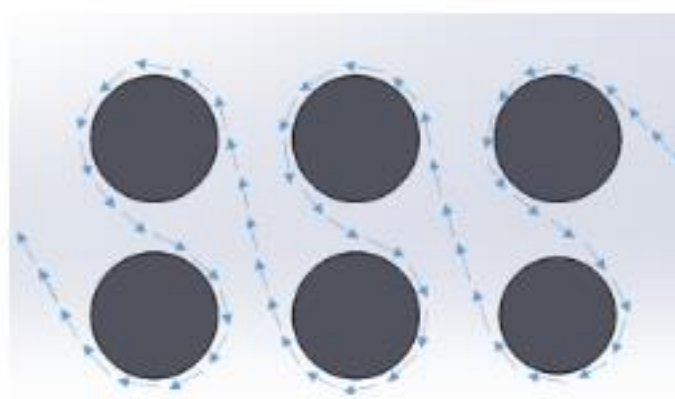


Figura 2.17: Trayectoria del hilo a través de los tambores.

## 2.6. Conexión eléctrica a motor (Movimiento carga plegador)

El desarrollo para la conexión de motores se da en el siguiente diagrama eléctrico.

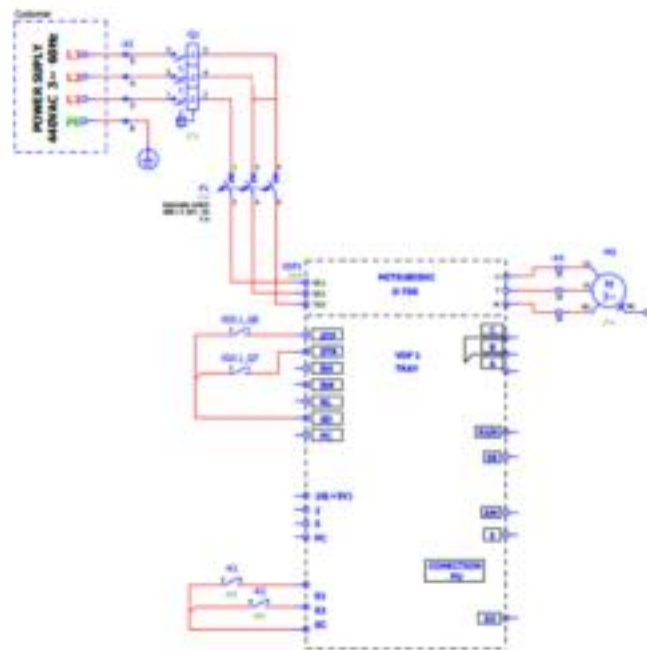


Figura 2.18: Conexión a motor carga plegador.



Figura 2.19: Motor de 25 hp.

## 2.7. Conexión eléctrica a motor (Movimiento de extrusor)

El desarrollo para la conexión de motores se da en el siguiente diagrama eléctrico. La conexión

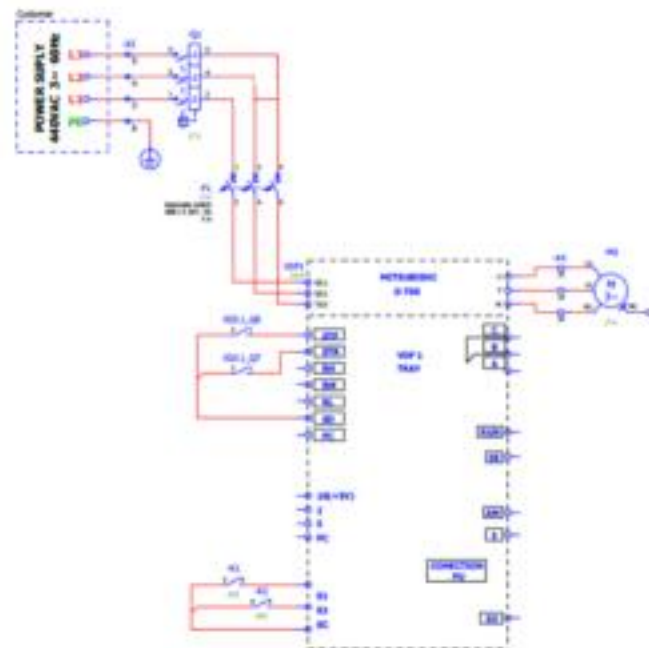


Figura 2.20: Conexión a motor extrusor.

ción de control descritas en la figura 2.20, este motor en particular tiene cambio de velocidad, dependiendo de la salida de vapor de agua de las tambores su posicionamiento se encuentra en la figura 2.21.



Figura 2.21: Salida del extrusor.

## 2.8. Conexión eléctrica a motor (Movimiento brazo izquierdo interno)

El desarrollo para la conexión de motores se da en el siguiente diagrama eléctrico. La

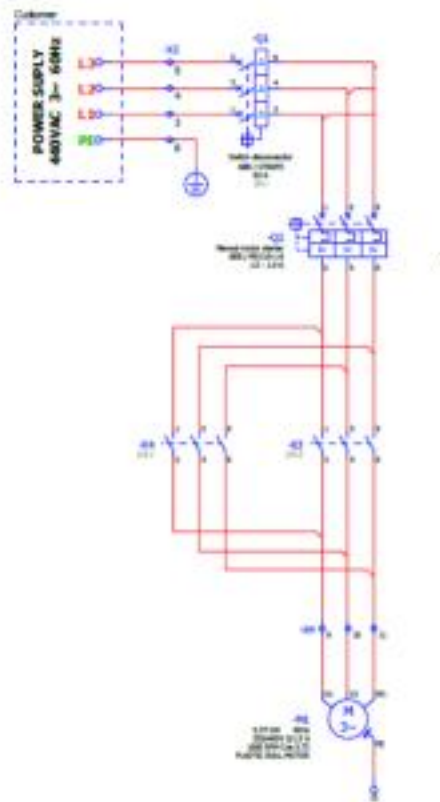


Figura 2.22: Conexión a motor brazo izquierdo interno.

conexión para el control de motores de 1 hp, para los brazo izquierdo tiene la única finalidad de mover el brazo izquierdo hacia la derecha (abrirlo) ó a la izquierda (cerrarlo), con este motor y las botoneras descritas anteriormente, controlan la salida y el ingreso de nuevos plegadores, teniendo salida directa, pasando por un termamagnetico y guardamotores , para activación de pulso directo (veasé figura 2.23).



Figura 2.23: Motor a conexión a motor brazo izquierdo interno.

## 2.9. Conexión eléctrica a motor (Movimiento brazo derecho interno)

El desarrollo para la conexión de motores se da en el siguiente diagrama eléctrico. En conexión descrita en la figura 2.24, al igual que el brazo izquierdo de la figura 2.22, tienen

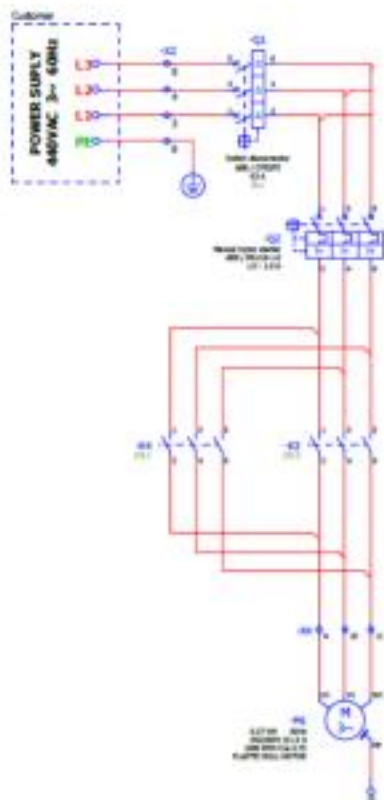


Figura 2.24: Conexión a eléctrica a motor a brazo derecho.

una misma finalidad mover el motor hacia la izquierda o derecha dependiendo si se quiere meter o sacar el brazo interno derecho, igual que brazo izquierdo con lleva un termomagnético, un contactor a paso y contactores de paso, hacia el VDF y finalmente conectando al motor (veasé figura 2.25).



Figura 2.25: Motor de brazo derecho interno.

## 2.10. Variables de Entradas y Salidas Digitales

### Variables de Entrada.

Estas variables entradas, descritas en la tabla 2.2 refleja las variables en consideración a la hora de programación en unitronics, estas variables de entradas se basan en el comportamiento de la máquina, como por ejemplo, entradas desde las botoneras, de lento, rápido y stop, su función principal es regular la velocidad y paro de la máquina, siendo estos pulsos de entrada, la entrada de lento reduce la velocidad a mínimo de 5m/min, en rápido alcanza la velocidad máxima de 42m/min, y en stop aplica una linealización hacia los motores, para un paro progresivo, variables de entradas de subir velocidad máquina o bajar velocidad máquina, conllevan por medio de pulso por medio de un sumador o restador para la variación de la velocidad de los motores, Las otras fallas descritas en la tabla 2.2 hacen referencia principalmente a pulsos, hecho desde las botoneras descritas previamente.

Número	Entradas	Descripción de la Entrada
1	Lento	Reduce la velocidad de la máquina a estado lento.
2	Rápido	Aumenta la velocidad máxima de la máquina.
3	Stop	Pará la máquina con rampa de desenso.
4	Guardas	Activación de la salida de motor directa.
5	Subir velocidad máquina	Sube la velocidad por pulso.
6	Bajar velocidad máquina	Sube la velocidad por pulso.
7	Falla beam	Falla de VDF del beam.
8	Falla Plegadores	Falla de VDF del plegador.
9	Falla tamboras	Falla de VDF de las tamboras.
10	Falla canoa	Falla de VDF de la canoa.
11	Abre brazo izquierdo	Activación de la abertura del brazo izquierdo.
12	Cerra el brazo izquierdo	Activación del cerrado del brazo izquierdo.
13	Abre brazo Derecho	Activación de la abertura del brazo Derecho.
15	Cerra el brazo Derecho	Activación del cerrado del brazo Derecho.
16	Bajar julio	Desenso del plegador .
17	Cerra el brazo Derecho	Activación de electroválvula para subida de plancha.
18	Bajar Plancha	Activación de electroválvula para bajada de plancha.
19	Tensión ON/OFF	Activación del tensor del motor del plegador.

Tabla 2.2: Tabla de Entradas Digitales.



## VARIABLES DE SALIDA.

Las variables de salidas digitales descritas en la tabla 2.3, reflejan la interacción que se tiene entre algunas variables analógicas/digitales, en la tabla de entradas digitales muestran algunas variables de activación desde las botoneras, estas botoneras en particular son necesarias para el control de la máquina que los operadores utilizan para el control de la máquina, estas variables como pueden ser lento, rápido y stop son detectadas desde el PLC, siendo estas una activación hacia las bobinas del Plc, implican en gran medida el control que se tiene con la variación tanto de parámetros, como la velocidad y el torque de los motores, Variables en la salida como activación del run para los motores, o activaciones de los controles en los diferentes brazos de la máquina, hasta valores de control como el cambio de velocidad del extrusor, y el cambio principal hacia las salidas del PID de los motores.

Número	Salidas	Descripción de Salidas
1	Run beam	Reduce la velocidad de la máquina a estado lento.
2	Run dely	Aumenta la velocidad máxima de la máquina.
3	Run tambores	Pará la máquina con rampa de desenso.
4	Run canoa	Activación de la salida de motor directa.
5	Run extrusor	Activación de la salida de motor del extrusor.
6	enable VDF	Sube la velocidad por pulso.
7	Abrir brazo derecho	Sube la velocidad por pulso.
8	Cerrar brazo derecho	Falla de VDF del beam.
9	Abrir brazo izquierdo	Falla de VDF del plegador.
10	Cerrar brazo izquierdo	Falla de VDF de las tamboras.
11	Bajar julio	Falla de VDF de la canoa.
12	Subir julio	Activación de la abertura del brazo izquierdo.
13	Subir plancha	Activación del cerrado del brazo izquierdo.
14	Bajar plancha	Activación de la abertura del brazo Derecho.
15	stramberg	Activación del cerrado del brazo Derecho.
16	PID tamboras 1	Desenso del plegador .
17	PID tamboras 2	Activación de electroválvula para subida de plancha.
18	PID canoa	Activación de electroválvula para bajada de plancha.

Tabla 2.3: Tabla de Salidas Digitales.

## 2.11. Variables de Entradas y Salidas Analógicas

### Variables de Entrada.

Número	Entradas	Descripción de la Entrada
1	PT100 tamboras 1	Lectura de temperatura de tamboras.
2	PT100 Tamboras 2	Lectura de temperatura de tamboras.
3	PT100 canoa	Lectura de temperatura de canoa.
4	Stramberg Ref.	Referencia del Stramberg.

Tabla 2.4: Tabla de Entradas Analógicas.

### Variables de Salida.

Número	Entradas	Descripción de la Entrada
1	Ref. Beam	Lectura de referencia del VDF beam.
2	Ref. plegador	Lectura de referencia del VDF plegador.
3	Ref. tamboras	Lectura de referencia del VDF tamboras.
4	Ref. stramberg	Referencia del Stramberg.

Tabla 2.5: Tabla de Salidas Analógicas.

Estas entradas descritas en las tablas 2.4 y 2.5 como el control de temperatura de los PT100 descritas en el capítulo 1, muestran el comportamiento de resistencia medible hacia el PLC, leída desde los módulos de expansión del PLC UNITRONICS.

Mientras que las variables analógicas de salidas, suelen enviar referencias de control hacia los variadores de frecuencia con la finalidad, de enviar valores de referencia, por medio de variaciones de voltaje.

## 2.12. Instalación y control del sensor Pt100

El sensor pt100 tiene la función de sensar la temperatura por medio de variación de ohms, en este proyecto se utilizaron 3 sensores para el control de temperaturas dentro de las tamboras, como se aprecian en las figura 2.26:



Figura 2.26: Instalación del Pt100.

Su utilización consiste básicamente de controlar la temperatura que se tiene dentro de las tamboras, estas a su vez, se encargan del secado del engomado previo, la configuración de sus temperaturas pueden ser variables de acuerdo a su tipo, por ejemplo para el secado del engomado para telar de algodón se necesitan 120 grados centígrados.

Estas entradas Analógicas descritas en la tabla 2.6 para el sensado, estos cambios de resistencia eléctrica utilizados de 2 hilos del pt100 usados en la máquina engomadora, de acuerdo con estas variaciones descritas en la tabla 2.6, esta tabla muestra las pequeñas variaciones que tienen entre los rangos de 100 a 130 ° centígrados.

El rango de temperaturas descrito en la tabla de anexos de temperaturas para pt100 muestran un rango completo de -190 hasta 800 ° centígrados.

Estos cambios se realizan por medio de las ecuaciones descritas en el apartado Utilización de PT100 para control de temperatura del capítulo I.

Temperatura (°C)	Variación (ohms)
100	140.02
110	143.80
120	147.57
130	151.33

Tabla 2.6: Temperaturas del Pt100.

## 2.13. Configuración de Comunicación Modbus

La configuración de Comunicación Modbus es un punto esencial, ya que esta comunicación es llevada de la mano con el control de variadores de frecuencia, asignando direcciones, y declarando al PLC como control maestro y los VDF como esclavo asignándoles direcciones configurables desde el mismo variador, y desde el programa unilogic, en la figura 2.27 se asigna la dirección al PLC.



Figura 2.27: Asignación de dirección al PLC .

Esta dirección asignada, es la misma que se asigna dentro de la pc, para que tengan una comunicación entre el PLC y PC. Estas comunicación puede hacerse inalámbricamente por medio de un modem con asignación de dirección, por medio de cable usb hacia el PLC o simplemente con conexión directa por medio de cable ethernet.

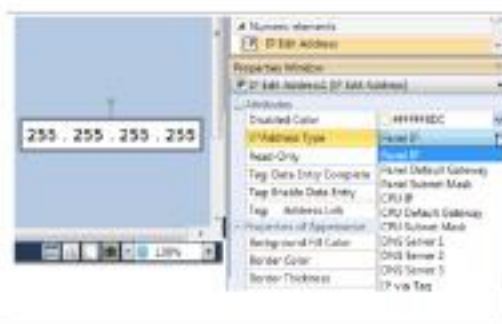


Figura 2.28: Asignación de dirección en programa Unilogic .

La asignación por comunicación de PIC se hace a través del control maestro (PLC), y este a su vez pregunta a sus esclavos, estas variables se asignan en direcciones, estos a su vez dentro del programa se tiene que guardar en registros(vease figura 2.28)

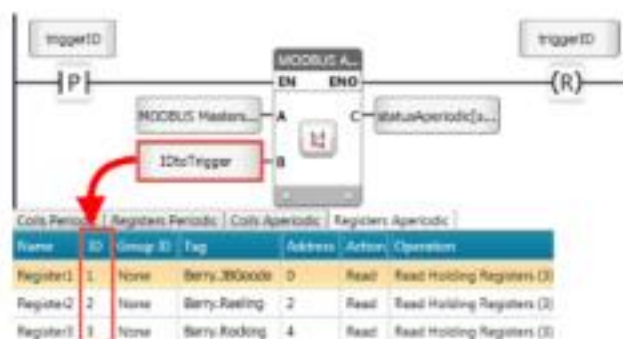


Figura 2.29: Asignación de dirección en programa Unilogic .

La configuración del master se realiza dentro del programa al igual que asignación de direcciones de los esclavos, estos cambios entre la velocidad y puerto COM son asignados dentro del programa. Otra configuración importante es la asignación de registros, estos registros nos permiten una comunicación y petición de datos o envío de los mismo, en este programa en particular se asigna la dirección, esta dirección depende de la especificaciones del PLC o en caso de los VDF de las especificaciones de comunicación del fabricante, siendo la dirección 33

<b>Main</b>	
Active periodic	VDF1_Modbus
Modbus Com...	RS485 CPU COM Port, 115200
Slave ID	1
Slave Name	VDF1
Response Time...	500
<b>Advanced</b>	
Optimal queue...	8
Add to queue...	<input type="checkbox"/>

Figura 2.30: Configuración del COM y velocidad de transmisión .

(vease figura 2.29 la comunicación entre PC-PLC y la acción si solo es de lectura el valor leído ó escritura, preferentemente los registros son de lectura a excepción de escritura por el tipo de comunicación, pudiendo configurar el tipo de conexión, el puerto y la velocidad de transmisión (figura 2.30. por último ya tenemos la asignación del master en espera de más esclavos a los

Name	Tag	Address	Action	Operation	Every Period
Register1	VDF1_modbus_comunicacion	1	Read	Read Holding Registers (3)	100
Register2	VDF1_modbus_comunicacion2	2	Read	Read Holding Registers (3)	100
Register3	Vdf1_modbus_comunicacion3	33	Write	Write Multiple Registers...	100

Figura 2.31: Registros Modbus.

cuales asignar direcciones.

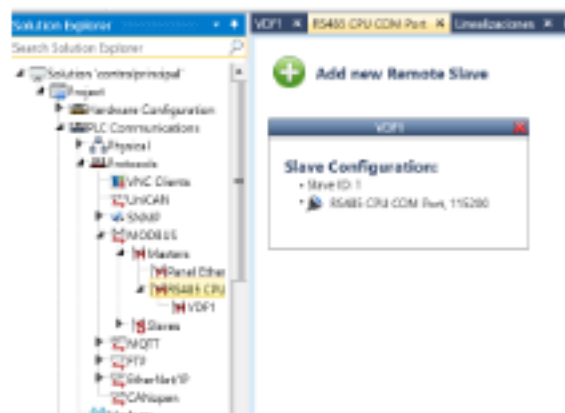


Figura 2.32: Configuración del control maestro.

## Enlace entre la comunicación PLC-VDF

Esta comunicación figura 2.33 como ya se describio anteriormente muestra graficamente la comunicación, entre variadores y el PLC describiendo como el master asigna la direccion principal y sus VDF, sus ramificaciones asignadas, cada vdf contiene una direccion unica.



Figura 2.33: Relación entre PLC y los VDF.

## 2.14. Linealización de motores

La linealización dentro del programa unilogic tiene la finalidad, de arrancar el motor desde un estado base definido por el usuario, regularmente 0, hasta un valor de salida.

Esta salida de linealización de motor, por ejemplo en  $x_1$  y  $y_1$  son 0 y los valores  $X_2=1023$  con  $y_2=100$  salida teniendo una linealización desde el encendido del motor hasta el punto máximo de la linealización, estos bits son variables de pendiente de la entrega de voltaje en caso de 5 v se hace una conversión a un valor digital de 500 o para entradas de 10 V con una conversión de un valor digital a 1000.

La descripción de la figura 2.35 se encuentra en la tabla 2.7.

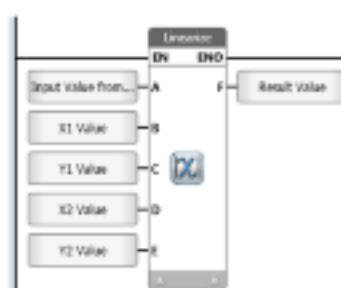


Figura 2.34: Linealización de Motor.

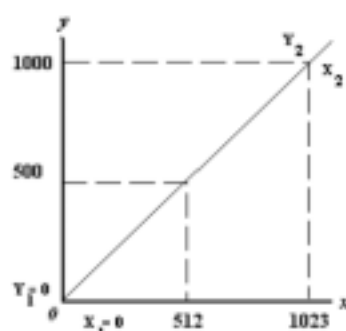


Figura 2.35: Linealización de Motor programado.

Parametros	Descripción de los parametros
Input value	Valor de entrada.
X1 Value	Valor inicial de X1.
Y1 value	Valor unicial de Y1.
X2 value	Valor de salida de la linealización en X2.
Y2 value	Valor de salida de la linealización en Y2.
Resulting value	Estado de salida del motor despúes de la linealización.

Tabla 2.7: Linealización de motores.

## 2.15. Diagramas del PID

El diagrama representado en la figura 2.36 muestra el comportamiento que tiene que seguir un pid dentro de un sistema, con el objetivo final de reducir el error al mínimo o eliminarlo.

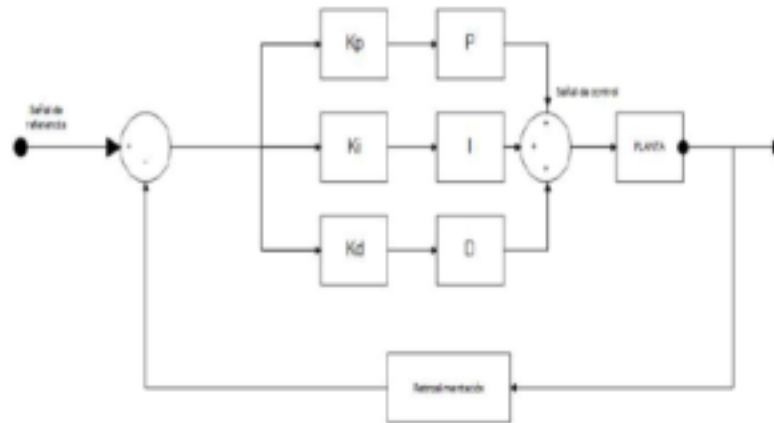


Figura 2.36: Diagrama de PID.

Un PID le permite utilizar la retroalimentación del sistema para controlar continuamente un proceso, este pid se ajusto dentro del programa unilogic de unitronics, el cual tiene propósito de controlar el PID, es mantener el proceso en ejecución lo más cerca posible del punto de ajuste deseado. Este dentro del sistema conlleva un conjunto de procesos que son los siguientes:

- 1.-Funciones de escalera PID.
- 2.-Ejecución de autoajuste.
- 3.-Ejecutar PID.
- 4.-Guardar datos de autoajuste PID.
- 5.-Cargar datos de autoajuste PID.
- 6.-Restablecer Autoajuste PID.
- 7.-Error de fuerza integral.
- 8.-Cálculo integral y derivativo.

El control PID se basa en dos estructuras Configuración PID y Parámetros PID AT. La estructura de configuración de PID contiene todos los parámetros que necesita para configurar, ajustar y controlar el PID.

Utilizando una estructura PID AT Params para guardar los valores de la ejecución automática, cargar estos valores en la estructura de configuración PID y luego ejecutar el bucle PID.

La configuraciones se hacen dentro del programa unilogic, como se muestra en la figura ??onde



Figura 2.37: Parámetros de estructura PID.

se configura los parámetros de entrada de lectura en el caso de los motores de rodillo/plegador y del plegador mismo conllevan una lectura de encoder NPN, estas configuraciones guardan el parámetros leídos, y cargan estos a la estructura PID AT en la estructura PID config, para ejecutar un bucle PID. Se configuro para inicializar o cambiar el valor de error, esta

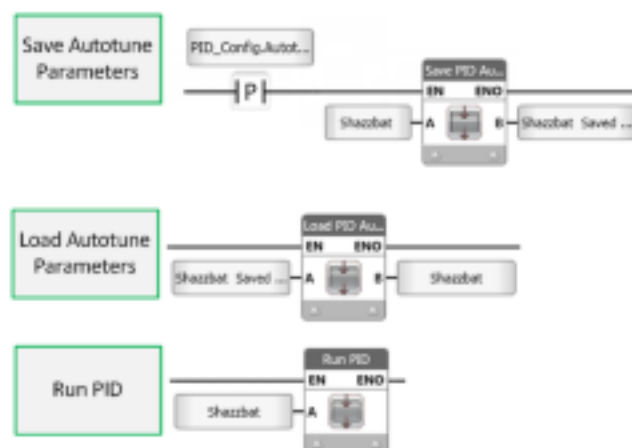


Figura 2.38: Configuración de estructura PID.

configuración se puede cambiar mientras se este ejecutando, asi como eliminar el valor de error con 0 en la función, esta escribe un valor integral del bucle PID en la estructura de configuración PID. PID sobre cálculo integral y Derivativo. Esta configuración un cálculo

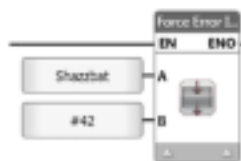


Figura 2.39: Configuración de estructura PID.

distinto en condiciones de deshabilitación como por ejemplo la detección de la máquina en su totalidad, la finalidad de este bloque son los valores de lectura leídos, como metraje, y



velocidad actual, con lo cual regula la tensión y si se arranca varia la velocidad en una rampa de subida paulatina, regulando valores de tensión en el motor del plegador, a su vez variando la velocidad de motor rodillo/plegador, que se encargan de guiar a los otros motores de las tamboras y canoa para aumentar la velocidad, para toda la máquina. El cambio de salida



Figura 2.40: Configuración de estructura PID.

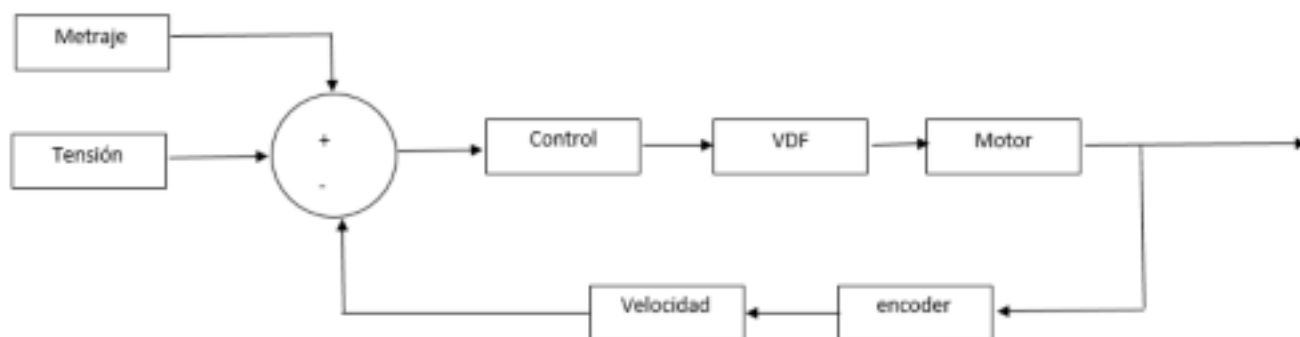


Figura 2.41: Diagrama a bloques del PID.

del motor varia dependiendo del metraje ingresado y la tension del motor, si la tension del motor no estuviera activada, el control del pid no tendria los valores de lectura deseas, el control lee valores de lectura como metraje y tension para por control envia, al vdf y llega al motor, enviando pulsos del encoder y la velocidad del motor, punsdiendo meterlo a valores de referencia, sacndo un punto importante cuando se tiene carga

## 2.16. Diagrama de flujo del programa principal.

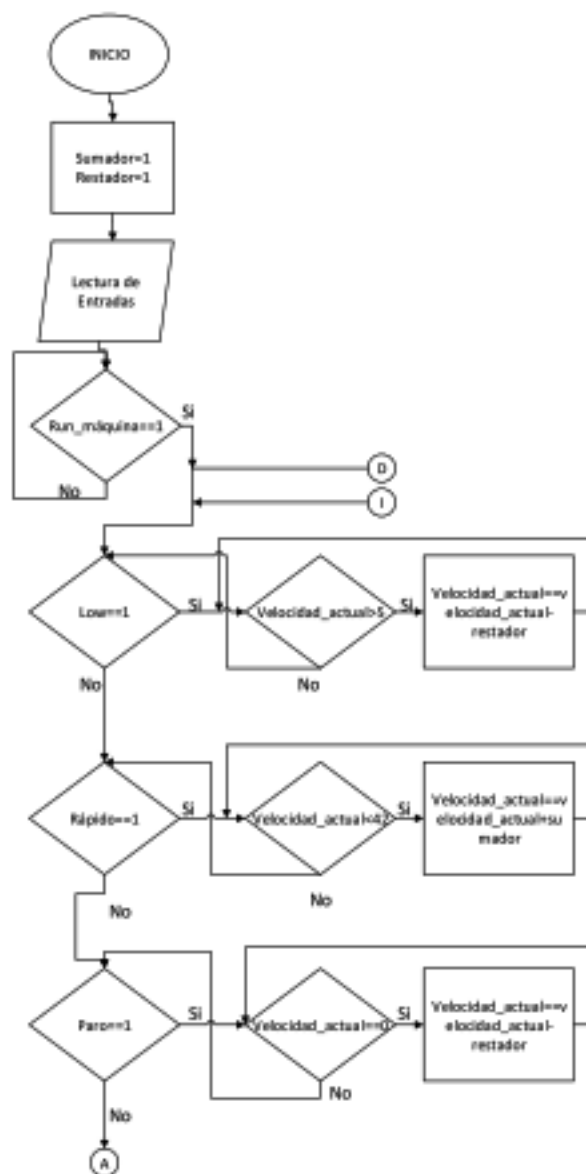


Figura 2.42: Diagrama de flujo 1

En el Figura 2.42 , observamos el comportamiento que tiene el programa desde iniciación de variables, la lectura de entradas, especialmente, la espera de cambio de bit, por ejemplo para low, espera un pulso desde la botonera de control de los operadores y reduce la velocidad a 5m/min como mínima, en rápido, si detecta el pulso, aumenta la velocidad paulatinamente hasta llegar a velocidad maxima de 42m/min, y el botón de paro de máquina cuya función es reducir a 0 la velocidad de la máquina.

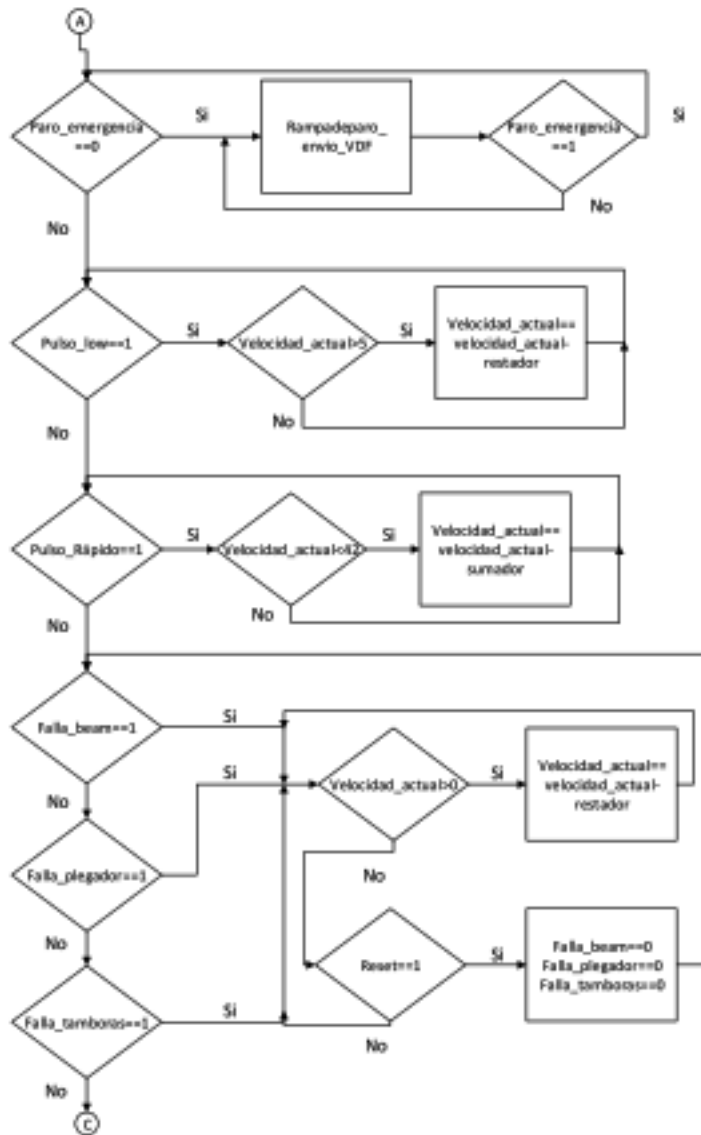


Figura 2.43: Diagrama de flujo 2

En el diagrama Figura 2.43, observamos un paro de emergencia igualado a 0, por que los botones de emergencia se encuentra Normalmente cerrados, este botón de paro envia salidas de rampa de paro hacia los VDF, los siguientes condiciones manejan pulsos de entrada, suman o restan velocidad de la máquina, y al final las fallas que se reciben desde los VDF para llamado de error, resetiando estas condiciones, la máquina vuelve a encender.

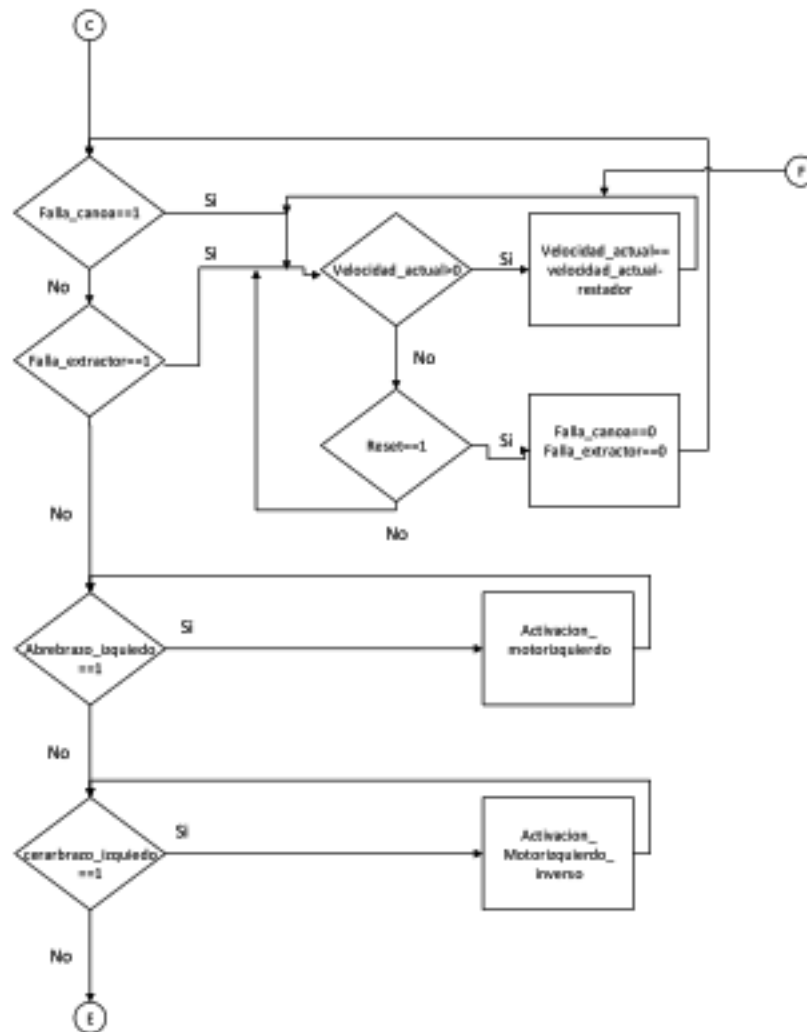


Figura 2.44: Diagrama de flujo 3

En el diagrama Figura 2.44, si se detectan fallas de los VDF marcan un paro de máquina hasta que se resete la máquina, igual en la detección de pulso desde control de botoneras para movimiento de brazo interno izquierdo de cerrar o abrir, teniendo salida de motores hacia guardamotores y contactores de pasos, para activación directa de motores.

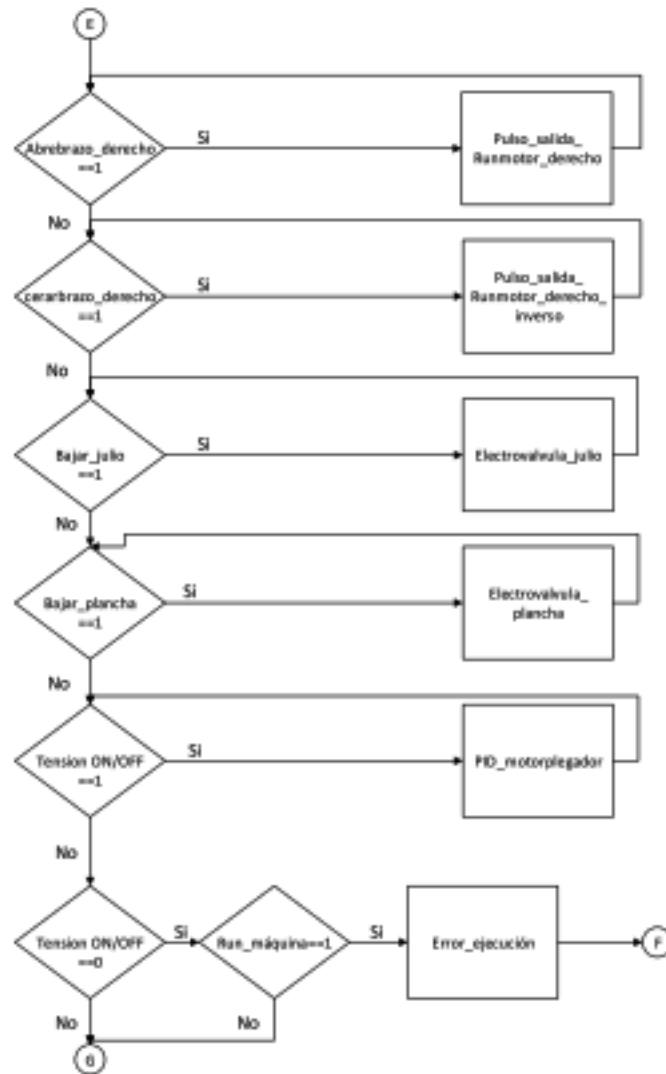


Figura 2.45: Diagrama de flujo 4

En el diagrama Figura 2.45, detección de pulsos para movimiento de brazo interno derecho, e igual en movimientos de salida para electrovalvulas para control de pistol cuya finalidad es solo bajar o subir el plegador, un punto importante del programa es la tensión puesto que se se pone en marcha sin tensión, el motor puede empujar con demasiada fuerza como para romper los hilados, en cambio si se detecta la tención se activa el PID que controla, tanto la velocidad y torque de la máquina.

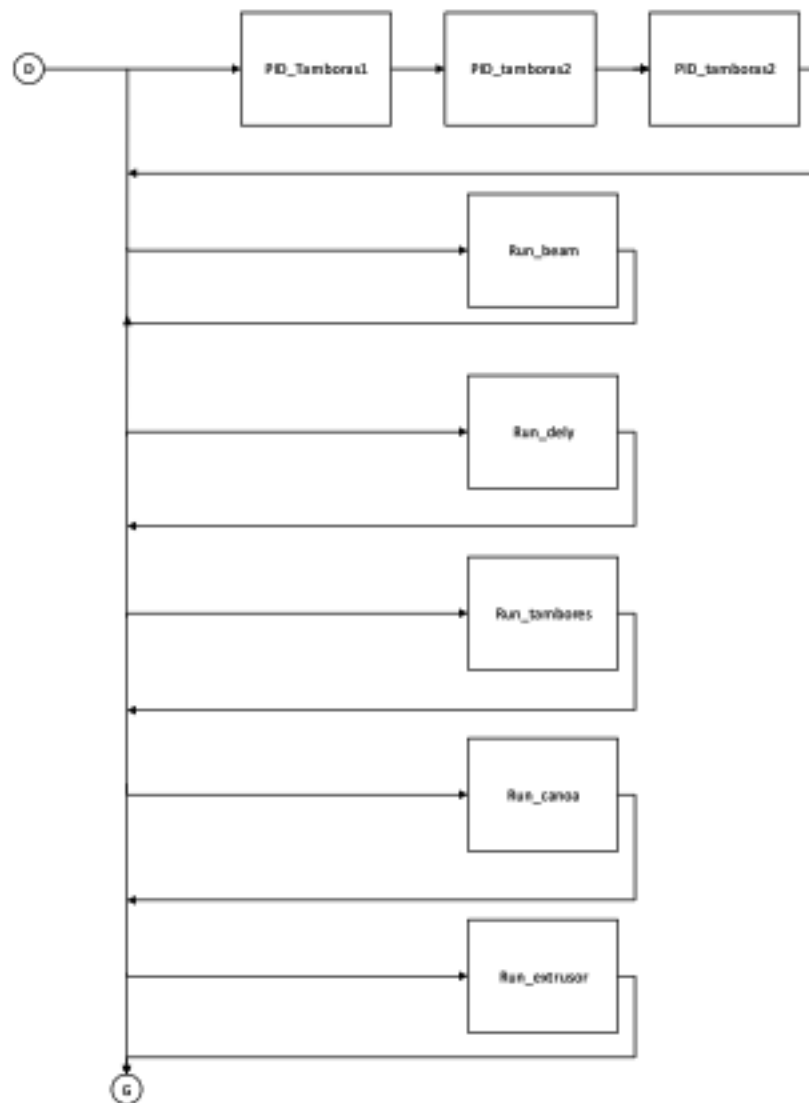


Figura 2.46: Diagrama de flujo 5

En el diagrama Figura 2.46, se activan los motores de la engomadora zell, al igual que los PID para el control de motores.

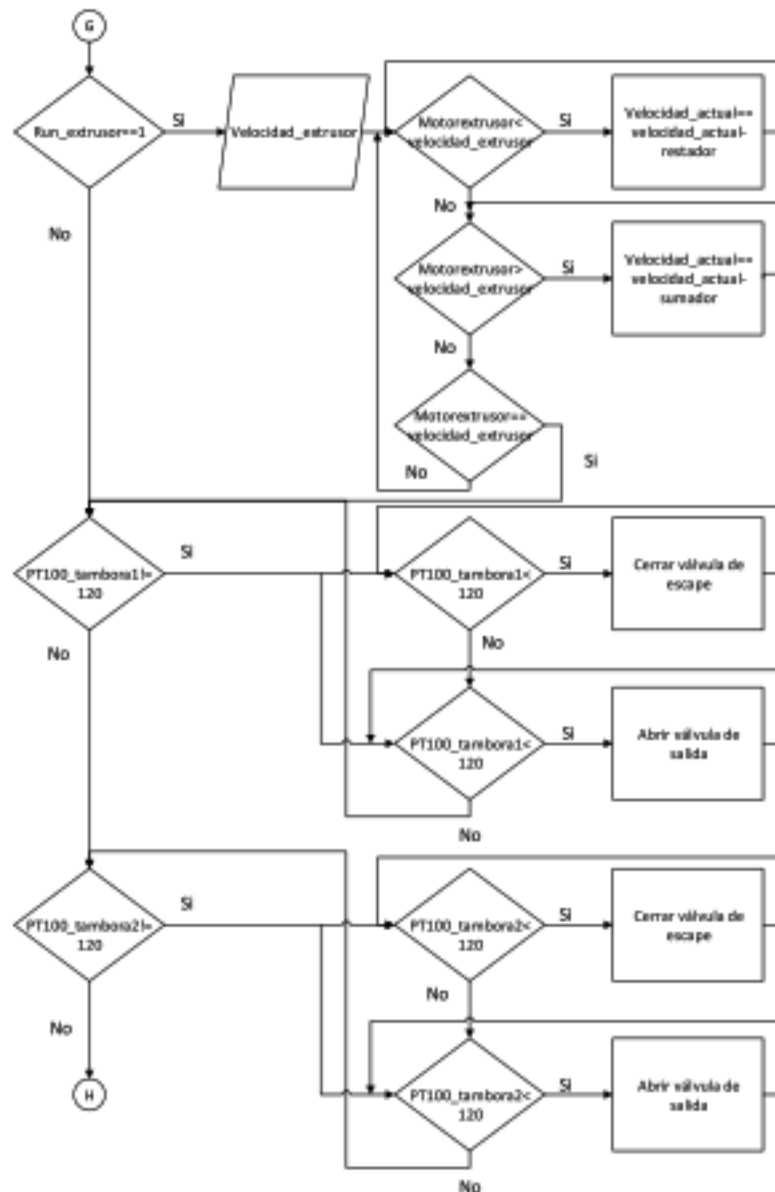


Figura 2.47: Diagrama de flujo 6

En el diagrama Figura 2.47, la condicional de extrusor permite variar la velocidad del mismo siendo la velocidad máxima de 60 hz, también la detección de el comportamiento de los PT100 siendo una base de 120 grados centigrados, para el control de esta temperatura permite el cierre o la abertura de la válvula de escape con la finalidad de controlar la temperatura.

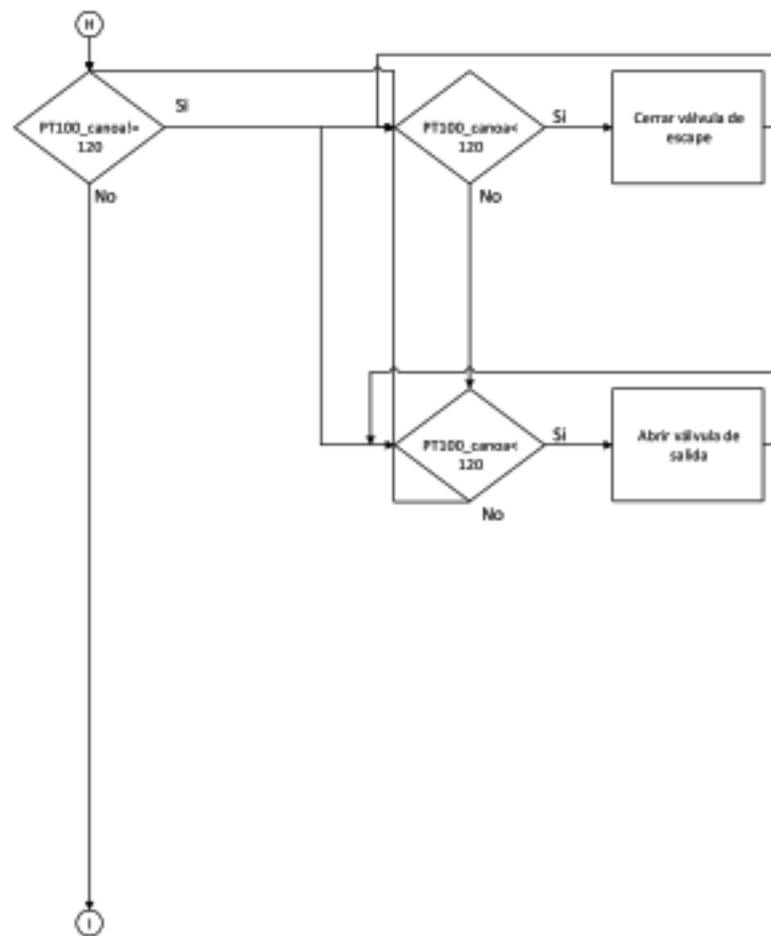


Figura 2.48: Diagrama de flujo 7

En el diagrama Figura 2.48, se controla el nivel de temperatura del PT100 entre los 120 grados centígrados, siendo las condicionales de cerrar y abrir las válvulas de escape.



## 2.17. Interfaz usuario-máquina

La interfaz que se maneja dentro de una máquina zell, tiene el reposito general que el operador se le facilite el control de la máquina, siendo esta la mejor posición, en el área de plegador, se encuentra extendida con un pequeño tuvo que se coloco para el plc como se muestra en la figura 2.49.

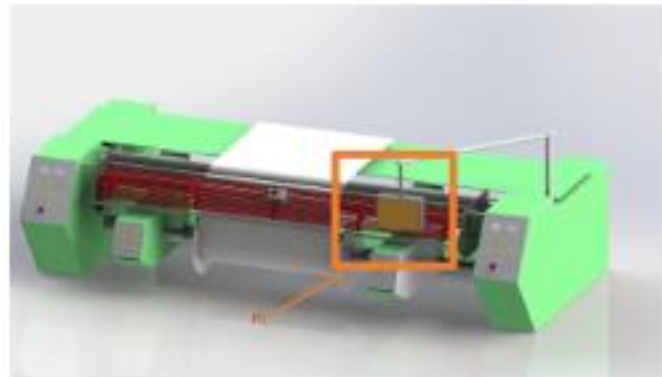


Figura 2.49: Ubicación del PLC.

La interfaz se maneja en diferentes pantallas que representan el estado de la máquina estas son:

- 1.-Pantalla principal y de acceso.
- 2.-Control de velocidad de salida del extrusor.
- 3.-Control de VDF maestro.
- 4.-Estados de fallas y sensores.

### Pantalla principal y de acceso

La figura 2.50 muestra la pantalla principal y de acceso de la máquina zell.



Figura 2.50: Interfaz principal y de acceso.

En la figura 2.51 se muestra las diferentes áreas dentro de la interfaz descritas en la tabla 2.8 y su descripción.



Figura 2.51: Partes de la interfaz.

Número	Parámetros	Descripción de los parametros
1	Configuración del extrusor	Abre otra pantalla para la configuración del extrusor.
2	On/Off	Enciende o apaga a velocidad programada el extrusor.
3	Velocidad del plegador	Activa el estado lento ó rápido la velocidad de la máquina.
4	Velocidad del plegador/objetivo	Muestra la velocidad actual.
5	Velocidad del objetivo	Velocidad a la que se deasea llegar.
6	Estados de los sensores	Abre ventada de estados de sensores.
7	Reset máquina	Resetea valores de máquina .
8	Reset metraje	Resetea valores de metraje.
9	Metraje actual	Contador de metraje actual.
10	Metraje objetivo	Metraje al que se pretende llegar.
11	Tensión/Micro	Estados de variables de tensipon a motor y micro de engomac
12	On/Off máquina	Arranca o para máquina.

Tabla 2.8: áreas de la interfaz.

La tabla 2.8 muestra la diferentes secciones con la que cuenta la pantalla de interfaz de usuario-máquina con la finalidad de mejorar la interacción entre el operador, sus facilidades como por ejemplo poder encender o apagar la máquina desde la pantalla táctil, en figura ?? se muestra las diferentes areas de trabajo como puntos vitales, desde metraje, estados de los sensores y posibles fallas, hasta acciones como reset de parámetros, para motores o inclusive hasta sensores, el objetivo principal de simplificar el control, es para una interaccion entre el operador y la máquina mucho más simple, como por ejemplo el cambio de medición de metraje digitalmente puesto que antes de la automatización este se media manualmente, reduciendo tiempo, también los estados de los sensores primordiales como avisarles si la tensión esta en On/Off con la finalidad de evitar accidentes.

## Control de velocidad de salida del extrusor y plegador



Figura 2.52: áreas de la interfaz del extrusor.



Figura 2.53: áreas de la interfaz del motor principal.

Número	Parámetros	Descripción de los parámetros
1	On/Off extrusor y principal	Enciende/apaga el extrusor ó principal.
2	Reset_VDF3yVDF1	Resetea el variador del motor del extrusor ó del motor principal.
3	Velocidad del motor	Cambia la velocidad del extrusor ó del motor principal manualmente.

Tabla 2.9: áreas de la interfaz.

La figura 2.52 y 2.53 muestran configuraciones individuales de la salida del extrusor y del motor principal ya que la configuración es la misma solo centra en un encendido/apagado, un reset de sus respectivos variadores, y su cambio de velocidades en sus respectivos VDF (veasé tabla 2.9, el motor principal tiene la finalidad de contar con un PID el cual controla del rodillo/plegador que a su vez controla la velocidad de los motores de la canoa y tamboras.

## 2.18. Pantalla de fallas y sensores

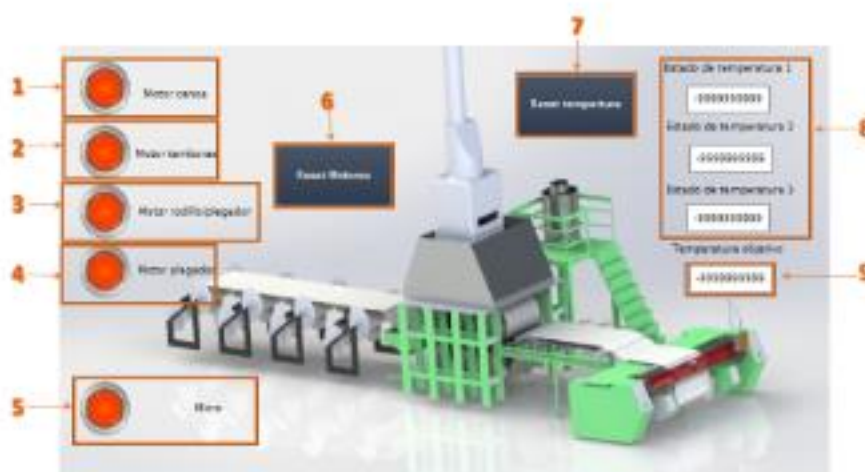


Figura 2.54: Estado de fallas y sensores.

Número	Parametros	Descripción de los parametros
1	Motor canoa	Estado de VDF del motor canoa.
2	Motor tamboras	Estado de VDF del motor de tamboras.
3	Motor rodillo/plegador	Estado de VDF del motor rodillo/plegador.
4	Motor plegador	Estado de VDF del motor plegador.
5	Micro	Estado de llenado de la engomadora.
6	Reset Motores	Reset de todos los VDF.
7	Reset temperaturas	Reset a valores del Pt100 en tamboras.
8	Estado de temperatura	Estados de Pt100 en tamboras.
9	Temperatura objetivo	Temperatura de control para Pt100 variable.

Tabla 2.10: Area de sensores.

La descripción de la tabla 2.10 muestra las áreas de estado de sensor y falla, como estados de los variadores de frecuencia de canoa, tamboras, plegador y del rodillo/plegador con la finalidad de avisar si algún fallo está presente dentro de estos parámetros. El estado del micro por el cual mide el estado del engomado, y sus respectivos reset de los VDF de los motores, también la lectura de los estados del Pt100 dentro de las tamboras para el control de temperaturas, y su objetivo este principalmente puede ser cambiado entre parámetros necesarios para el secado dentro de las tamboras, y finalmente el reset de temperaturas por si se necesitara, un reseteo en la lectura de variables de los Pt100.

## 2.19. Armado y cableado del tablero eléctrico

Un tablero de control o gabinete contiene dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección de alarmas y señalización, con sus cubiertas y soportes, su función principal de un sistema eléctrica. Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición, se instalan por lo general en tableros eléctricos, teniendo una referencia de conexión estos pueden ser:

- 1.-Diagrama unifilar.
- 2.-Diagrama de control.
- 3.-Diagrama de interconexión.

Una de las actividades comúnmente realizadas fue el cableado y la instrumentación en general del tablero de control para el funcionamiento de la máquina zell, como se muestra en la figura 2.55 se aprecia el estado de como se encontro el tablero, como podemos apreciar, esté tablero se encontraba en condiciones poco óptimas para el trabajo. Ventajas de una nueva



Figura 2.55: Tablero inicial.

instrumentación de componentes eléctricos La implementación de un nuevo sistema de control, desde un tablero eléctrico, proporciona ventajas como las siguientes:

- 1.-Cuenta con un nuevo control desde un PLC unitronics.
- 2.-Sus componentes son adecuados, y se redujo el exeso de componentes eléctricos.
- 3.-Se implemento un nuevo sistema, el cual consiste en simplificar al operador el control de la máquina zell.
- 4.- El nuevo sistema para control de motores se realizo con VDF.
- 5.-Identificación inmediatas de componentes.

## Componentes del tablero eléctrico.

En base a los diagramas eléctricos, el tablero fue construido con los materiales mostrados en la tabla 2.11:

Material	Cantidad
Gabineta metálico con platina 1200x800x250mm	1 pza.
Canaleta 40x40mm.	9 m.
Cable de colibre 14 (azul)	20 m.
Cable de uso rudo monofásico de 3 líneas más tierra	20 m.
Cable de calibre 10 (negro)	30 m.
Guía para clemas	50 m.
Transformador de control 750 va primario 460v secundario 110v	1 pza.
Cable de red	7 m.
Clemas	70 pzas.
Interruptor termomagnéticos ABB	6 pzas.
Relevador Finder 24 VCC,8A/250 VAC	2 pzas.
Guardamotores Ms132-Abb de 30,y 60A	3 pzas.
VDF YASKAWA AC DRIVER A1000 de 30hp	1 pza.
VDF YASKAWA VT para 10 hp	1 pza.
VDF YASKAWA V5-h para 5 hp	2 pza.
Contactora de paso 12Amp AC3-30AmpAC1-250V AC/DC	8 pzas.
Módulos de expansión unitronics para entradas digitales y analógicas	2 pzas.
PLC UNITRONICS	1 pza.

Tabla 2.11: Componentes en tablero eléctrico.

## Montaje de componentes

Durante el montaje se realizaron diferentes actividades dirigidas a la implementación e instrumentación de componentes eléctricos.

- 1.-Selección de la mejor distribución de componentes eléctricos.
- 2.-Remoción de cableado y componentes en su totalidad.
- 3.-Selección y anclaje de tablero.
- 4.-instalación de nuevo componentes eléctricos y cableado.

En la figura 2.56 muestra las conexiones del cable hacia los módulos de expansión, también podemos apreciar las conexiones hacia la fuente de poder de 24 volts descrita en la tabla 2.11, así como los relevadores fider cuya función es resetear los VDF y las salidas y entras dentro del modulo de expansión.

Se muestra en la figura 2.56 la salida de los guardamotores hacia los contactore de paso para activación de los motores, al igual que la configuración de los VDF para el control de velocidad, torque, arranque de motor, rampa de bajada y rampa de subida.



Figura 2.56: Tablero sección de fuente y módulos de expansión.



Figura 2.57: Tablero seccion de VDF, guardamotores y contactores de paso.



Figura 2.58: Tablero seccion de VDF.

## Capítulo 3

# Resultados y Conclusión

### 3.1. Resultados

La automatización de la engomadora se realizó de acuerdo a las especificaciones que requería tanto los operadores de la máquina, como el propietario de la máquina, esta comparativa se muestra en la siguiente tabla 3.1, siendo la velocidad inicial con la que se encontro la máquina y velocidad final, después de la automatización

Velocidad Inicial	Velocidad Final
12m/min	42m/min.

Tabla 3.1: Comparativa de velocidades del plegador.

Plegador	Tiempo antes de la reconversión	Tiempo Después de la reconversión
1	120 min.	45 min.
2	240 min.	90 min.
3	360 min.	135 min.
4	480 min.	180 min.
5	600 min.	225 min.
6	720 min.	270 min.
7	840 min.	315 min.
8	960 min.	360 min.
9	1080 min.	405 min.
10	1200 min.	450 min.
11	1320 min.	495 min.
12	1440 min.	540 min.
13	1560 min.	585 min.

Tabla 3.2: Tiempo de producción por plegador.

Estas jornadas de aproximadamente 12 hrs. (720 min.) de trabajo de la máquina engomadora por día se lograban producir aproximadamente 4 plegadores enrollados con aproximadamente 1400 metros de telar de algodón por plegador, contando el tiempo que los operadores tardar para cambiar as filetas una vez terminadas.



Con la nueva actualización de la maquinaria se logró obtener aproximadamente más de 10 plegadores con aproximadamente 1400 metros de telar de algodón por plegador, lo que resulta, un una triplicar la producción(veasé tabla 3.2), la finalidad de este proyecto es aumentar la productividad de la máquina, siendo que de 12 m/min paso hasta 42 m/min casi 3 veces más de la velocidad anterior como se ve en la tabla 3.1.

En comparativa la maquinaria se encontraba en las siguientes condiciones:



Figura 3.1: Estado inicial de la maquinaria zell.



Figura 3.2: Estado inicial de la maquinaria zell.

Esta situación que conlleva la maquinaria vistas en las figuras 3.1 y 3.2, muestran desde el atraso de producción, hasta el mal estado que se encontraban las piezas eléctricas y electrónicas en la máquina, la figuras 3.3 y 3.4 muestran como se logro reducir los componentes y el cambio de aparatos eléctricos/electrónicos para una automatización más estable y funcional.



Figura 3.3: Estado Final de la maquinaria zell.



Figura 3.4: Estado Final de la maquinaria zell.

## 3.2. Conclusión

Siendo este un trabajo de reconversión y automatizado de una máquina zell, las proyecciones sobre el aumento de velocidad y productividad de tela de algodón para la empresa Cima, se realizaron de acuerdo a las especificaciones del dueño, logrando aumentar en gran medida de hasta 42 m/min la velocidad de enrollamiento en plegadores de aproximadamente 1400 mtros, produciendo por día casi el doble de plegadores enrollados con telar de algodón, siendo éste un proyecto donde no se había tenido la oportunidad de incursionar dentro de la industria, se desarrolló y se adquirió nuevas habilidades, pues que se implementó un nuevo sistema de automatización mejorando la producción.

A partir de los resultados podemos concluir que:

- Se logró la implementación de automatización para una engomadora zell.
- Se elevó a doble la producción.
- Se reemplazó todo el material eléctrico de la maquinaria.
- El tiempo de producción por plegador paso de 2hrs a 0.45 hrs.
- Se instrumentó la máquina.

### **3.3. Trabajos futuros**

Incursionar dentro de empresas de giro textil, me permitio adquirir más conocimiento sobre esta industria en particular, ya que reconvenciones y automatizaciones que se desarrollan implican más capital de ingreso tanto para la empresa YNGYMONT, los trabajos futuros tienen una importante demanda en engomadoras de diferentes marcas dentro de la industria, desarrollar, automatizar y instrumentar para estas diferentes engomadoras, puesto que dentro de la industria desarrollar proyectos de este tipo tiene una demanda es bastante grande, en especial para engomadoras zell.

## REFERENCIAS

- Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. Quinta edición. Editorial Prentice Hall. 1998.
- David Cavada Hernandez . autosintonizacion de lazos de control PID en controladores programables .Tesis. Agosto 1998.
- Controlador PID. <http://www.picuiuno.com/es/arduprog/control-pid.html>.
- Williams Antonio Pantoja .Análisis y comparacion de sistemas de control PID y PID difuso en logica reconfigurable . Tesis. Oaxaca, agosto de 2013.
- CEKIT S.A. Curso práctico de electrónica industrial y automatización. Pereira:Alfa omega, 2002, pag.80.
- E.G.M Morant. F. Salt, J., Herrameitnas de modelado para el diseño jerárquico de sistemas de automatización industrial valaencia, España: Departamento de igeniería en Sistemas y Automática.
- CEKIT S.A. Curso práctico de electrónica industrial automatización. Pereira, Alfaomega,2002.



## Anexos

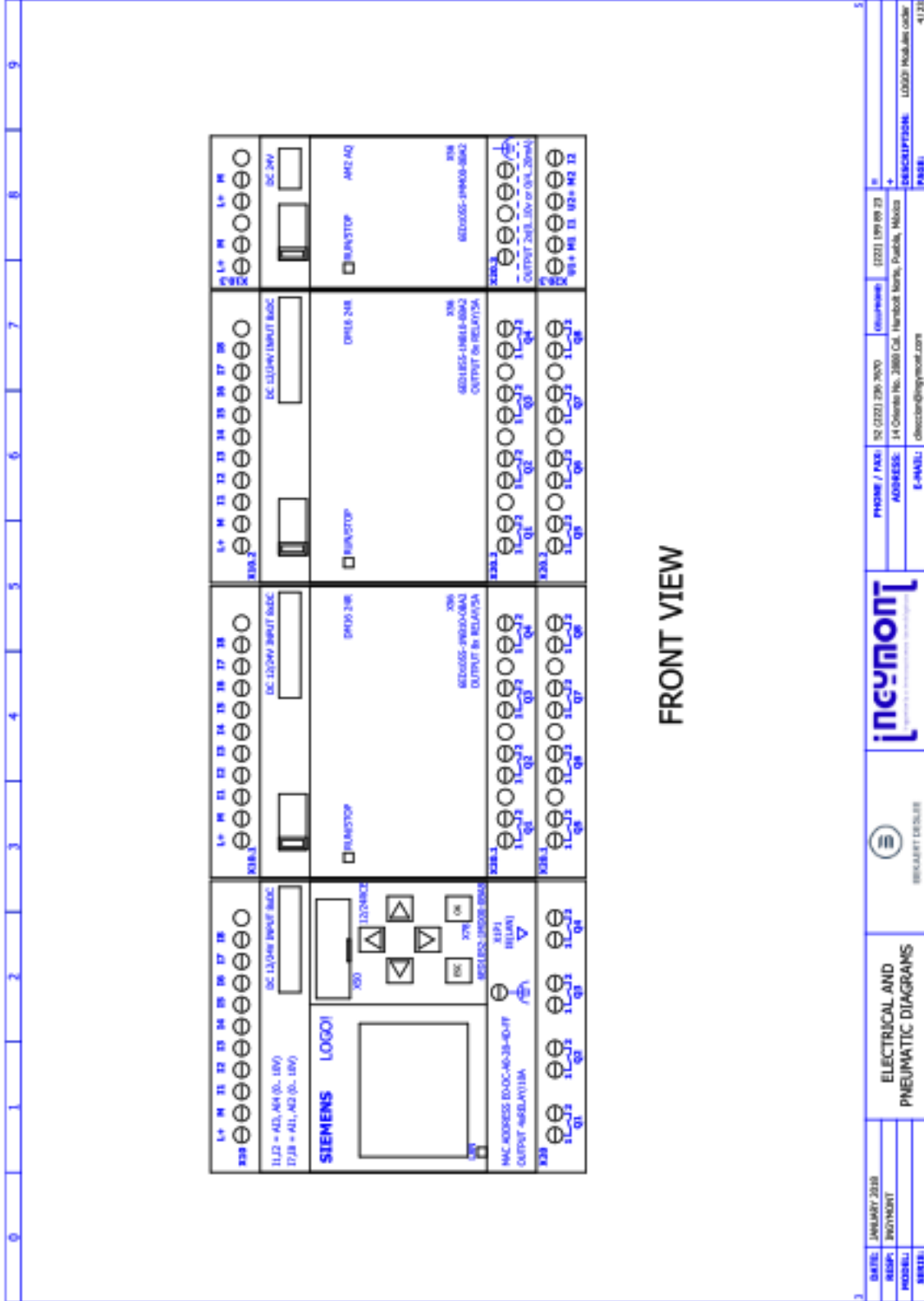
### Tablas de Referencia entre ohm y temperatura para sensor Pt100.

Pt 100 ohms											
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-190	22.78	22.35	21.93	21.50	21.08	20.66	20.23	19.81	19.38	18.96	
-180	27.01	26.59	26.17	25.74	25.32	24.90	24.47	24.05	23.63	23.20	
-170	31.24	30.81	30.39	29.97	29.55	29.13	28.70	28.28	27.86	27.44	
-160	35.45	35.03	34.61	34.19	33.77	33.34	32.92	32.50	32.08	31.66	
-150	39.65	39.23	38.81	38.39	37.97	37.55	37.13	36.71	36.29	35.87	
-140	43.78	43.37	42.96	42.54	42.13	41.72	41.30	40.89	40.48	40.06	
-130	47.90	47.49	47.08	46.67	46.26	45.85	45.43	45.02	44.61	44.20	
-120	52.01	51.60	51.19	50.78	50.37	49.96	49.55	49.14	48.73	48.32	
-110	56.11	55.70	55.29	54.88	54.48	54.07	53.66	53.25	52.84	52.43	
-100	60.20	59.79	59.38	58.98	58.57	58.16	57.75	57.34	56.93	56.52	
-90	64.23	63.83	63.43	63.02	62.62	62.22	61.81	61.41	61.01	60.60	
-80	68.25	67.85	67.45	67.05	66.65	66.25	65.84	65.44	65.04	64.64	
-70	72.26	71.86	71.46	71.06	70.66	70.26	69.86	69.46	69.06	68.66	
-60	76.26	75.86	75.46	75.06	74.67	74.27	73.87	73.47	73.07	72.67	
-50	80.25	79.85	79.45	79.06	78.66	78.26	77.86	77.46	77.06	76.66	
-40	84.22	83.83	83.43	83.03	82.64	82.24	81.84	81.44	81.05	80.65	
-30	88.18	87.79	87.39	87.00	86.60	86.21	85.81	85.41	85.02	84.62	
-20	92.13	91.74	91.35	90.95	90.56	90.16	89.77	89.37	88.98	88.58	
-10	96.07	95.68	95.29	94.89	94.50	94.11	93.71	93.32	92.92	92.53	
0	100.00	99.61	99.22	98.82	98.43	98.04	97.65	97.25	96.86	96.47	
10	103.96	103.57	103.18	102.78	102.39	101.99	101.60	101.20	100.81	100.41	
20	107.79	107.40	107.01	106.62	106.23	105.83	105.44	105.04	104.65	104.25	
30	111.67	111.28	110.88	110.49	110.09	109.70	109.30	108.91	108.51	108.12	
40	115.54	115.15	114.75	114.36	113.96	113.57	113.17	112.78	112.38	111.98	
50	119.40	119.01	118.61	118.22	117.82	117.43	117.03	116.64	116.24	115.85	
60	123.24	122.85	122.45	122.06	121.66	121.27	120.87	120.48	120.08	119.68	
70	127.07	126.68	126.28	125.88	125.49	125.09	124.69	124.30	123.90	123.50	
80	130.89	130.50	130.10	129.71	129.31	128.92	128.52	128.13	127.73	127.33	
90	134.70	134.31	133.91	133.52	133.12	132.73	132.33	131.94	131.54	131.14	
100	138.50	138.11	137.71	137.32	136.92	136.53	136.13	135.74	135.34	134.94	
110	142.29	141.90	141.50	141.11	140.71	140.32	139.92	139.53	139.13	138.73	
120	146.06	145.67	145.27	144.88	144.48	144.09	143.69	143.29	142.90	142.50	
130	149.83	149.44	149.04	148.65	148.25	147.86	147.46	147.07	146.67	146.27	
140	153.58	153.19	152.79	152.40	152.00	151.61	151.21	150.82	150.42	150.02	
150	157.32	156.93	156.53	156.14	155.74	155.35	154.95	154.56	154.16	153.76	
160	161.05	160.66	160.26	159.87	159.47	159.08	158.68	158.28	157.89	157.49	
170	164.76	164.37	163.97	163.58	163.18	162.79	162.39	161.99	161.59	161.19	
180	168.47	168.08	167.68	167.29	166.89	166.49	166.09	165.69	165.29	164.89	
190	172.16	171.77	171.37	170.98	170.58	170.18	169.78	169.38	168.98	168.58	
200	175.84	175.45	175.05	174.66	174.26	173.86	173.46	173.06	172.66	172.26	
210	179.51	179.12	178.72	178.33	177.93	177.53	177.13	176.73	176.33	175.93	
220	183.17	182.78	182.38	181.99	181.59	181.19	180.79	180.39	179.99	179.59	
230	186.82	186.43	186.03	185.64	185.24	184.84	184.44	184.04	183.64	183.24	
240	190.46	190.07	189.67	189.28	188.88	188.48	188.08	187.68	187.28	186.88	
250	194.08	193.69	193.29	192.90	192.50	192.10	191.70	191.30	190.90	190.50	
260	197.69	197.30	196.90	196.51	196.11	195.71	195.31	194.91	194.51	194.11	
270	201.29	200.90	200.50	200.11	199.71	199.31	198.91	198.51	198.11	197.71	
280	204.88	204.49	204.09	203.69	203.29	202.89	202.49	202.09	201.69	201.29	
290	208.46	208.07	207.67	207.27	206.87	206.47	206.07	205.67	205.27	204.87	
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	212.05	212.39	212.74	213.10	213.45	213.81	214.16	214.52	214.88	215.23
310	215.59	215.94	216.29	216.65	217.00	217.36	217.71	218.07	218.42	218.77
320	219.13	219.48	219.84	220.19	220.54	220.90	221.25	221.60	221.96	222.31
330	222.66	223.01	223.37	223.72	224.07	224.42	224.77	225.13	225.48	225.83
340	226.18	226.53	226.88	227.24	227.59	227.94	228.29	228.64	228.99	229.34
350	229.69	230.04	230.39	230.74	231.09	231.44	231.79	232.14	232.49	232.84
360	233.19	233.54	233.89	234.25	234.58	234.93	235.28	235.63	235.98	236.32
370	236.67	237.02	237.37	237.72	238.06	238.41	238.76	239.11	239.45	239.80
380	240.15	240.49	240.84	241.19	241.53	241.88	242.23	242.57	242.92	243.26
390	243.61	243.95	244.30	244.65	244.99	245.34	245.68	246.03	246.37	246.72
400	247.06	247.40	247.75	248.09	248.44	248.78	249.12	249.47	249.81	250.16
410	250.50	250.84	251.19	251.53	251.87	252.21	252.56	252.90	253.24	253.58
420	253.93	254.27	254.61	254.95	255.29	255.64	255.98	256.32	256.66	257.00
430	257.34	257.68	258.02	258.37	258.71	259.05	259.39	259.73	260.07	260.41
440	260.75	261.09	261.43	261.77	262.11	262.45	262.78	263.12	263.46	263.80
450	264.14	264.48	264.82	265.16	265.49	265.83	266.17	266.51	266.85	267.18
460	267.52	267.86	268.20	268.53	268.87	269.21	269.54	269.88	270.22	270.55
470	270.89	271.23	271.56	271.90	272.24	272.57	272.91	273.24	273.58	273.91
480	274.25	274.58	274.92	275.25	275.59	275.92	276.26	276.59	276.93	277.26
490	277.60	277.93	278.26	278.60	278.93	279.26	279.60	279.93	280.26	280.60
500	280.93	281.26	281.60	281.93	282.26	282.59	282.93	283.26	283.59	283.92
510	284.25	284.58	284.92	285.25	285.58	285.91	286.24	286.57	286.90	287.23
520	287.56	287.90	288.23	288.56	288.89	289.22	289.55	289.88	290.21	290.54
530	290.86	291.19	291.52	291.85	292.18	292.51	292.84	293.17	293.50	293.82
540	294.15	294.48	294.81	295.14	295.47	295.79	296.12	296.45	296.78	297.10
550	297.43	297.76	298.08	298.41	298.74	299.07	299.39	299.72	300.04	300.37
560	300.70	301.02	301.35	301.68	302.00	302.33	302.65	302.98	303.30	303.63
570	303.95	304.28	304.60	304.93	305.25	305.58	305.90	306.22	306.55	306.87
580	307.20	307.52	307.84	308.17	308.49	308.81	309.14	309.46	309.78	310.11
590	310.43	310.75	311.07	311.40	311.72	312.04	312.36	312.68	313.01	313.33
600	313.65	313.97	314.29	314.61	314.93	315.26	315.58	315.90	316.22	316.54
610	316.86	317.18	317.50	317.82	318.14	318.46	318.78	319.10	319.41	319.73
620	320.05	320.37	320.69	321.01	321.33	321.65	321.96	322.28	322.60	322.92
630	323.24	323.55	323.87	324.19	324.51	324.82	325.14	325.46	325.78	326.09
640	326.41	326.73	327.04	327.36	327.67	327.99	328.31	328.62	328.94	329.25
650	329.57	329.89	330.20	330.52	330.83	331.15	331.46	331.78	332.09	332.41
660	332.72	333.04	333.35	333.66	333.98	334.29	334.61	334.92	335.23	335.55
670	335.86	336.17	336.49	336.80	337.11	337.43	337.74	338.05	338.36	338.68
680	338.99	339.30	339.61	339.92	340.24	340.55	340.86	341.17	341.48	341.79
690	342.11	342.42	342.73	343.04	343.35	343.66	343.97	344.28	344.59	344.90
700	345.21	345.52	345.83	346.14	346.45	346.76	347.07	347.38	347.68	347.99
710	348.30	348.61	348.92	349.23	349.53	349.84	350.15	350.46	350.77	351.07
720	351.38	351.69	352.00	352.30	352.61	352.92	353.22	353.53	353.84	354.14
730	354.45	354.75	355.06	355.37	355.67	355.98	356.28	356.59	356.89	357.20
740	357.51	357.81	358.12	358.42	358.72	359.03	359.33	359.64	359.94	360.25
750	360.55	360.85	361.16	361.46	361.77	362.07	362.37	362.68	362.98	363.28
760	363.59	363.89	364.19	364.49	364.80	365.10	365.40	365.70	366.01	366.31
770	366.61	366.91	367.21	367.51	367.81	368.12	368.42	368.72	369.02	369.32
780	369.62	369.92	370.22	370.52	370.82	371.12	371.42	371.72	372.02	372.32
790	372.62	372.92	373.22	373.52	373.82	374.12	374.42	374.71	375.01	375.31
800	375.61	375.91	376.21	376.50	376.80	377.10	377.40	377.70	377.99	378.29

Anexo diagramas de conexión.

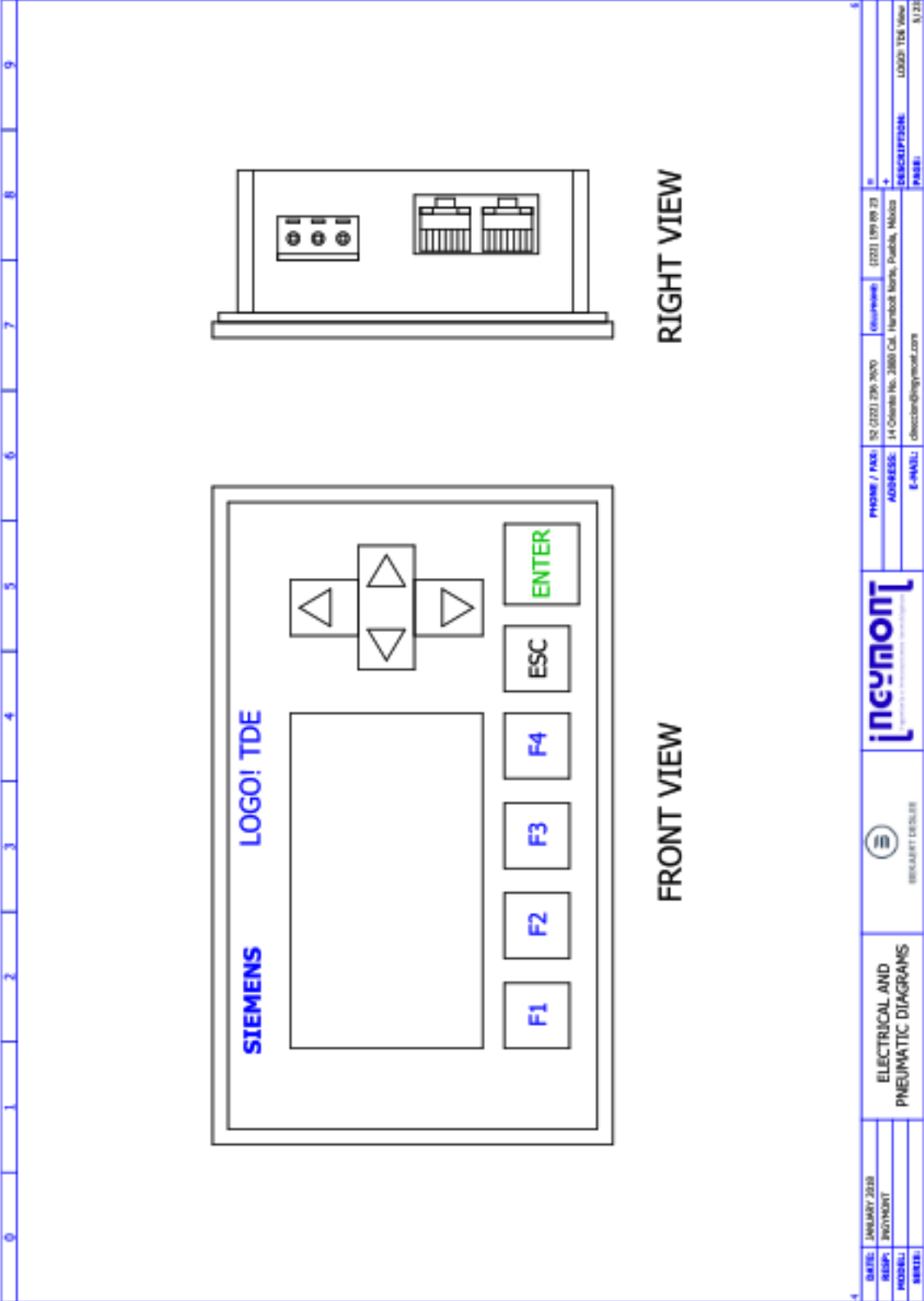
 <b>BEKAERT DESLEE</b>		<b>BEKAERT DESLEE</b>	
<b>ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS</b>			
DATE: JANUARY 2018		POWER SUPPLY: 440 VAC	
		FREQUENCY: 60 Hz	
		CONTROL SUPPLY: 24 VDC	
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS			
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS		ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS	
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS		ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS	

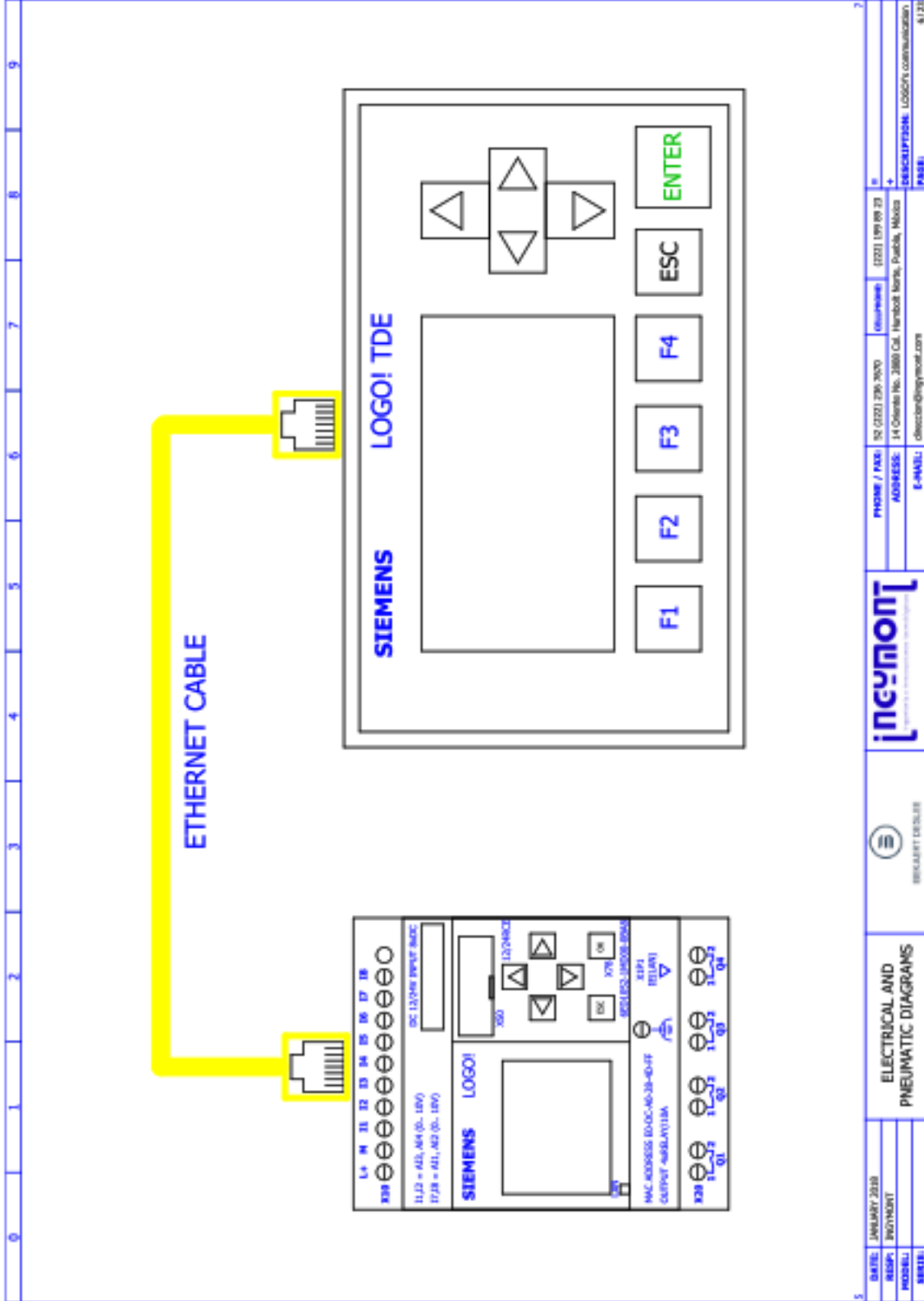


FRONT VIEW

DATE:	JANUARY 2010	PHONE / FAX:	52 (202) 290-7070	CUSTOMER:	(202) 599-9973
RESP:	INGENYNT	ADDRESS:	14 Conover No. 2880 Cal. Hancock Park, Puhalla, Mexico		
MODEL:		E-MAIL:	obscure@ingenymont.com	DESCRIPTION:	LOGO! Module rack
SHEET:				PAGE:	4/12







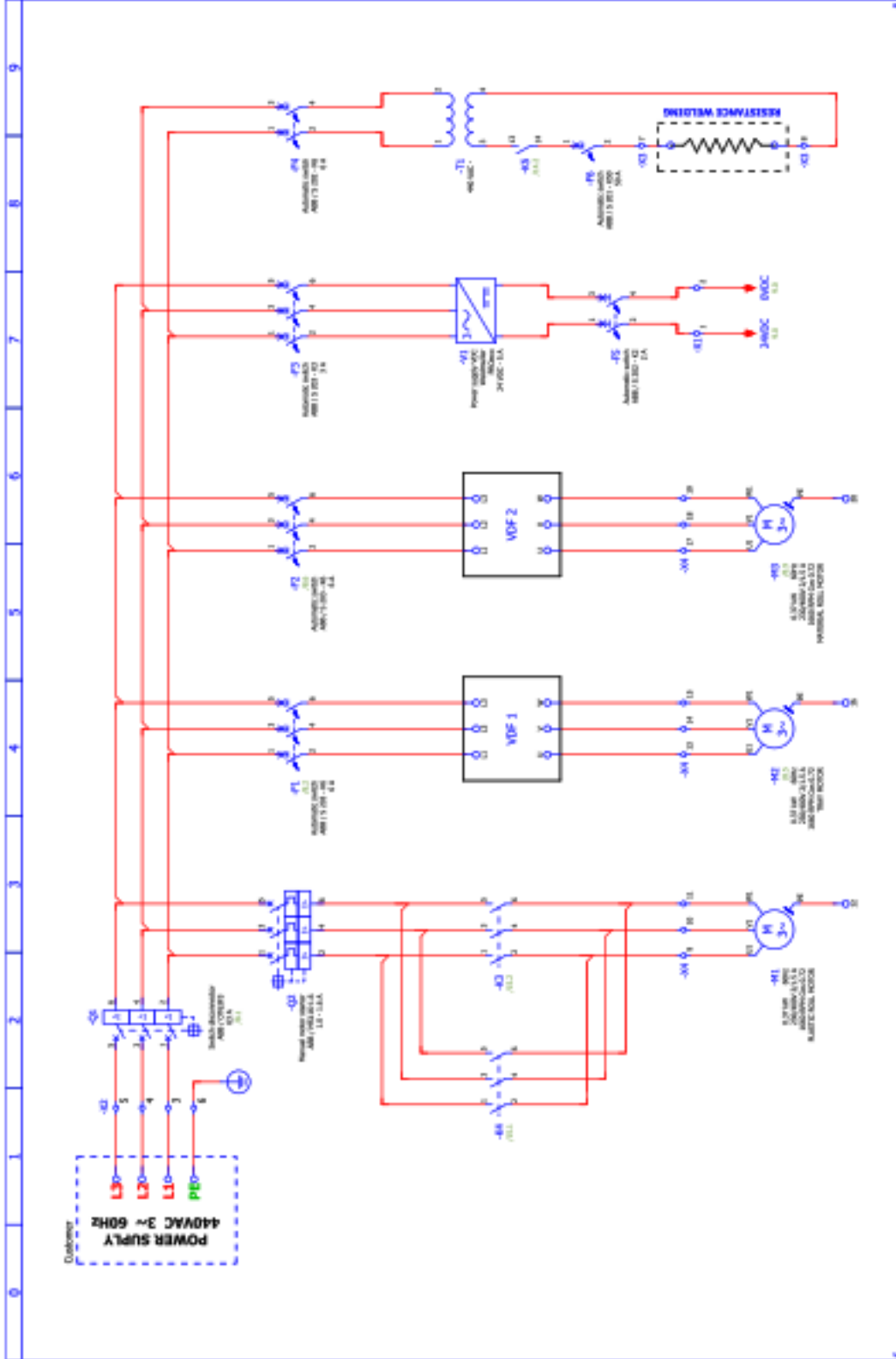
DATE:	JANUARY 2010		PHONE / FAX:	52 (521) 290-7070	CUSTOMER:	(221) 159 89 23
RESP:	INGENIUM		ADDRESS:	14 Coahuila No. 2880 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico	DESIGNER:	LOGO! COMMUNICATION
MODEL:		INGENIUM	E-MAIL:	obses@ingemont.com		
REVISION:		INGENIUM				

ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS

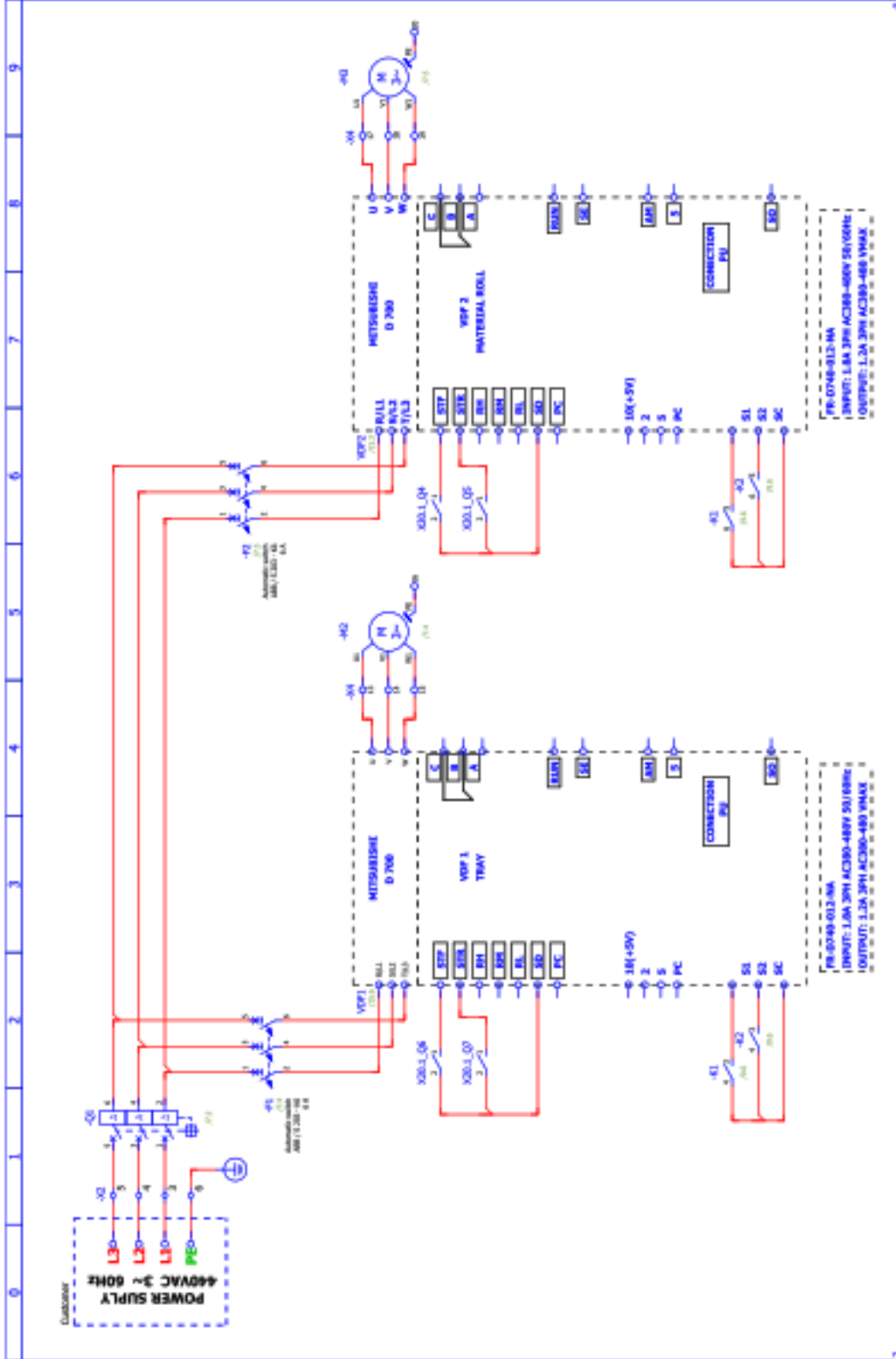
INGENIUM

INGENIUM

1/23



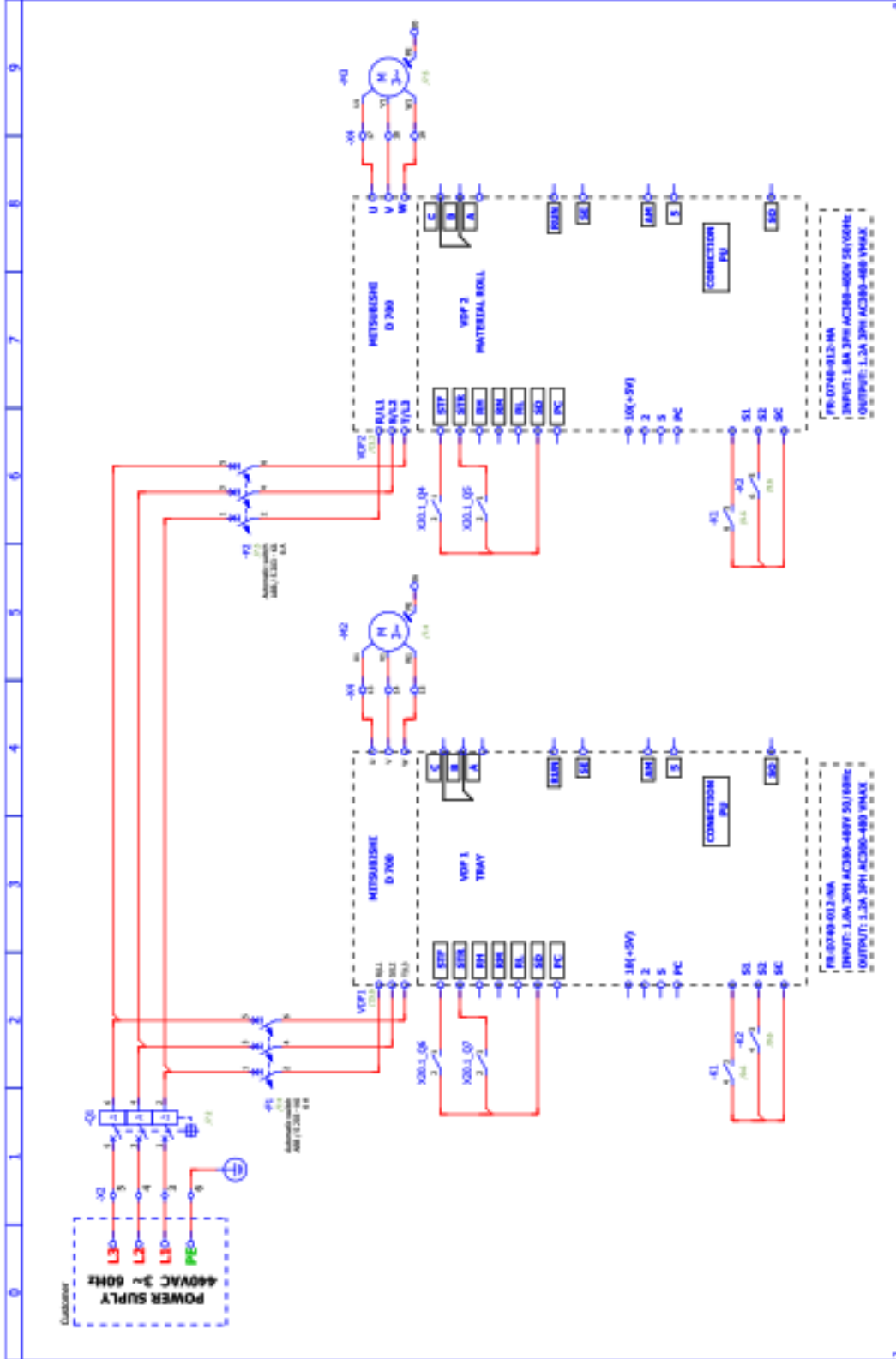
DATE:	JANUARY 2010	PROJECT:	RESPIRATORY
DESIGNER:	INGENOMT	CLIENT:	INGENOMT
REVISION:		ADDRESS:	14 Grande No. 2880 Col. Harbord Norte, Puebla, Mexico
SCALE:		E-MAIL:	obscuro@ingenomt.com
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS		INGENOMT DESIGN	
		PHONE / FAX:	52 (502) 290-7070
		CUSTOMER:	2021 1591 00 23
		DESCRIPTION:	Power Diagram
		PAGE:	7/12



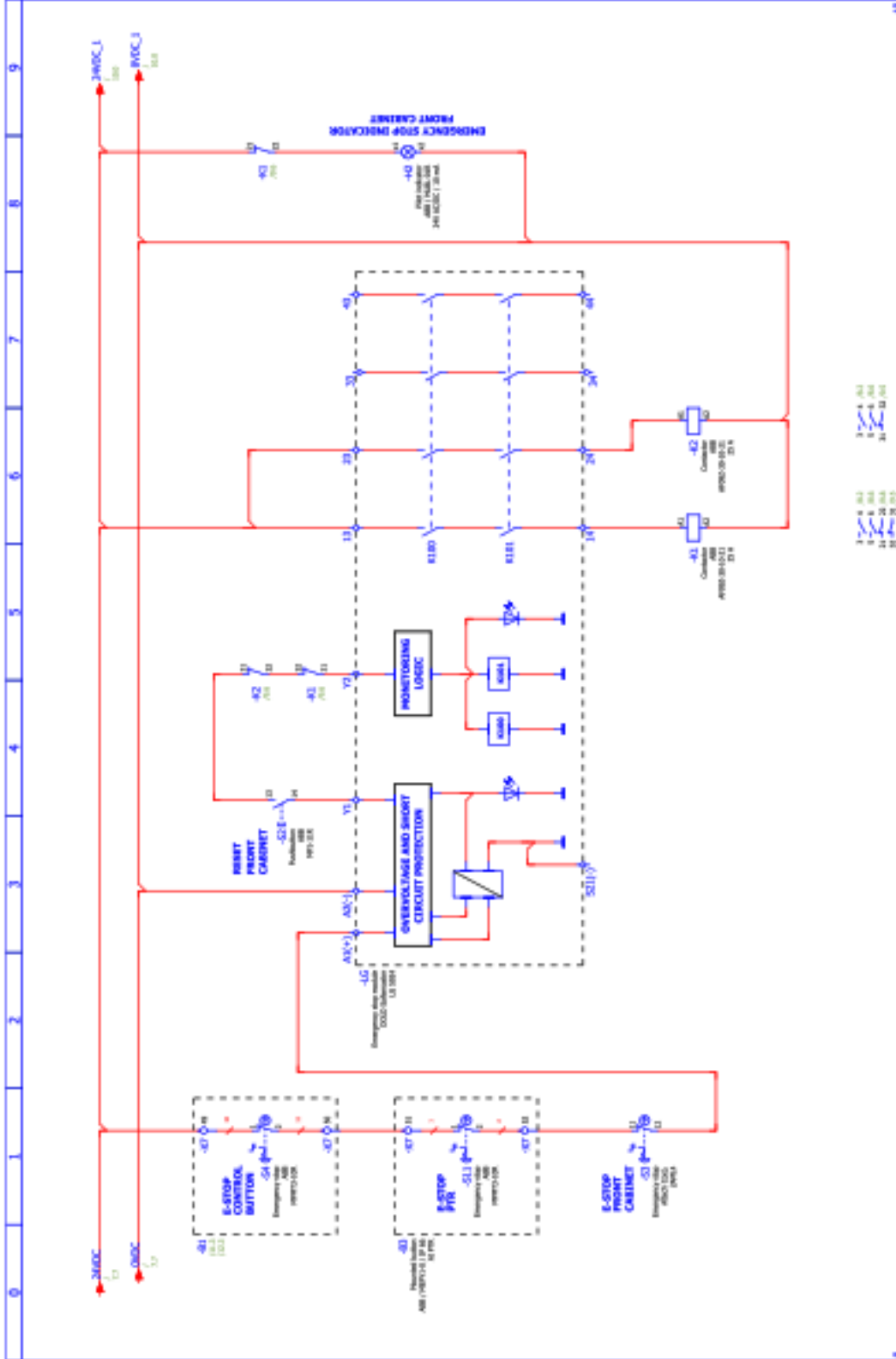
DATE: JANUARY 2010	PHONE / FAX: 52 (221) 290 7070	COMMISSION: (221) 579 69 23	10
RESP: INYOMINT	ADDRESS: 14 Grande No. 2880 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico	DESCRIPTION: VPF's power & control	11
MODEL:	E-MAIL: obscc@inyomint.com	FIGURE:	12
REVISION:			13



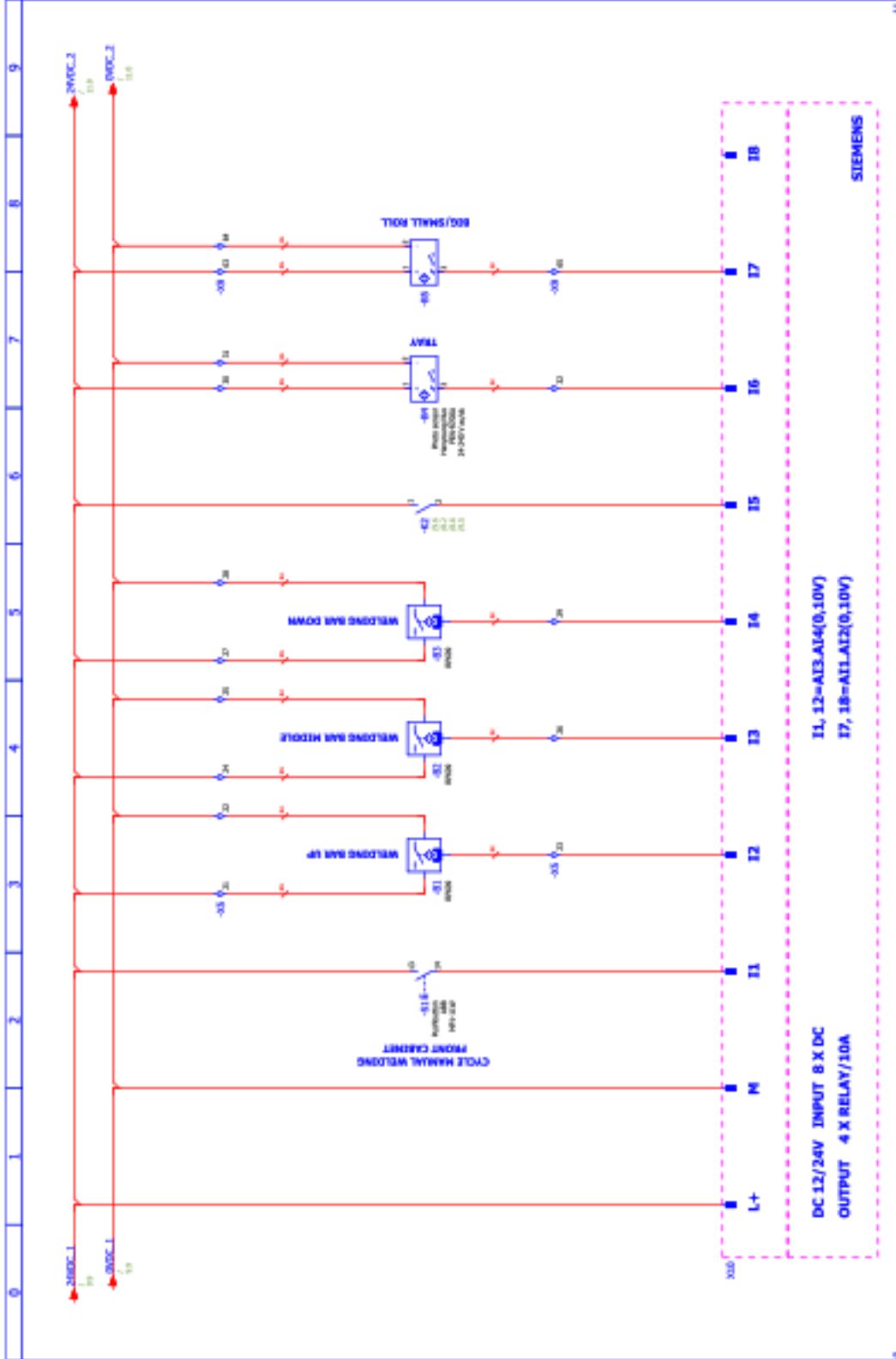
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS



DATE: JANUARY 2010	PROJECT: PROYECTO	PHASE: 14	DESCRIPTION: VDP's power & control
REVISION:	REVISION:	REVISION:	REVISION:
DESIGNED BY:	DESIGNED BY:	DESIGNED BY:	DESIGNED BY:
CHECKED BY:	CHECKED BY:	CHECKED BY:	CHECKED BY:
APPROVED BY:	APPROVED BY:	APPROVED BY:	APPROVED BY:
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS		INGENOMT DESIGNEE	
PHONE / FAX: 52 (221) 290 7070	ADDRESS: 14 Calle No. 2880 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico	EMAIL: obscc@ingenomt.com	WEBSITE: ingenomt.com
PE-0748-012-NA INPUT: 1.6A 3PH AC380-480V 50/60Hz OUTPUT: 1.2A 3PH AC380-480 VMAX		PE-0748-012-NA INPUT: 1.6A 3PH AC380-480V 50/60Hz OUTPUT: 1.2A 3PH AC380-480 VMAX	



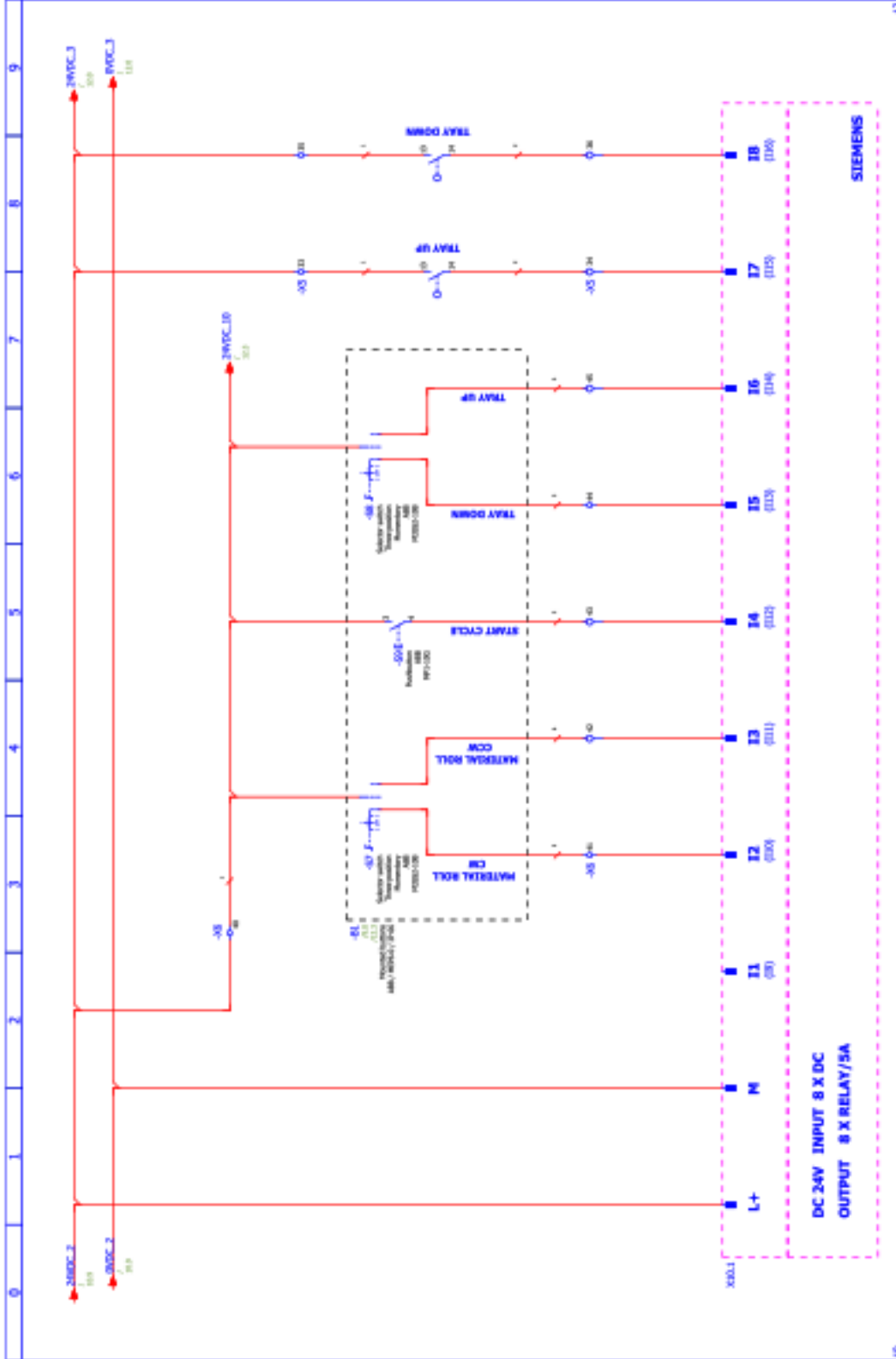
DATE:	JANUARY 2010	PROJECT:	14 Grande No. 2880 Cal. Harbor View, Pacific, Mexico
RESP:	INGENIUM	DESCRIPTION:	Emergency stop system
DESIGNER:		E-MAIL:	describer@ingenium.com
DATE:	JANUARY 2010	PROJECT:	14 Grande No. 2880 Cal. Harbor View, Pacific, Mexico
RESP:	INGENIUM	DESCRIPTION:	Emergency stop system
DESIGNER:		E-MAIL:	describer@ingenium.com



DATE:	JANUARY 2010	PHONE / FAX:	52 (52) 290 7070	Customer:	(52) 599 89 23
RESP:	INGENIUM	ADDRESS:	14 Calle No. 2880 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico	DESKTOP:	DESKTOP123456
MODEL:		E-MAIL:	obscian@ingenium.com	PAGE:	18/22
REVISE:					

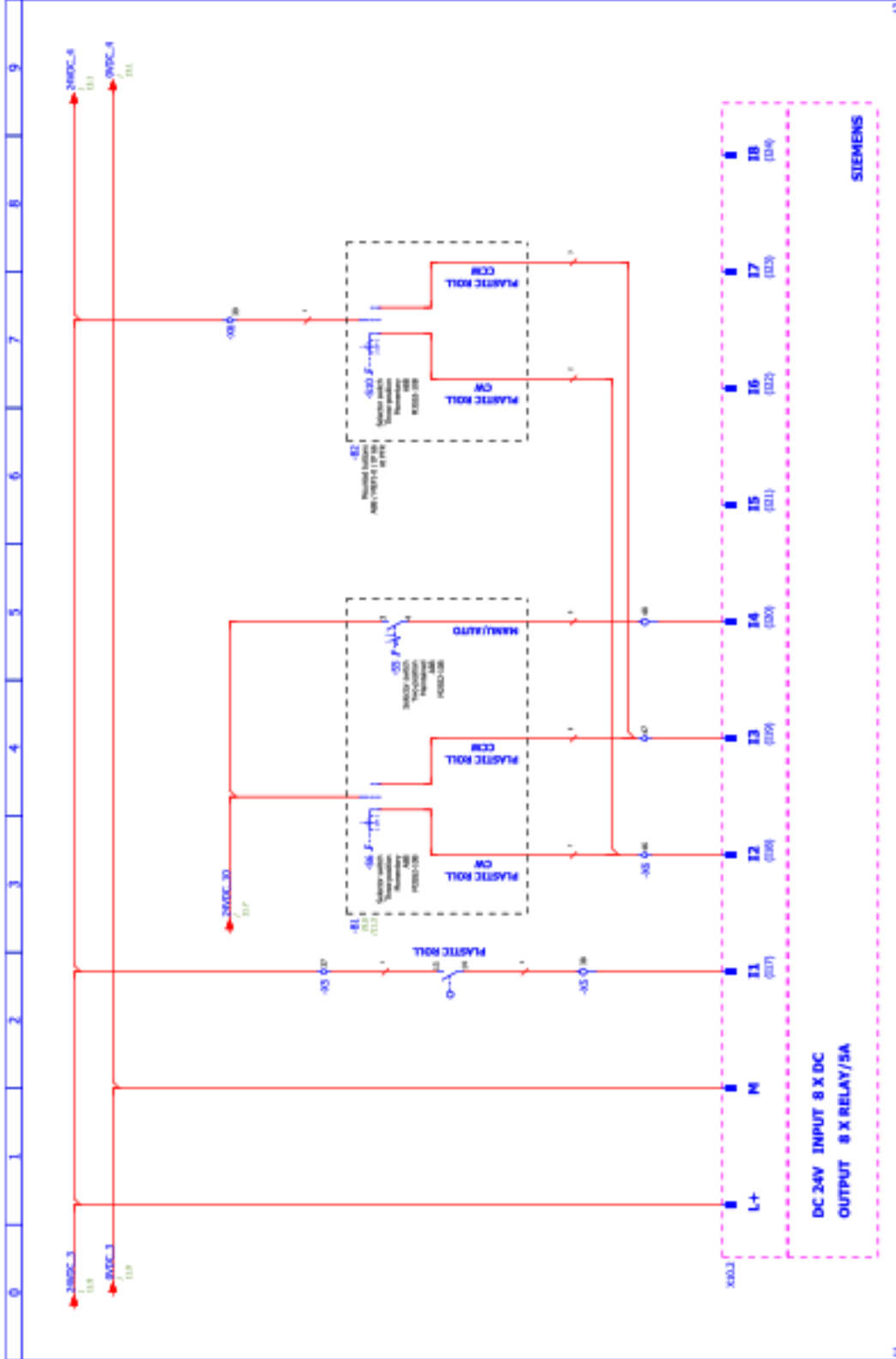


ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS

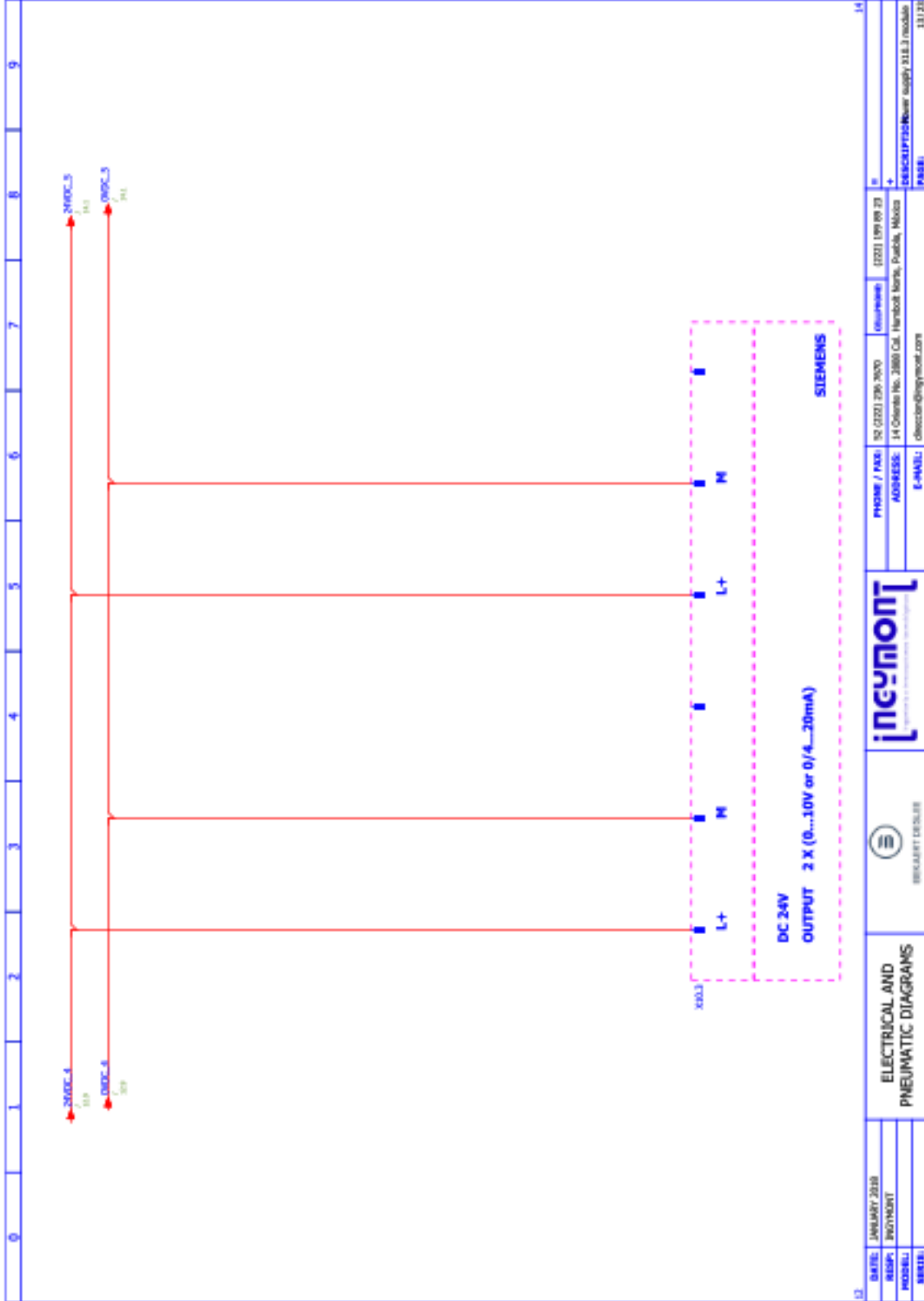


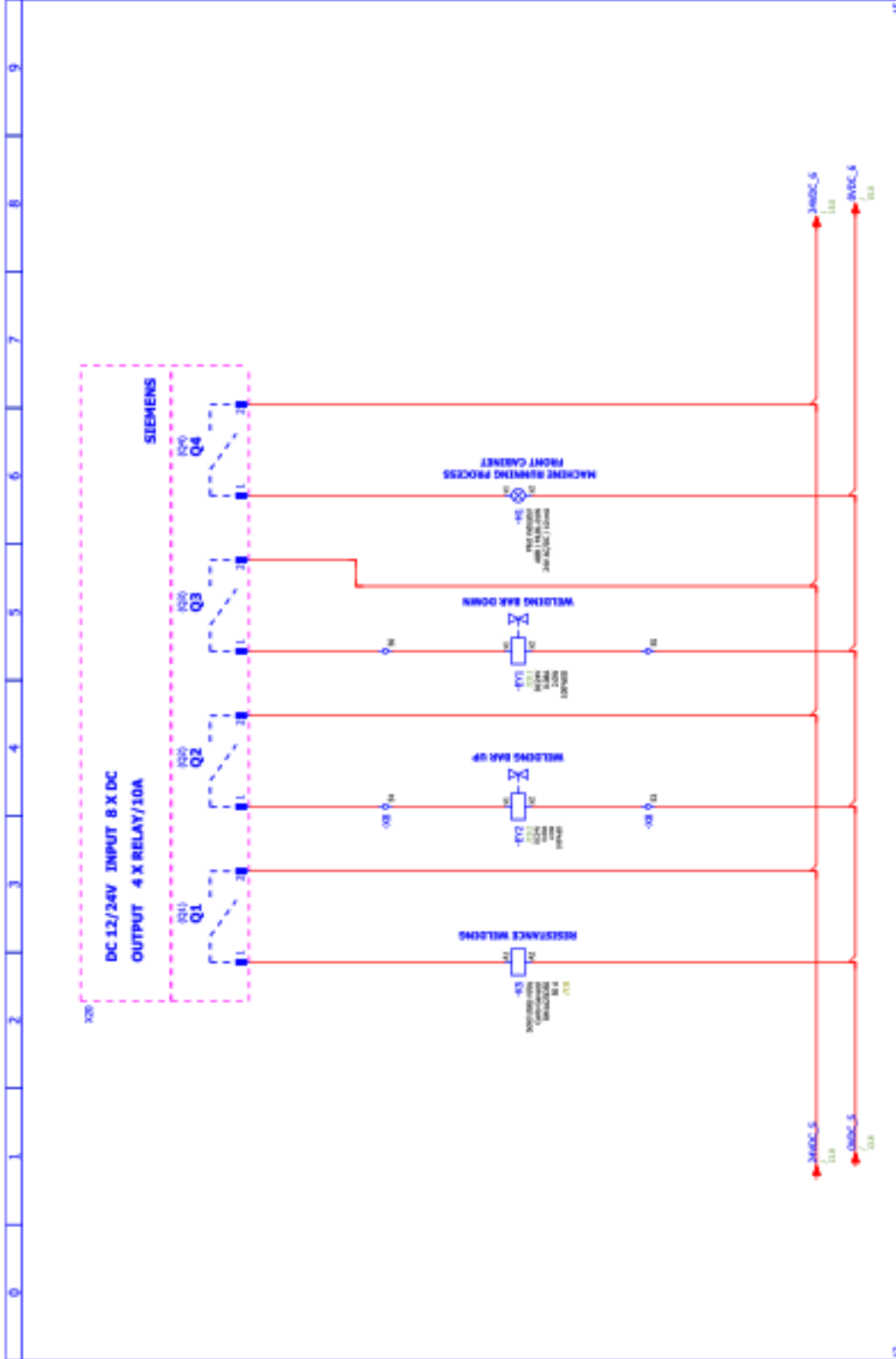
DATE:	JANUARY 2010	PHONE / FAX:	52 (202) 290-7070	DESCRIPTION:	14
RESP:	INGENYONT	ADDRESS:	14 Concha No. 2880 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico	SIEMENS	12
MODEL:		E-MAIL:	obscian@ingenyont.com		
REVISION:					11/12





DATE:	JANUARY 2010	PHONE / FAX:	52 (521) 290-7070	COMMENTS:	(22) 159 89 23
RESP:	INGENYENT	ADDRESS:	14 Coahuila No. 2880 Col. Humboldt Norte, Puebla, Mexico		
MODEL:		E-MAIL:	obscian@ingenyent.com	DESCRIPTION:	Equip. B3L2
REVISION:				PAGE:	12/12

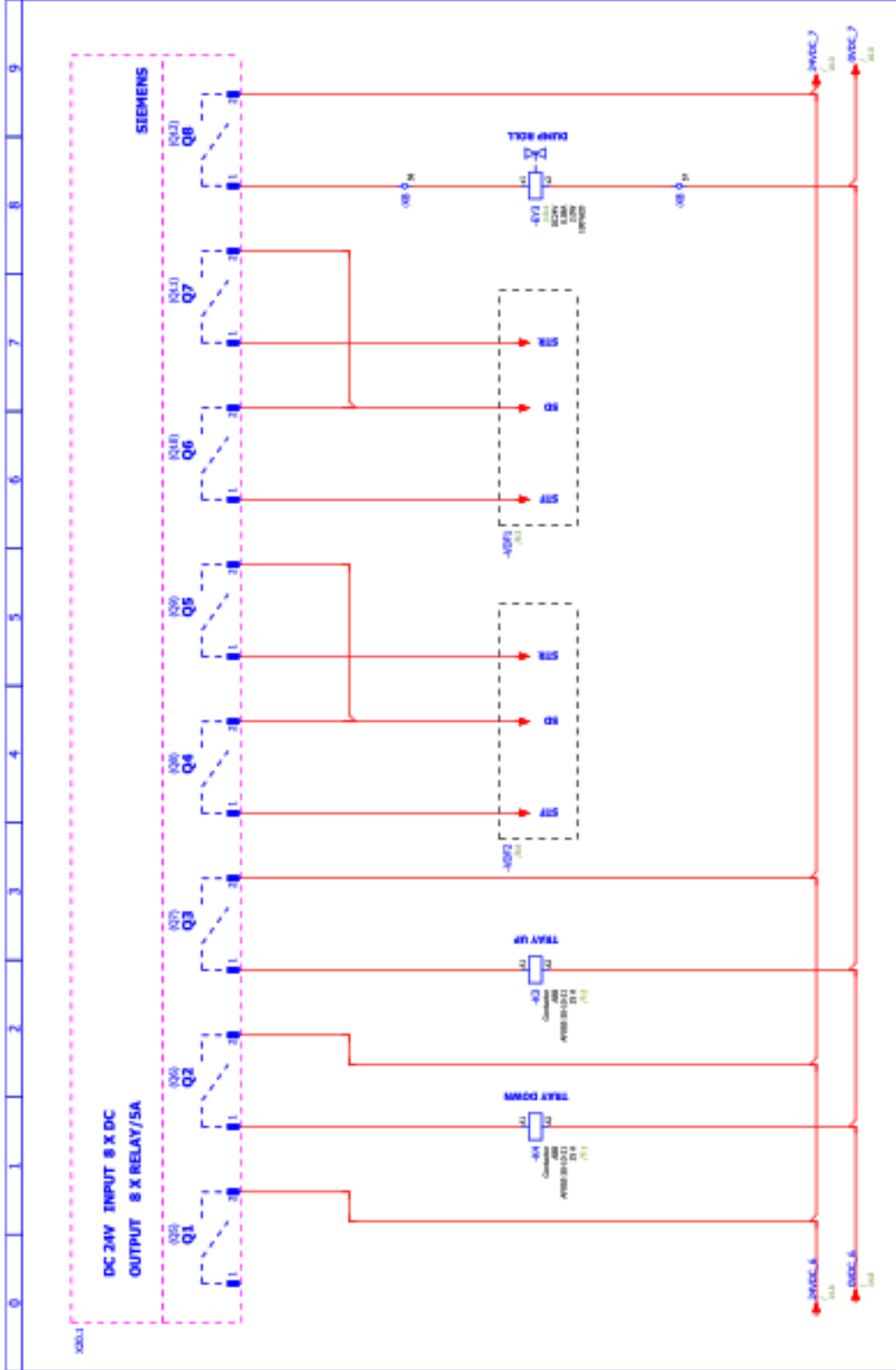




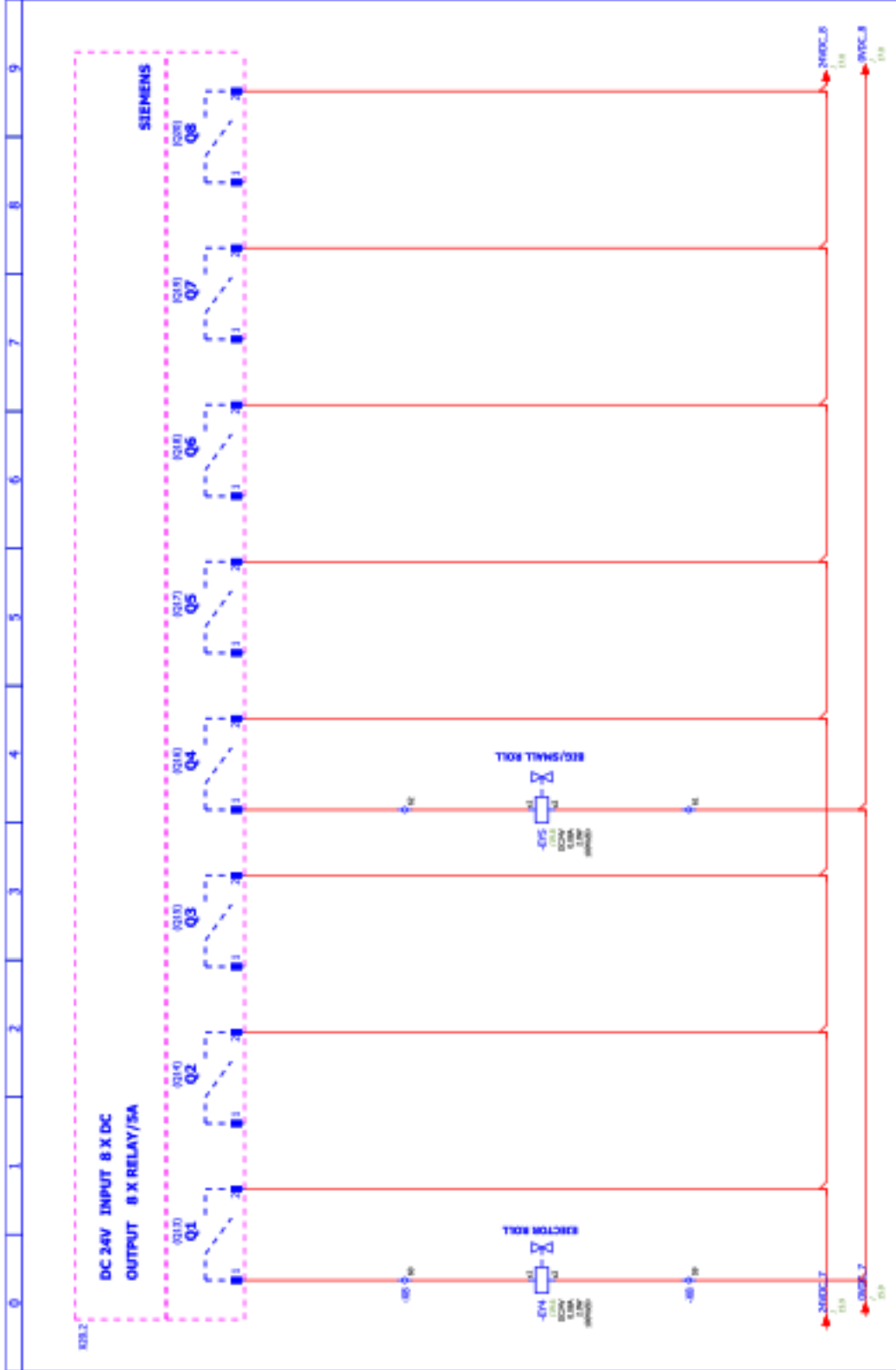
DATE:	JANUARY 2010	PHONE / FAX:	52 (52) 290 7070	COMPANY:	(52) 599 89 23
RESP:	INGENIUM	ADDRESS:	14 Calle No. 2880 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico	DESCRIPTION:	Output 001
REVISION:		E-MAIL:	obscure@ingenium.com	DATE:	14/12



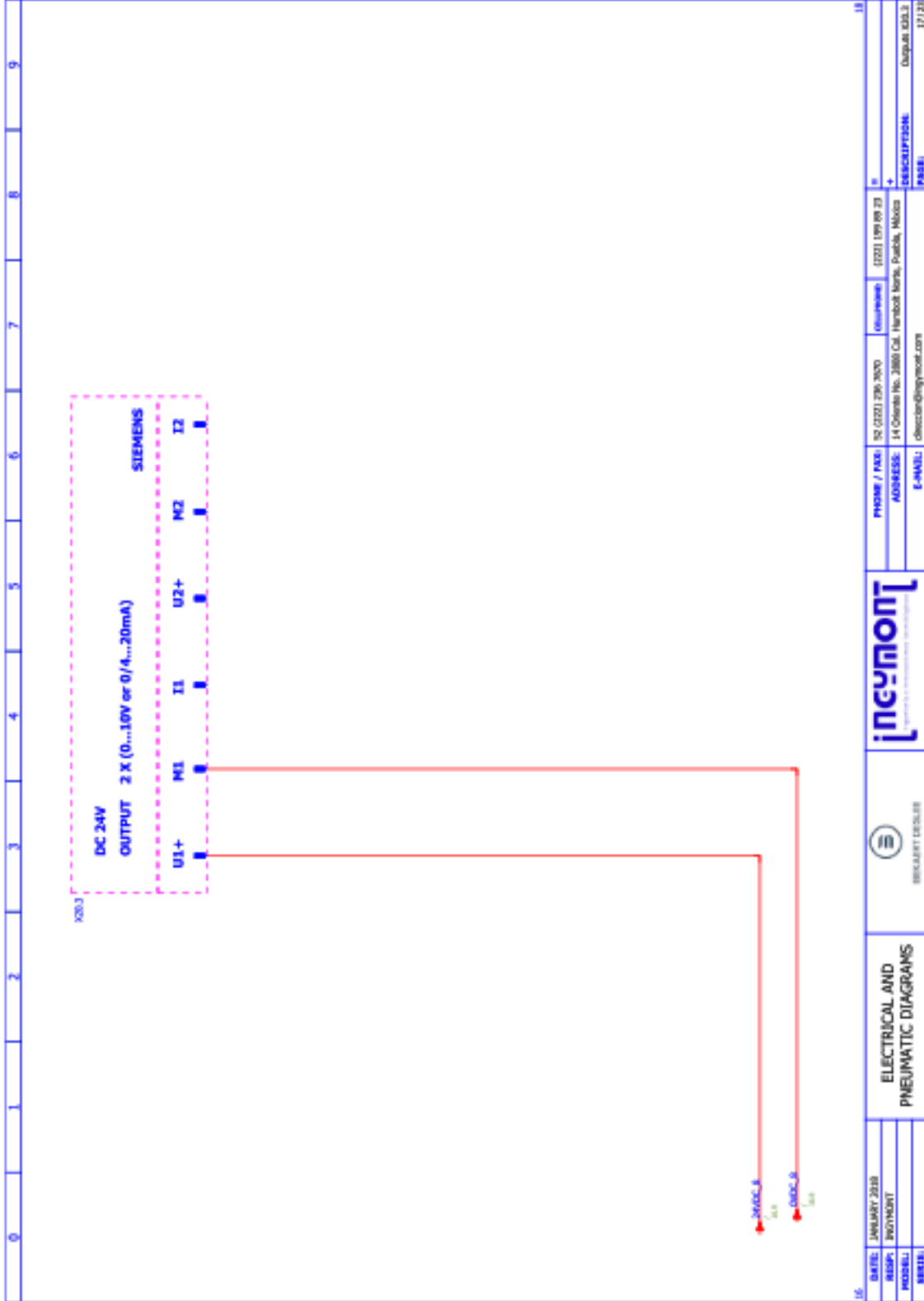
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS



14	15
DATE: JANUARY 2010	PROJECT: [2201] 159109 23
RESP: [PROJECT]	DESIGNER: [PROJECT]
MODEL: [PROJECT]	DESCRIPTION: [PROJECT]
REVISION: [PROJECT]	DATE: [PROJECT]
 INGENOMAT	
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS	
REGALART DESIGNS	
PHONE / FAX: [PROJECT] 290 7070    COLUMBIA: [2201] 159109 23 ADDRESS: 14 Grande No. 2880 Col. Harbord Norte, Puebla, Mexico    DESCRIPTION: [PROJECT] E-MAIL: obsecand@ingenomat.com    PAGE: [PROJECT] 10/23	



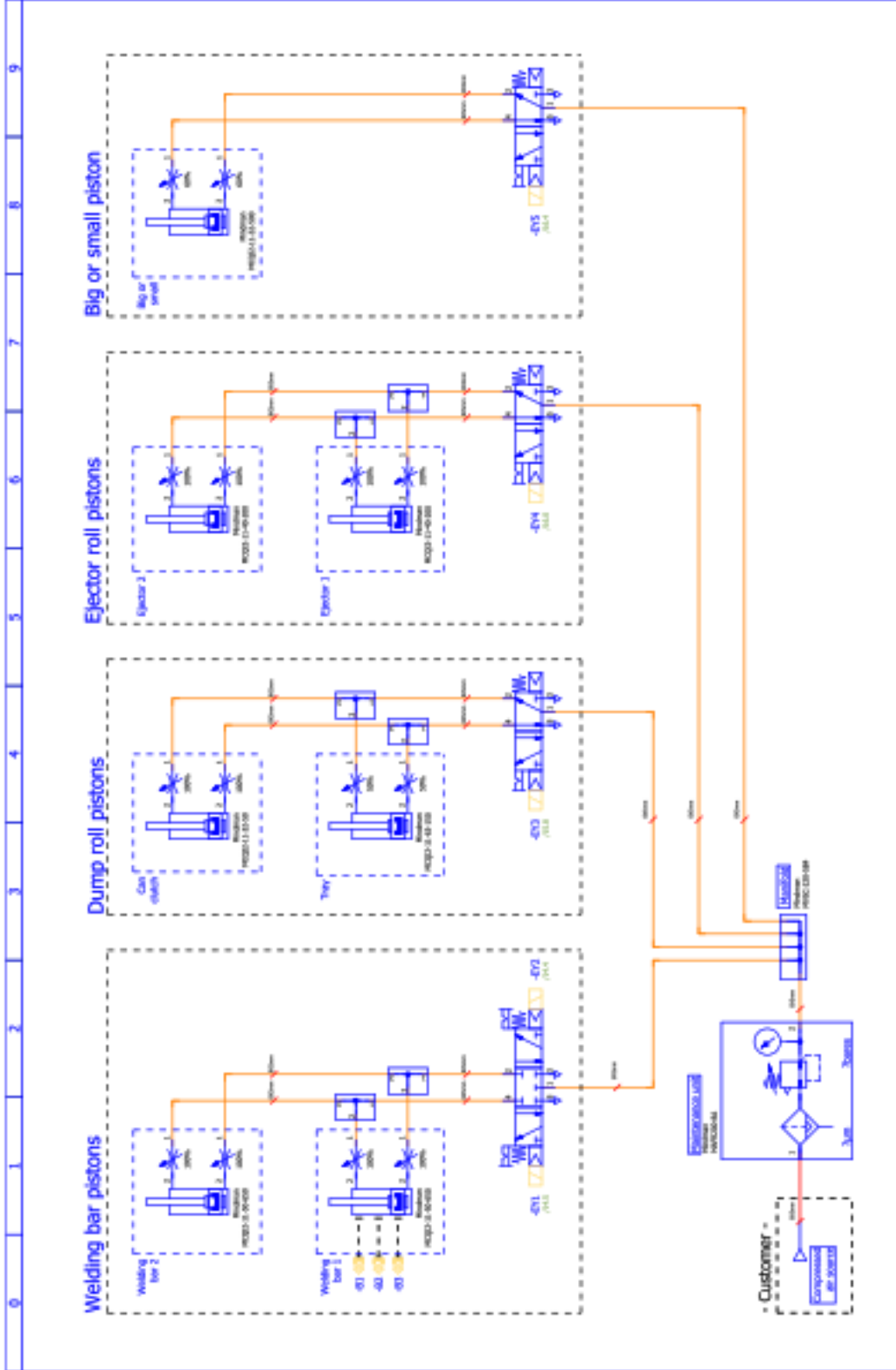
DATE: JANUARY 2010		PHONE / FAX: 52 (22) 290 2670		COURTESY: (22) 159 69 23		12	
RESP: INYEMONT		ADDRESS: 14 Grande No. 2880 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico		DESCRIPTION: Duplicar S03.2			
MODEL: 83818		E-MAIL: obscc@inyemont.com		PAGE: 10/23			
 INYEMONT				 INGENIERIA DESARROLLO			
ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS				REVISIONS			



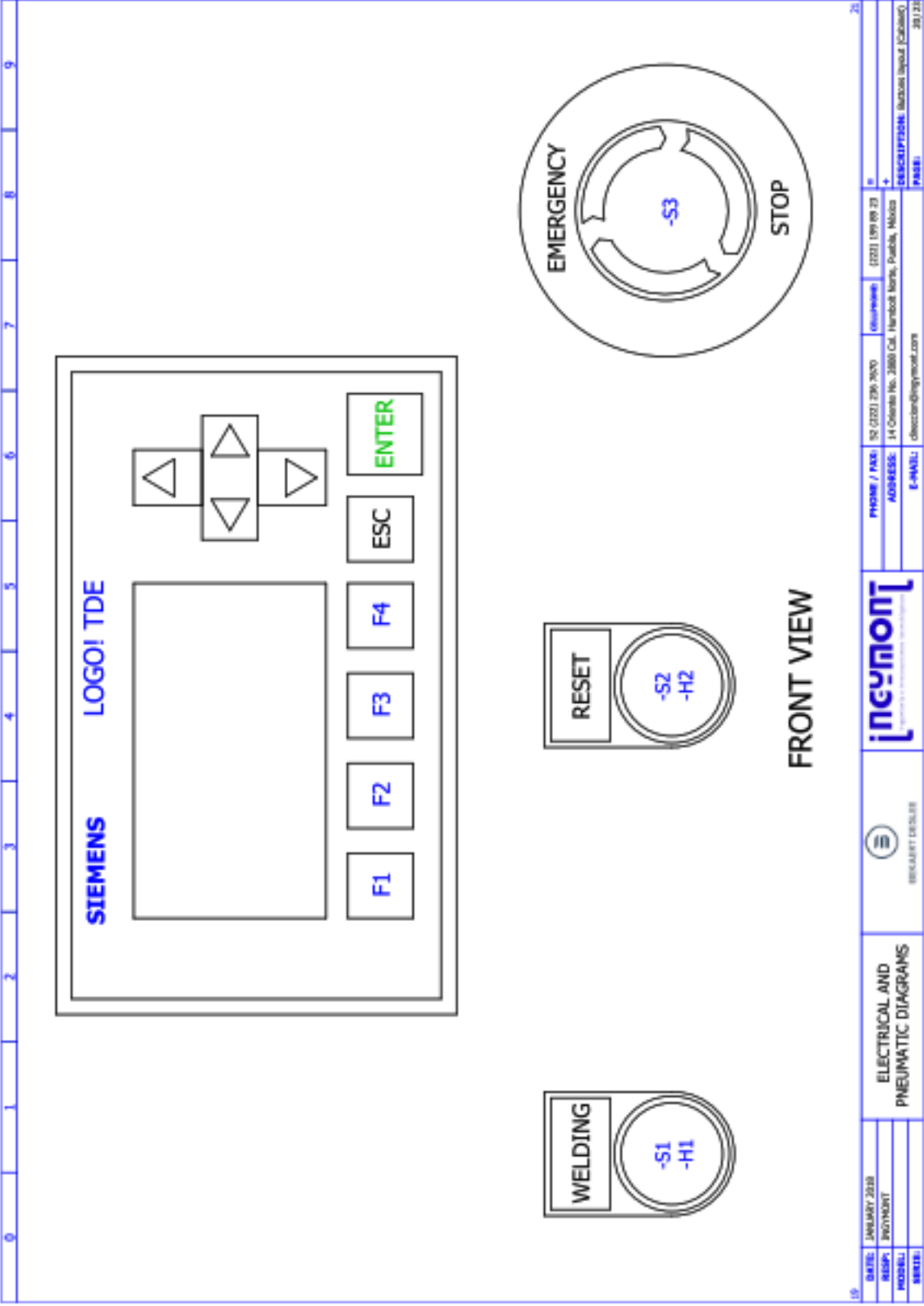
DATE:	JANUARY 2010	PHONE / FAX:	52 (22) 290 7070	COMPANY:	(22) 159 69 23	13	
RESP:	INGENIUM	ADDRESS:	14 Calle No. 288 Col. Harbort Norte, Puebla, Mexico				
MODEL:		E-MAIL:	obscian@ingenium.com	DESCRIPTION:	Diagram 100.3		
REVISION:						PAGE:	17/22



ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS

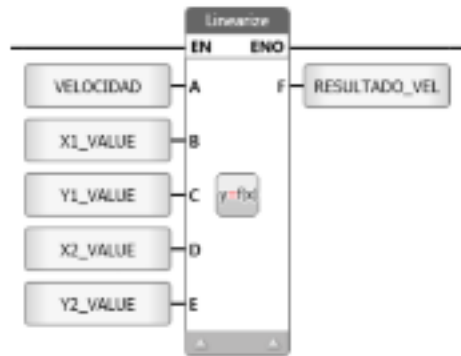
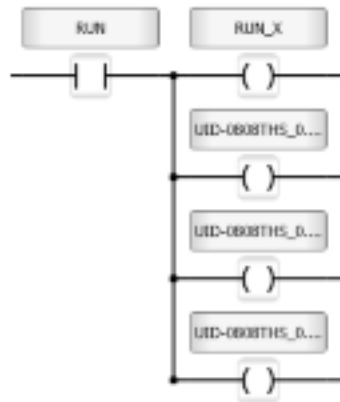
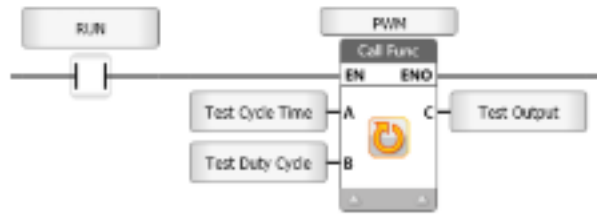


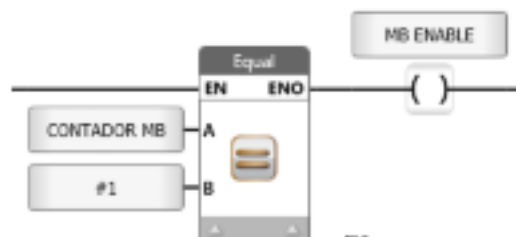
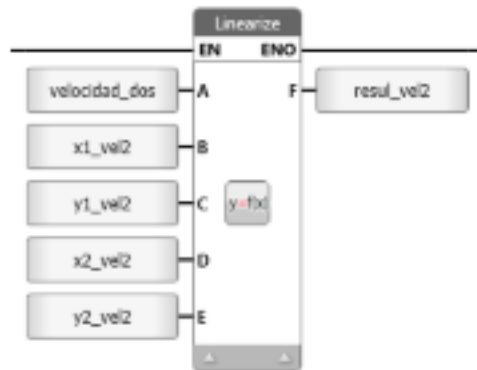
DATE: JANUARY 2010	PHONE / FAX: 52 (521) 290-7070	COMPANY: (201) 599-2710	25
RESP: INYONET	ADDRESS: 14 Grande No. 2880 Col. Harbort Ixtap, Puebla, Mexico	DESCRIPTION: PNEUMATIC DIAGRAM	
MODEL:	E-MAIL: obscan@inyonnet.com	ISSUE:	10/12
 INYONNET DESIGNS		<b>ELECTRICAL AND PNEUMATIC DIAGRAMS</b>	

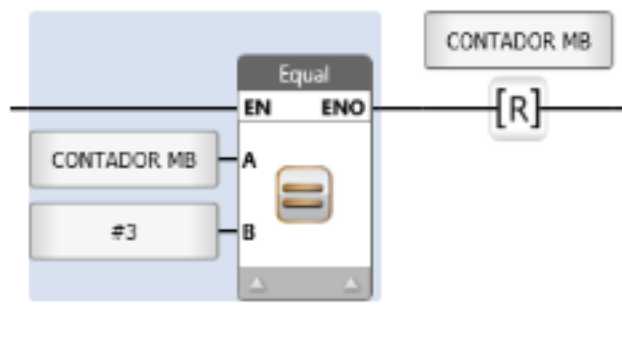
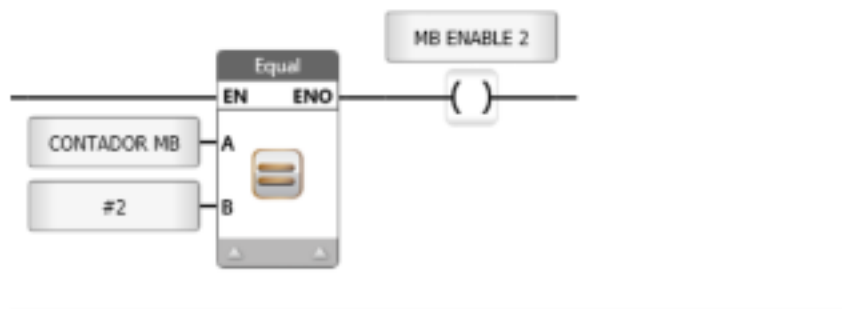
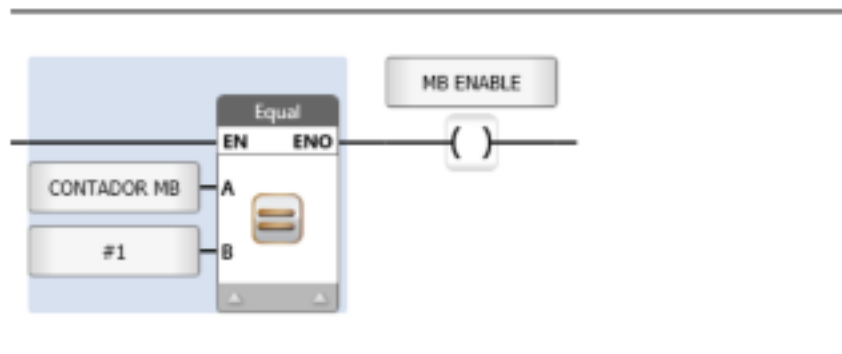


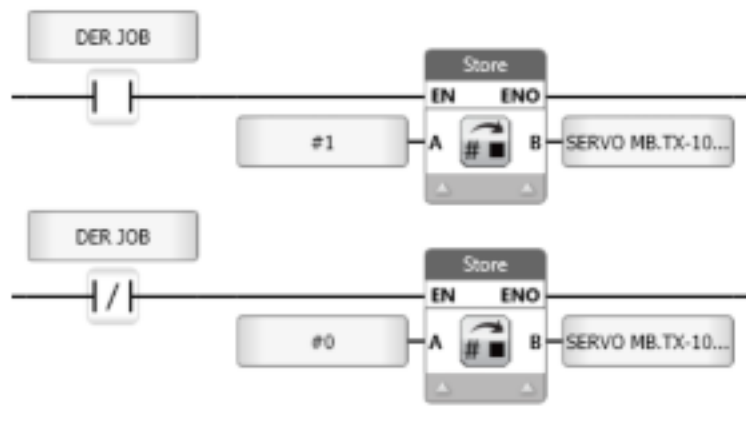
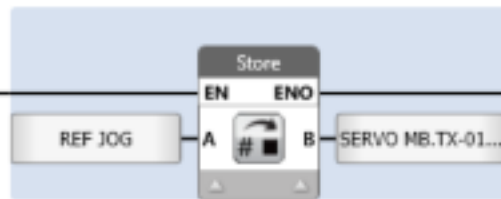
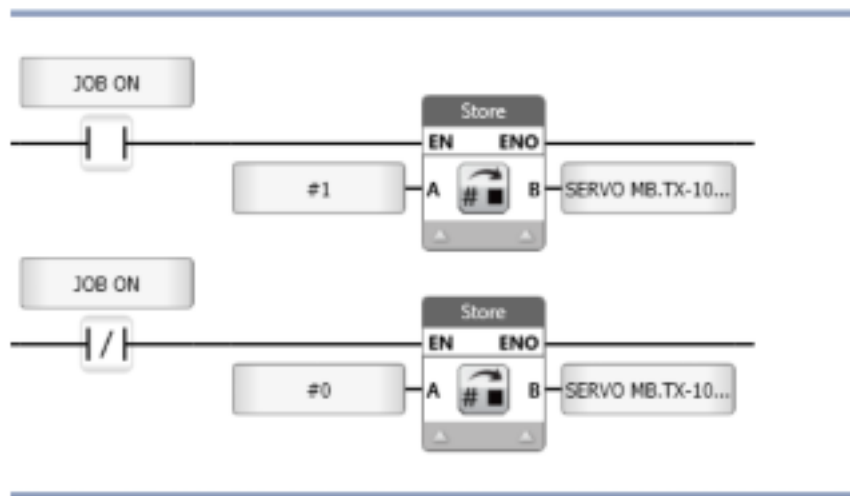
DATE:	JANUARY 2010	PHONE / FAX:	52 (52) 290 7070	COUNTRY:	(52) 599 99 23	25
RESP:	INGYMENT	ADDRESS:	14 Oriente No. 2880 Col. Harbort Park, Puebla, Mexico			
MODEL:		E-MAIL:	obsc@ingymont.com	DESCRIPTION:	Access layout (Access)	
REVIS:				PAISE:		2012

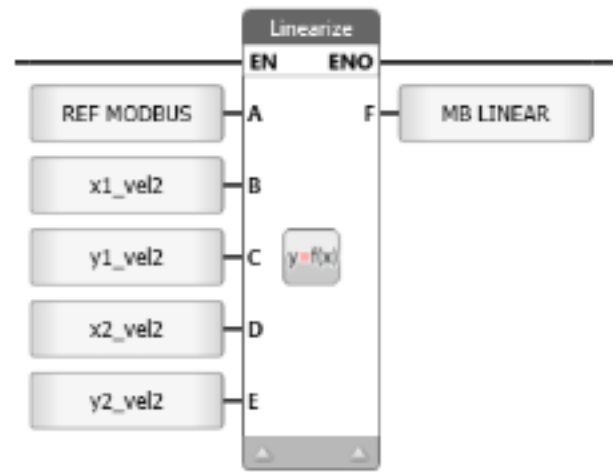
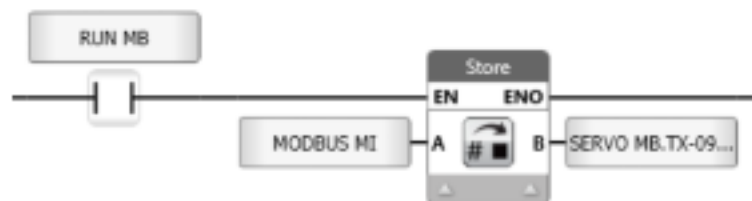
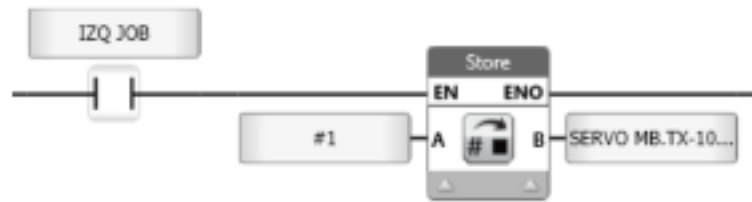


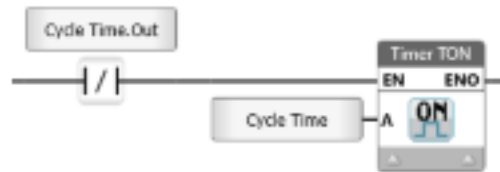
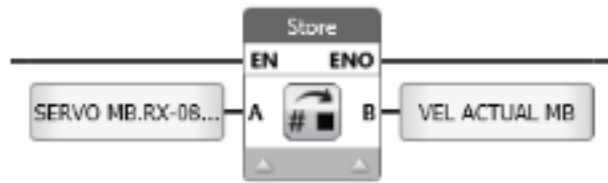
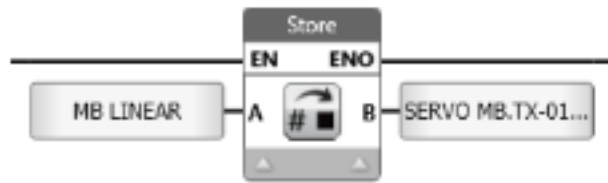












Multiply Cycle time preset with Duty cycle and divide by 1000



When current Cycle time is less than time on then set PWM output

