ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación

"Diseño e Implementación de Módulo Didáctico de un Sistema Automático de Obtención de Colores de Pintura, Obtenidos a partir de la Mezcla de Colores Primarios y su Respectivo Envasado"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización:

ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.

Presentada por:

Kléber Patricio Morán Murillo

José Luis Fierro Fierro

Pablo Elías Garaycoa Salazar

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A papito DIOS por iluminarme tanto en los bueno y malos momentos.

A mi familia por estar siempre a mi lado e inculcarme buenos principios, y que los objetivos que uno se propone se logran trabajando fuerte.

A todas las personas que hicieron posible que hoy logre una de mis metas.

Kléber Patricio Morán Murillo

DEDICATORIA

Dedico el trabajo realizado en este proyecto en primer lugar a DIOS por darme la fortaleza de seguir y no rendirme, a mis madres Jacqueline y Amabilia, y a mi padre Kléber que nunca dejaron de apoyarme y confiar en mí.

Kléber Patricio Morán Murillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco, a mi Mamá, Mariana Fierro, a mis abuelos, Luchito, y Melita, a mi Papá, Leonardo Fierro, que fueron los que me apoyaron económica y moralmente, al Ing. Alberto Manzur, por aceptar dirigir esta tesis, además al Ing. Ignacio Wiesner, y a todo el personal de la empresa INTRAMET, al Ing. Henry Suarez, al Sr. Arce, por prestarnos su apoyo durante la etapa inicial de este trabajo.

JOSÉ LUIS FIERRO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, mis abuelos, y a mis hermanos, personas que siempre han estado ahí y a pesar de todo nunca dejaron de confiar en mí.

JOSÉ LUIS FIERRO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la presencia divina que nos ilumina siempre en las decisiones que tomamos.

Pablo Elías Garaycoa

DEDICATORIA

Este proyecto de grado está dedicado a Dios, a mi mamita Paulina, a mi mami Gardenia, a toda mi familia y a las personas que ayudaron y aportaron en algo o en mucho a la consecución de este proyecto.

Pablo Elías Garaycoa

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Jorge Aragundi
PRESIDENTE

Ing. Alberto Manzur
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Holger Cevallos
MIEMBRO PRINCIPAL

Ing. Damián Alberto Larco
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.**

(Reglamento de graduación de la ESPOL)".

Kléber Patricio Morán Murillo

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.**

(Reglamento de graduación de la ESPOL)".

José Luis Fierro Fierro

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.**

(Reglamento de graduación de la ESPOL)”.

Pablo Elías Garaycoa Salazar

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el Diseño de una máquina que obtiene diferentes colores de pintura, y luego envasa el resultado obtenido, teniendo como finalidad dotar de un módulo didáctico al laboratorio de Automatización de la ESPOL, donde los estudiantes puedan apreciar el uso de diferentes tipos de sensores, actuadores y un controlador programable actuando en conjunto dentro de un proceso real.

En su primera parte se revisa el proceso de producción de la pintura, para la respectiva familiarización con el proceso.

A continuación se explica cómo está constituida la estructura mecánica de la máquina.

Luego se revisan todos los elementos, tanto eléctricos, cómo neumáticos que hemos seleccionado para la realización de nuestro diseño.

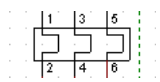
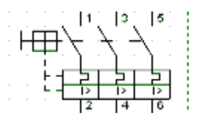
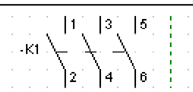
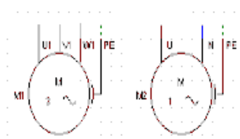
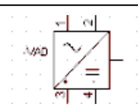
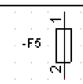
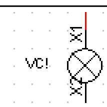
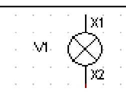
A partir de aquí se indica el funcionamiento del proceso, se muestra el diseño eléctrico y el programa que controla la máquina.

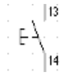
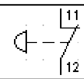
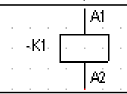
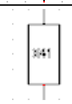
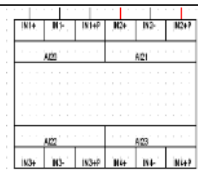
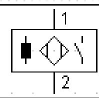
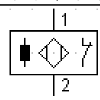
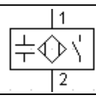
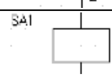
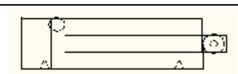
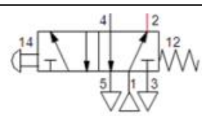
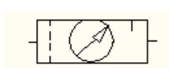
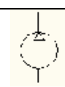
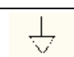
ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS

PLC	**Controlador lógico programable**
L	**Longitud**
mm	**Milímetros**
cm	**Centímetros**
cc	**Centímetros cúbicos**
"	**Pulgadas.**
a	**Espacio libre de perturbaciones en el cono ultrasónico**
Iop	**Corriente operativa**
A	**Amperios**
mA	**Miliamperios**
V	**Voltaje**
VAC	**Voltaje en corriente alterna**
VDC	**Voltaje en corriente continua**
W	**Watios**
PNP	**Entrega salida positive**
NPN	**Entrega salida negative**
NO	**Contacto normalmente abierto**
NC	**Contacto normalmente cerrado**
HP	**Caballos de fuerza**
Kgf	**Kilogramo fuerza**
MPa	**Mega pascal**
rpm	**Revoluciones por minuto.**
AWG	**Ancho del cable (Americano) ó circular mils**

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	NOMBRE
	**Alimentación**
	**Térmico trifásico**
	**Breaker de 3 polos**
	**Breaker de 1 polo**
	**Contactor trifásico**
	**Contactor monofásico**
	**Motores**
	**Convertidor analógico digital**
	**Protecciones (fusibles, disyuntor)**
	**Bobina de la electroválvula 5/2**
	**Bobina de las electroválvulas distribuidoras**

	**Pulsador NA**
	**Pulsador cabeza de seta NC**
	**Bobina de contactor**
	**Sensor analógico**
	**PLC**
	**Modulo analógico**
	**Sensor inductivo NA**
	**Sensor inductivo NC**
	**Sensor capacitivo NA**
	**Sensores analógicos**
	**Cilindro de doble efecto**
	**Electroválvula 5/2**
	**Unidad de mantenimiento**
	**Compresor**
	**Escape**

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE PLANOS

INTRODUCCIÓN

Luego de haber cursado nuestros estudios superiores dentro de la ESPOL nos dimos cuenta que sería de gran utilidad un modulo didáctico para los alumnos de nuestra carrera, por lo que decidimos implementar un modulo de mezcla y envasado ya que dentro de este, se incluyen dos de los procesos más comunes de la industria, como son el preparado de una receta, y el envasado de un producto.

Mediante un diseño electro-neumático podremos controlar el proceso de mezcla de pintura obteniendo colores basados en los colores primarios, para lograr el control de dicho proceso tendremos que aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra carrera como el uso de sensores, actuadores, y el controlador lógico programable (PLC).

CAPÍTULO 1

1. ELABORACIÓN DE PINTURA

1.1. Introducción

Las pinturas son recubrimientos relativamente sólidos y opacos, que sirven para proteger, así como para dar un factor estético para las superficies en las que son aplicadas, la industria de pinturas elabora una amplia gama de productos, entre los que destacan las pinturas, barnices, lacas y esmaltes.

1.2. Producción de Pintura

1.2.1. Pinturas en Base a Agua

Las pinturas basadas en agua generalmente están compuestas de: agua, pigmentos, extensores de tiempo de secado (sustancias secantes), agentes dispersantes, preservantes, amoniaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina.

La elaboración de pinturas al agua se inicia con la adición de agua, amoniaco y agentes dispersantes a un estanque de premezcla. Posteriormente, se adicionan los pigmentos y agentes extensores.

Una vez realizada la premezcla, y dependiendo del tipo de pigmento, el material pasa a través de un equipo especial de molienda, donde ocurre la dispersión y luego se transfiere a un estanque de mezclamiento con agitación. En éste se incorporan las resinas y los plastificantes, seguidos de preservantes y antiespumantes y finalmente la emulsión de resina.

Por último, se agrega el agua necesaria para lograr la consistencia deseada. Luego de mezclar todos los ingredientes, el producto obtenido es filtrado para remover pigmentos no dispersos, siendo posteriormente envasado en tarros y embalado.

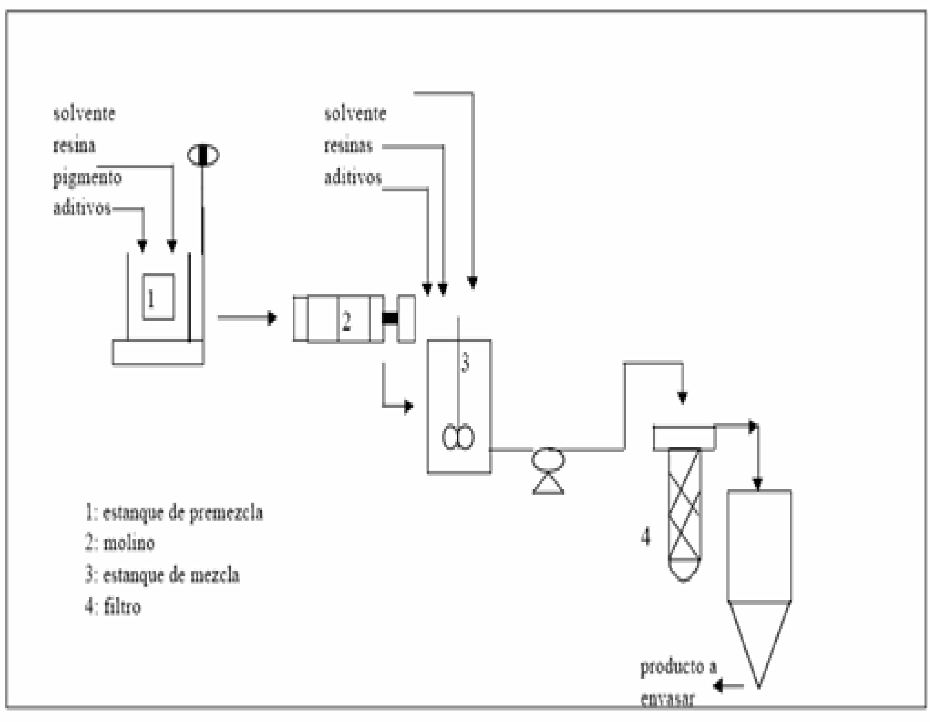
Normalmente sólo los esmaltes en base agua pasan por equipos de molienda; los látex y pastas se dispersan y terminan en estanques de mezclado.

1.2.2. Pinturas en Base a Solventes

Las pinturas basadas en solventes incluyen un solvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes.

Inicialmente, se mezclan los pigmentos, resinas y agentes secantes en un mezclador de alta velocidad, seguidos de los solventes y agentes plastificantes. Una vez que se ha completado la mezcla, el material se transfiere a un segundo estanque de mezclamiento, en donde se adicionan tintes y solventes. Una vez obtenida la consistencia deseada, la pintura se filtra, envasa y almacena. Cabe hacer notar que en este proceso también es posible usar un estanque de premezcla y un molino en lugar del mezclador de alta velocidad. La Figura 1 presenta un diagrama general del proceso de fabricación de pinturas.

Figura 1: ***Proceso de elaboración de pinturas***



1.2.3. Sub-Proceso A: (pintura blanca)

En la elaboración de este producto, se distinguen las siguientes operaciones:

- Dispersión de la base concentrada incolora (30% concentración de sólidos).
- Mezclado de terminación de base incolora.

Luego de estas etapas, se obtiene la base incolora, la cual puede continuar a envasado o a completar el proceso de fabricación de pintura color.

1.2.4. Sub-Proceso B: (pintura color)

Este se caracteriza por las siguientes operaciones:

- Dispersión del pigmento para formar una pasta coloreada (45% concentración de sólidos).

- Molienda de la pasta coloreada para formar empaste.
- Mezclado del empaste con resinas y solventes formando un concentrado coloreado.

Una vez que se obtiene el concentrado coloreado terminado, la base incolora se mezcla con éste, obteniéndose pintura color.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DE LA MÁQUINA

Para elaborar cualquier tipo de maquinaria, se debe tomar en cuenta las condiciones de trabajo, a las que estará expuesta, para así realizar una correcta selección de materiales con sus respectivas dimensiones.

En este caso la máquina consta de tres partes:

- Estructura base.
- Silos.
- Banda transportadora.

2.1 Estructura base

La estructura base cumple con la función de soportar tanto a los motores, como a los silos, y la banda transportadora, por lo que debe ser lo suficientemente resistente para lograr dicho propósito.

Tabla I: ***Características de la estructura base***

Parte	Material
Estructura	Tubo cuadrado negro 1 ½" x 1.5mm
Soldadura	60/11 de 1/8
Plataformas para los silos	Planchas de 3mm de 30 cm X 38 cm

Figura 2: ***Estructura base, vista frontal***

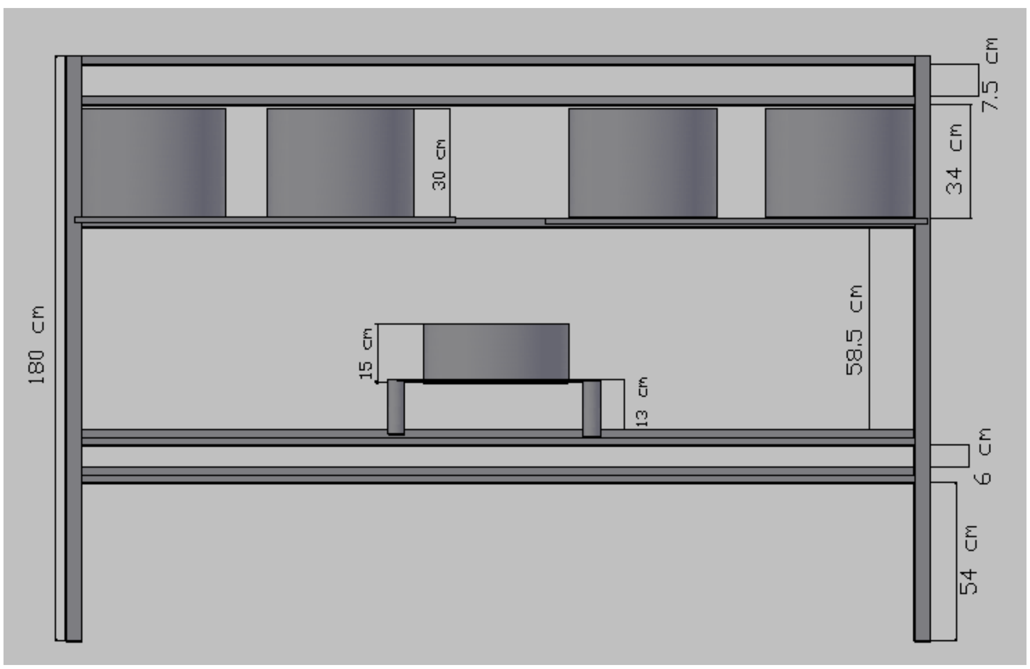
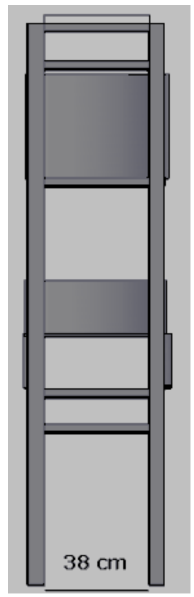


Figura 3: ***Estructura base, vista lateral***



2.2 Banda transportadora

La banda transportadora cumple con la función de trasladar las latas de pintura a través de los procesos tanto de llenado, como de tapado.

Tabla II: ***Características de la banda transportadora***

Parte	Dimensiones
Largo de la banda	162 cm
Distancia entre los ejes	152 cm
Fuga para calibración	2 cm
Conveyor	137 cm
Diámetro externo del piñón	8.8 cm
Diámetro interno del piñón	8.4 cm

2.3 Silos

Sirven para almacenar las pinturas, y en uno de ellos se realiza el proceso de mezclado.

Para que no se oxiden los materiales que permanecen en contacto con las pinturas, se utiliza acero inoxidable, ó galvanizado, en nuestro caso utilizamos galvanizado, los silos presentan anillos que son para darle mayor resistencia a la su estructura.

Tabla III: ***Características de los silos***

Característica	**Dimensión**
Diámetro	20 cm
Altura en los silos de almacenamiento	30 cm
Volumen del silo de almacenamiento	9424.77 cm^3
Volumen disponible almacenamiento	6283.18 cm^3
Altura en el silo de mezclado	15 cm
Volumen del silo de mezclado	4712.38 cm^3
Volumen disponible mezclado	3141.59 cm^3

2.4 Agitador

El agitador es de acero inoxidable, ya que estará en contacto con la pintura.

Tabla IV: ***Características del agitador***

Parte	***Material***
Agitador	Acero inoxidable
Hélice del agitador	Lámina de acero inoxidable

2.5 Base para motores

Las bases para los motores fueron diseñadas en laminas de acero de 0.8 cm.

Tabla V: ***Características de las bases de los motores***

Base de Motor	***Largo (cm)***	***Ancho (cm)***	***Espesor (cm)***
Banda	25	50	0.8
Agitador	15	38	0.8

CAPÍTULO 3

3. COMPONENTES ELÉCTRICOS

Para poder controlar y automatizar un proceso, nos valemos de sensores y actuadores, a continuación describimos cada uno de los elementos que utilizamos.

3.1 Sensores inductivos

Los sensores inductivos se usan para:

- Detección de objetos metálicos.
- Medidas todo o nada.
- Muy utilizados a nivel industrial.
- Alcance desde algunos mm a varios de cm.
- Pueden manejar una carga tipo relé.

FIGURA 4: *GRÁFICO DE UN SENSOR INDUCTIVO*

Los detectores de proximidad son dispositivos que detectan una distancia crítica y la señalizan mediante una salida del tipo todo-nada.

Los detectores de proximidad inductivos son muy empleados en aplicaciones industriales para la detección de objetos metálicos, pero solo puede medir distancias de menos de 4cm y velocidades de hasta 50.000 r.p.m.

Los sensores elegidos tienen las siguientes características:

Tabla VI: ***Características de los sensores inductivos***

Marca	**Configuración**	**Tipo**	**Voltaje (VDC)**	**I (mA)**	**Distancia (mm)**	**Referencia**
Hanyoung Nux Co.	NPN	NO	12-24	200	4	HYP-12R4NA
CRLUS	PNP	NO	10-30	200	4	-

3.2 Sensor de proximidad capacitivo

Este sensor puede detectar cualquier material, no importa la forma, tiene alto nivel de estabilidad con la temperatura.

Inmunidad contra interferencias electromagnéticas (por ejemplo: las que da un teléfono móvil), e inmune ante choques, vibraciones y polvo, además no están expuestos al desgaste.

No necesita mantenimiento, resiste a muchos productos químicos, son pequeños, y se pueden instalar casi en cualquier lugar.

FIGURA 5: ***GRÁFICO DE UN SENSOR CAPACITIVO***

Se utiliza generalmente en procesos de automatización para detectar la presencia y/ó niveles de líquidos, detectar polvo y taras en los objetos, y también para identificar sólidos.

El sensor capacitivo que seleccionamos, posee las siguientes características:

Tabla VII: ***Características del sensor capacitivo.***

Marca	**Configuración**	**Tipo**	**Voltaje (VDC)**	**I (mA)**	**Distancia (mm)**	**Referencia**
Hanyoung Nux Co.	PNP	NO	12-24	200	8	HCP-18R8PA

3.3 Sensores ultrasónicos

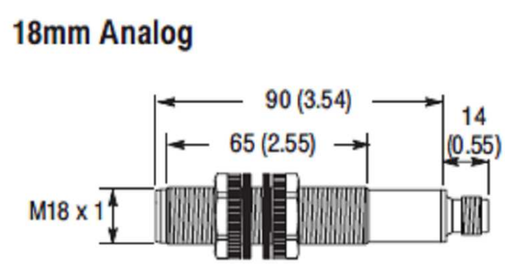
Estos detectores son ideales para medir distancias en el aire, ya que no sólo permiten detectar la presencia de objetos, sino también medir e indicar la distancia entre el detector ultrasónico y el objeto. Los cambios en las condiciones ambientales (ejemplo. fluctuaciones de temperatura) se compensan al evaluar la señal medida.

Para evitar reflexiones parásitas es necesario despejar de objetos perturbadores un espacio libre separado una distancia "a" del cono ultrasónico.

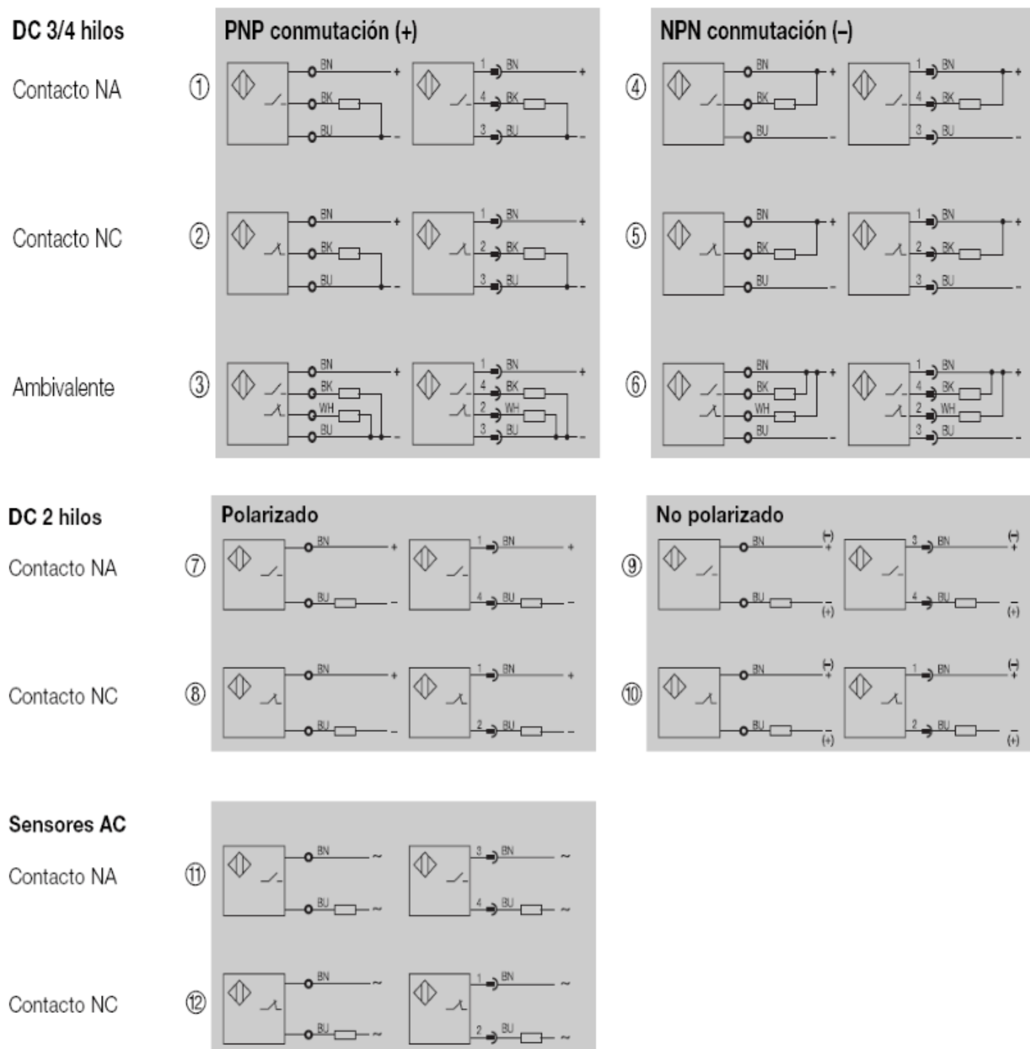
Los detectores ultrasónicos de proximidad se destacan por unas distancias de detección de hasta 10 metros, elevada precisión milimétrica, una excelente capacidad de reproducción y un mantenimiento mínimo.

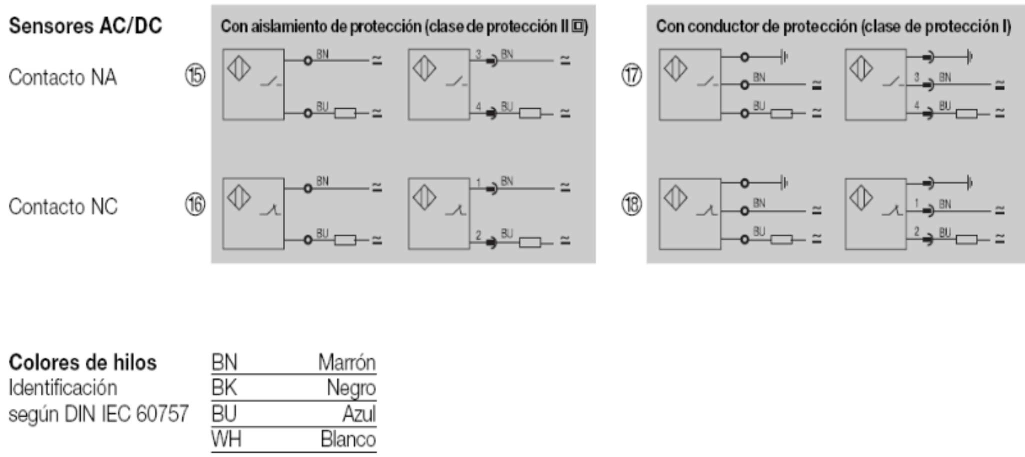
La captación es insensible al polvo y a la suciedad que suele haber en algunos entornos industriales. Los objetos líquidos pueden detectarse con la misma precisión que los sólidos, granulados o pulverizados.

Figura 6: ***Gráfico de un sensor ultrasónico***



3.4 Tipos de configuración de los sensores





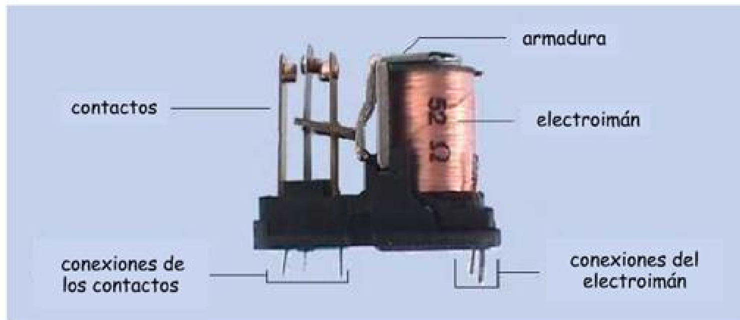
3.5 Relés

Es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes: un circuito electromagnético (electro imán) y un circuito de contactos, al cual aplicaremos el circuito que queremos controlar.

Tabla VIII: ***Características de los relés.***

Marca	**Voltaje (VDC)**	**I (A)**	**Referencia**
Camsco	24	5	JY2

FIGURA 7: ***GRÁFICO DE UN RELÉ***



3.6 Contactor

Es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

Figura 8: Gráfico de un contactor.

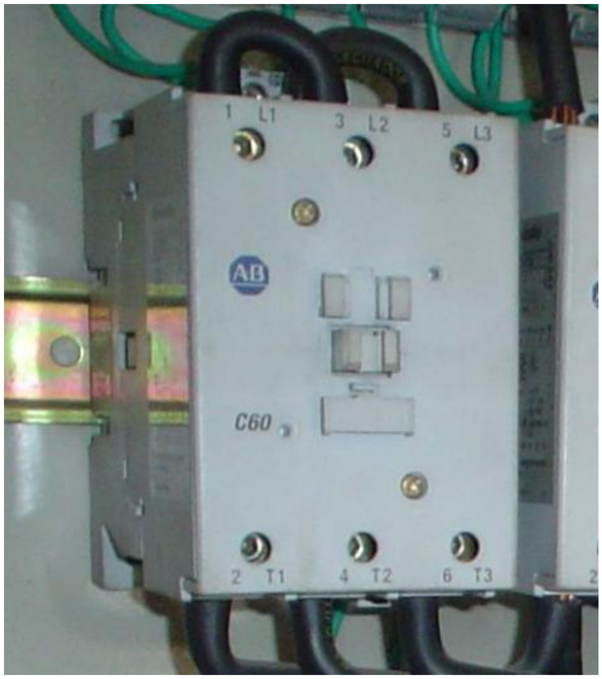


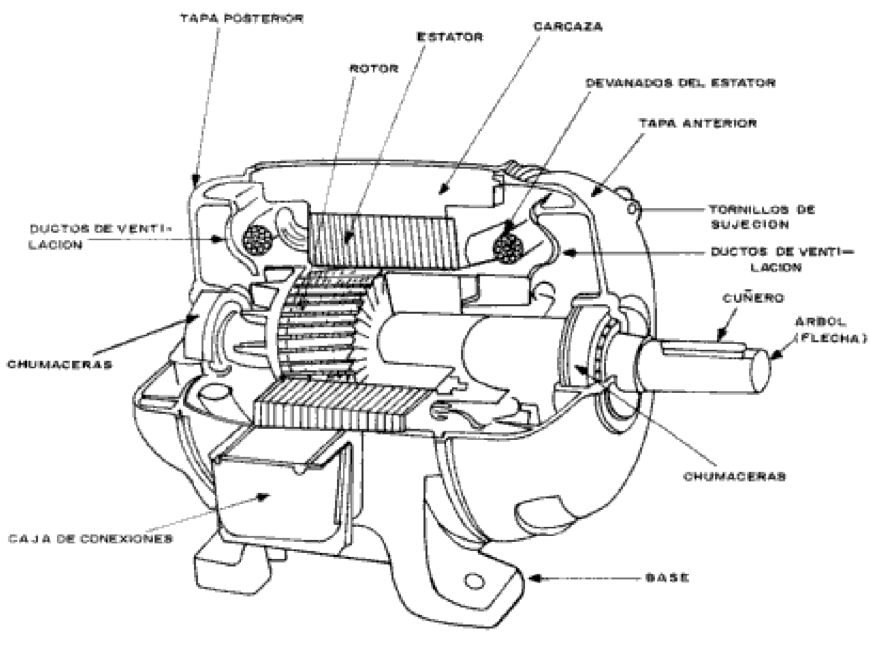
Tabla IX: ***Características del contactor.***

Marca	Bobina	Salida
Telemecanique	24 VDC	250VAC-28VDC
Siemens	24 VDC	250VAC-28VDC

3.7 Motores Eléctrico

Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica.

FIGURA 9: *GRÁFICO DE UN MOTOR*



3.7.1 Selección de los motores eléctricos

Para el motor de la banda se tiene lo siguiente:

Siendo **G** el peso total de las masas en movimiento y **R [KG/KG]** la resistencia de rodamiento (que para el caso es el coeficiente de fricción μ=0,9), el esfuerzo de tracción necesario, será igual a:

F t =G R [Kg]

Suponiendo una velocidad de desplazamiento **v [m/seg.]**, se obtiene la siguiente ecuación para la Potencia del motor de la banda transportadora:

$$P\left[KgF * \frac{m}{s}\right] = \frac{Ft*v}{\eta};$$

donde Ft= Esfuerzo de tracción [KgF];

v = Velocidad de desplazamiento [m/s]

η = Eficiencia

Una transmisión de banda plana tiene una eficiencia del 98%.

Luego, observando que en la banda podrán transportarse, como máximo, dos (2) tarros de pintura llenos, que en la práctica tienen un peso de 1,8375Kg cada uno; y seis (6) tarros de pintu ra vacíos que en la práctica tienen un peso de 0,0375Kg; obtenemos el siguiente esfuerzo de tracción:

$$Ft = G * R = G * \mu = (\mathrm{M.\,banda} + 2 * M.\,tarro\,lleno + 6 * M.\,tarro\,vacio) * \mu$$

$$Ft = (1\mathrm{Kg} + 2 * 1.8375Kg + 6 * 0.0375Kg) * 0.9 = 4.41[KgF]$$

Luego, la Potencia del motor se calcula de la siguiente forma:

$$P\left[KgF*\frac{m}{s}\right]=\frac{Ft*v}{\eta}=\frac{4.41[KgF]*1[\frac{m}{s}]}{0.98}=4.5\left[KgF*\frac{m}{s}\right]$$

Lo convertimos en Caballos Fuerza para el escogitamiento del motor:

$$P=4.5\left[KgF\frac{m}{s}\right]*\frac{9.8N}{1KgF}=44.1[Watts]*\frac{1[Hp]}{746[Watts]}=0.006[Hp]$$

El motor que se ha utilizado para la banda transportadora es de ½ HP, suficiente para cumplir con el requerimiento antes especificado y conveniente para nosotros por su caja reductora .

Para el motor de la mezcladora se tiene lo siguiente:

Siendo **m[Kg]** el peso total de las masas en movimiento y **a [m/s^2]** la acelaración que debe adquirir el motor para mover tanto la pintura como la mezcladora; la fuerza necesaria , será igual a:

F =m a [Newtons]

Siendo m= m.mezcladora + m.pintura;

Donde: m.mezcladora es la masa de la mezcla dora y m.pintura es la masa de pintura a mezclar, se tiene que:

m= m.mezcladora + d*V;

Donde d es la densidad de la pintura de agua y V el volumen a mezclar de pintura; luego:

$m= 1{,}09Kg + 1{,}3[g/cm^3] * 3.141{,}59 [cm^3] * 0{,}001 [Kg/g];$

$m= 5{,}17Kg$

Los motores que elegimos son:

Tabla X: ***Características de los motores***

Motor	**Marca**	**Potencia (Hp)**	**Voltaje (V)**	**Corriente (A)**	**Reducción**
Agitador	David Brown	0,33	110 240	5,4 2,7	M28
Banda	Bauknecht	0,49	220	2,2	44,87

Capítulo 4

4. Componentes neumáticos

4.1 Compresores

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado.

Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro.

Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración.

Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear diversos tipos de construcción. Se distinguen dos tipos básicos de compresores:

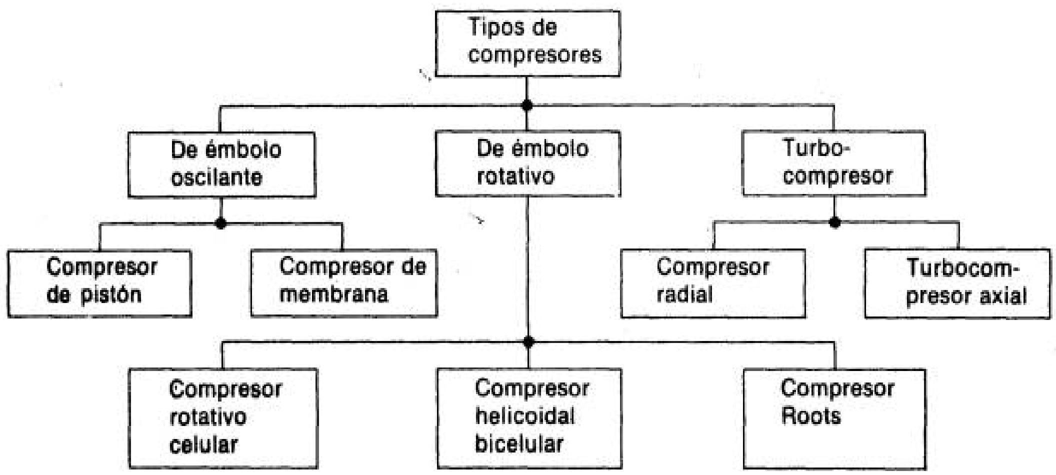
El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).

El otro trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).

Tabla XI: ***Características del compresor.***

Marca	**Potencia (Hp)**	**Voltaje (V)**	**Corriente (A)**	**Capacidad (Gal)**
Shimaha	2.5	110	17	3

Figura 10: ***Tipos de compresores***



4.2 Unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento representa una combinació n de los siguientes elementos:

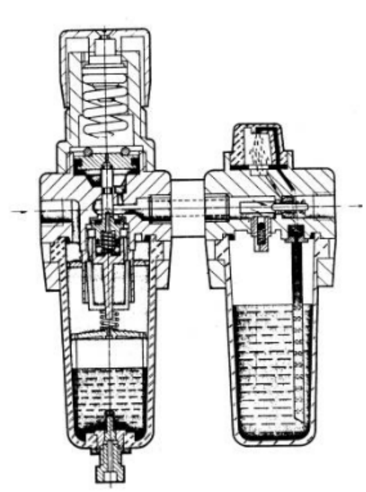
- Filtro de aire comprimido
- Regulador de presión
- Lubricador de aire comprimido

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. El caudal total de aire es decisivo para la elección del tamaño de unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.

2. La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50 grados celsius (valores máximos para recipiente de plástico).

Figura 11: ***Gráfico de la unidad de mantenimiento.***



La unidad de mantenimiento seleccionada tiene las siguientes características:

Tabla XII: ***Características de la unidad de mantenimiento***

Dispositivo	**Marca**	**Presión máxima (Kgf/cm^2)**	**Referencia**
Unidad de mantenimiento	SAZN	9,9	CS04 AFC2000
Presóstato	SKON	7	S 11412311007

4.2.1 Filtro de aire comprimido

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada.

El aire entra en el depósito a través de un deflector direccional, que le obliga a fluir en forma de remolino. Consecuentemente, la fuerza centrífuga creada arroja las partículas líquidas contra la pared del vaso y éstas se deslizan hacia la parte inferior del mismo, depositándose en la zona de calma.

La pantalla separadora evita que con las turbulencias del aire retornen las condensaciones. El aire continúa su trayecto hacia la línea pasando a través del elemento filtrante que retiene las impurezas sólidas. Al abrir el grifo son expulsadas al exterior las partículas líquidas y sólidas en suspensión.

El agua no debe pasar del nivel marcado que normalmente traen los elementos, puesto que en la zona turbulenta el agua sería de nuevo arrastrada por el aire.

La condensación acumulada en la parte inferior del recipiente, se deberá vaciar antes de que alcance la altura máxima admisible, a través del tornillo de purga. Si la cantidad que se condensa es grande, conviene montar una purga automática de agua.

4.2.2 Reguladores de presión

Los reguladores de presión son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas. Normalmente son llamados mano reductores, que son en realidad reguladores de presión.

Para su aplicación en neumática debemos entender su funcionamiento y comportamiento ante las variaciones bruscas de presión de salida o frente a demandas altas de caudal.

Al ingresar el aire a la válvula, su paso es restringido por el disco en la parte superior. La estrangulación se regula por acción del resorte inferior.

El pasaje de aire reducido determina que la presión en la salida o secundario tenga un valor inferior, esta a su vez actúa sobre la membrana de manera tal que cuando excede la presión del resorte se flecta y el disco superior baja hasta cerrar totalmente el paso de aire desde el primario. Si el aumento de presión es suficientemente alto, la flexión de la membrana permitirá destapar la perforación central con lo cual el aire tendrá la posibilidad de escapar a la atmósfera aliviando la presión secundaria.

Cuando la presión vuelve a su nivel normal la acción del resorte nuevamente abre la válvula y la deja en posición normal.

4.2.3 Lubricador de aire comprimido

El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. La forma práctica más lógica para lograr el correcto funcionamiento de todo aparato en el que se verifiquen movimiento es, sin duda, la lubricación.

4.3 Elementos neumáticos de trabajo

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal, y mediante motores neumáticos, en movimiento circular.

4.3.1 Cilindros neumáticos

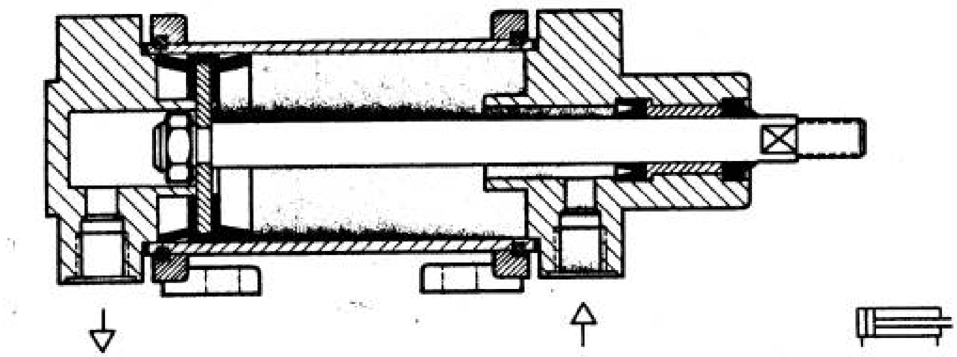
El cilindro es el dispositivo más comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica.

La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales".

4.3.2 Cilindros de doble efecto

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Figura 12: ***Gráfico de un cilindro de doble efecto***



Los cilindros que usamos tienen las siguientes características:

Tabla XIII: ***Características de los cilindros neumáticos.***

Dispositivo	**Marca**	**Presión máxima (Kgf/cm^2)**	**Referencia**
Cilindro de doble efecto	CHINN	10	MSR12X50

4.4 Válvulas

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

- Distribuir el fluido
- Regular caudal
- Regular presión

En muchas aplicaciones es necesario controlar el paso de algún tipo de flujo, desde corriente eléctrica hasta gases o líquidos. Esta tarea es realizada por válvulas. En particular las accionadas por solenoides, permiten su implementación en lugares de difícil acceso y facilitan la automatización del proceso, al ser accionadas eléctricamente.

Este tipo de válvula es controlado variando la corriente que circula a través de un solenoide.

Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Por lo general estas válvulas operan de forma completamente abierta o completamente cerrada, aunque existen aplicaciones en las que se controla el flujo en forma lineal.

Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar.

4.4.1 Válvula 5/2

Una válvula 5/2 siempre está abierta (permite el paso del aire). Se usa para controlar un cilindro de doble efecto.

Figura 13: ***Electroválvula 5/2 en posición de reposo***

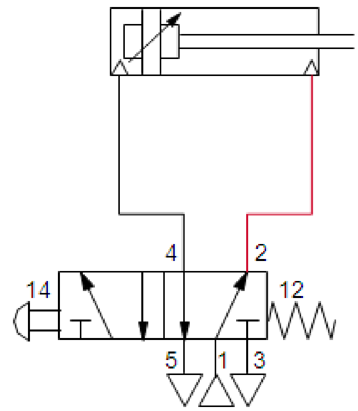
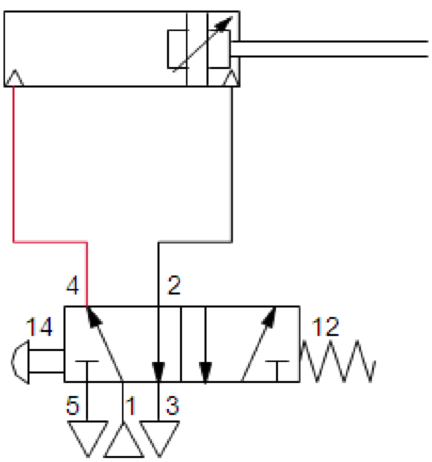


Figura 14: ***Electroválvula 5/2 en posición de activa***



Las válvulas que usamos tienen las siguientes características:

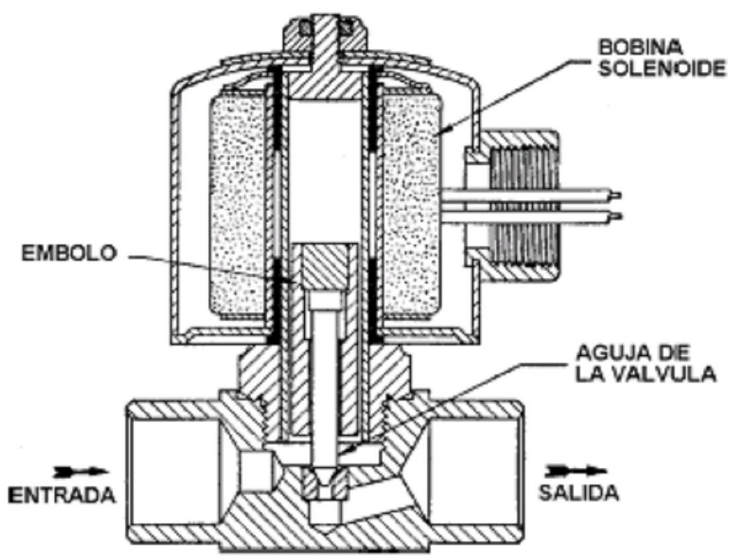
Tabla XIV: ***Características de las electroválvulas 5/2***

Dispositivo	**Marca**	**Presión (Kgf/cm^2)**	**Potencia(W)**	**Voltaje (VDC)**	**Referencia**
Electro válvula 5/2	SAZN	1.7-7.0	2.5	24	CS03 4V110-06 DC24V

4.4.2 Válvula solenoide de acción directa

En este tipo de válvulas, el émbolo móvil controla el flujo debido al efecto de la fuerza de origen magnético directamente.

Figura 15: ***Gráfico de una electroválvula***



Al no circular corriente por la bobina, la aguja asociada a la parte inferior del émbolo cierra el orificio deteniendo el flujo. Al energizar el solenoide, se genera un campo magnético que ejerce fuerza sobre el émbolo atrayéndolo hacia arriba. De esta manera la aguja se levanta, permitiendo el paso del fluido. Al finalizar el efecto de la corriente eléctrica, la fuerza ascendente sobre el émbolo cesa, este cae, por efecto de la gravedad, cerrando mediante la aguja el orificio, impidiendo de esta manera el paso del flujo por la tubería. En otras aplicaciones, se ocupan resortes que permiten la instalación de la válvula en posiciones no verticales, prescindiendo de esta manera de la fuerza de gravedad.

Desde luego, mientras mayor sea la diferencia de presión entre la entrada y la salida del fluido, mayor tendrá que ser la fuerza ejercida sobre el émbolo móvil para cerrar (o abrir dependiendo del caso) el orificio de la válvula.

Las características de las electroválvulas usadas son:

Tabla XV: ***Características de las electroválvulas de distribución de pintura***

Dispositivo	Marca	Presión (MPa)	Diámetro (mm)	Voltaje (VAC)	Referencia
Electro válvula	YONKS	0-0.85	15	220	3S-D

Capítulo 5

5. Funcionamiento del proceso.

La máquina posee dos tipos de funcionamiento:

- Remoto.
- Automática.

5.1 Descripción del proceso a implementarse

Por medio de un selector de dos posiciones “SA”, se elige el modo de trabajo: sea manual, ó automático.

Por defecto el proceso es automático, si se desea conmutar al modo manual, el operador deberá cambiar la posición del selector.

5.1.1 Descripción del proceso en modo manual

Este modo se lo utiliza para verificar el buen funcionamiento de los motores.

Se coloca el selector "SA" en la posición manual, con lo cual se habilitan las botoneras de marcha y paro, de cada uno de los motores.

5.1.2 Descripción del proceso en modo automático

El SCADA consta de tres pantallas:

- Menú
- Selección del color y cantidad de producción
- Monitoreo del proceso

Primero se debe cargar el compresor antes de realizar el proceso, luego se selecciona el modo automático desde el selector "AUTOMATICO-MANUAL" ubicado en el tablero.

Al iniciar el proceso, en el programa proficy, se mueven cada una de las señales de los sensores analógicos, a una variable temporal, para poder trabajar con estos datos, realizando la siguiente ecuación para obtener el volumen que tenemos disponible de pintura en cada uno de los tanques de almacenamiento:

$$VolumenDisponible = -0.56y_{bits} + 6283.2$$

En el programa Intouch, debemos estar en la pantalla "MENÚ", en caso de estar en cualquier otra pantalla presionaremos el botón "ESC", ya sea desde el teclado, ó desde el botón situado en la parte superior izquierda de las pantallas.

Desde la pantalla de MENÚ, damos un click en el botón de "Selección de colores".

En la pantalla desplegada "Colores" , vamos a elegir un color para realizar la mezcla, podemos elegir el color de dos formas, en la primera seleccionamos un color preestablecido, de entre la gama de colores mostrada y damos un click sobre este, ó en su defecto en la zona derecha de la pantalla se encuentra una tabla, en la cual podemos ingresar manualmente los porcentajes de color que deseamos mezclar, en la columna debajo de "solicitado", teniendo en cuenta que la suma de porcentajes de estos colores no debe ser mayor a 100.

Ingresamos manualmente el número de latas requerido, el cual no debe ser menor a 3, y mayor a 10, luego de lo cual, se nos presentará en la tabla del lado derecho, el valor en volumen de color que necesitamos para dicha mezcla, el cual se obtiene mediante la siguiente ecuación realizada en Intouch:

%VolumenXcolor= 1.25(valor de color)* (N_latas)

Pulsamos el botón de "Verificación", el programa realizará todas las validaciones necesarias para que el proceso pueda llevarse a cabo; las cuales son:

Si el color derivado a obtener requiere uno o más colores primarios, de los cuales no disponemos el proceso es inválido.

Si la cantidad de producción deseada, es decir, el número de tarros que se requieren obtener, no es posible que se produzcan debido a que las cantidades de colores primarios no es la suficiente, el proceso también es inválido.

Si los porcentajes se ingresan manualmente, y la suma es mayor a 100, el proceso es inválido.

Sí es posible realizar el proceso, se visualizará en el display "Válido", le damos un "click" sobre el botón "PROCESO", para cambiarnos a la pantalla de monitoreo, donde se nos habilitará un botón "Inicio", en la pantalla de monitoreo de proceso, para iniciar el proceso daremos un click en "Inicio", y el proceso iniciará.

En el caso de que el proceso no se pueda realizar, aparecerá en el display "No disponible", en tal caso podemos elegir una cantidad menor de latas, agregar la cantidad de pintura faltante ó en su defecto seleccionar otro color.

En el programa, se guarda el valor inicial, de volumen de cada uno de los tanques de almacenamiento, en un registro auxiliar:

AuxColor= VdispColor

Encontramos el valor final de volumen del tanque luego de que se realice el proceso:

FinalColor= VAuxColor-VXC_color

Se abren las electroválvulas correspondientes, dejando pasar la cantidad necesaria de pintura para cumplir con el pedido, las cuales se cerrarán cuando hayamos llegado al valor final de volumen del tanque:

FinalColor ≤ VdispColor

Después de haber dosificado la cantidad necesaria de pintura para obtener el color seleccionado, se espera un tiempo de 30 segundos, y se enciende el motor de la mezcladora “Motor_Mz”, el cual se apagará luego de 10 segundos.

Después de terminado el mezclado, se activa el auxiliar “Mztermin”, con el cual se activa el motor de la banda transportadora “Motor_bd”, y la banda transporta las latas vacías hasta llegar al primer cilindro que lo detiene, el cual es controlado por la electroválvula “VálvulaC1”.

Al detectar una lata el primer sensor inductivo “S_ind1”, se habilita la válvula de llenado “V5”, la que se cierra al activarse el sensor capacitivo “S_Cap”, el que nos indica que se lleno la lata, con lo que también se activa la electroválvula “VálvulaC1”, dejando pasar la lata llena para continuar con el proceso, se desactiva el sensor capacitivo “S_Cap”, y se vuelve a cerrar el vástago de la electroválvula "VálvulaC1", y se repite el proceso.

Luego las latas llenas avanzan hasta ser detenidas por el segundo cilindro que es controlado por la electroválvula "VálvulaC2", el segundo sensor inductivo "S_ind2", nos indica la presencia del recipiente en el puesto de tapado, entonces el tercer sensor inductivo "S_ind3", nos indica la presencia de la tapa, sí se encuentran activos "S_ind2", y "S_ind3", el tercer cilindro que es controlado por la electroválvula "VálvulaC3", se abrirá y dejará caer una tapa, e inmediatamente se volverá a cerrar, luego de que la tapa haya sido colocada, el segundo cilindro que es controlado por la electroválvula "VálvulaC2", retraerá su vástago y dejará pasar al producto envasado y con su tapa, luego se volverá a desplegar su vástago, las tapas se ajustaran a los envases, cuando los recipientes pasen por debajo de un rodillo colocado al final del proceso.

El proceso se repite hasta terminar con el pedido, con lo que se activa el auxiliar “EvTermin”, el que reinicia todas los auxiliares, para poder iniciar un nuevo proceso.

5.2 Fallas.

En caso de cualquier tipo de falla, tenemos disponibles un paro de emergencia colocado en el tablero, y otro botón de emergencia colocado en la pantalla de monitoreo de procesos en el Intouch, si exite alguna equivocación en el pedido, ò si se quiere reiniciar el proceso, se debe dar un “click”, a la botonera “RESET”, ubicada en la pantalla “Selecciòn de color”, del INTOUCH.

En cualquiera de los dos casos, el paro deshabilita todo el proceso, y no se reiniciará hasta quitar el paro.

5.2.1 Fallas en los motores

En el caso de los motores, a pesar de haberse quitado el paro de emergencia, no volverán a funcionar, hasta que se los vuelva a habilitar desde el Intouch con el botón “Habilitar motores”.

5.2.2 Fallas en las válvulas

En ciertos casos, las válvulas, empiezan a presentar una fuga, la cual se crea por los residuos de pintura, en este caso, se debe vaciar el silo de almacenamiento, y limpiar la válvula.

Capítulo 6

6. Esquema Eléctrico.

6.1 Elección de cables y protecciones

Sensores Hanyoung :

2 sensores inductivos y un sensor capacitivo.

$$Iop = \frac{P\ utilizada}{V\ aplicado}$$

$$Iop = \frac{4.8\ W}{24VDC}$$

$$Iop = 0.2\ A$$

Donde:

Iop = Corriente operativa [A].

P utilizada = Potencia utilizada en [W].

$$Icalibre = 1.25 \times Iop$$

$$Icalibre = 0.25\ A$$

$$I\ aprox = \frac{Icalibre}{Ftemp \times Fnum}$$

$$I\ aprox = \frac{0.25}{0.7 \times 1}$$

$$I\ aprox = 0.36$$

Donde:

I aprox = Valor de corriente aproximado para elegir el cable correspondiente, teniendo en consideración la temperatura y el número de cables.

Ftemp= Factor de corrección por la temperatura, sacada de la tabla 310.16 del NEC

Fnum= Factor de corrección por el número de cables.

Tabla XVI: ***Factor de corrección por el número de cables***

Número de cables	**THW**	**TW**
3-6	0.9	0.8
6-12	0.8	0.7
>12	0.7	0.6

Con el valor de I aprox buscamos el cable que necesitamos en la tabla 310.16 del NEC

Y en este caso elegimos el cable 18 AWG

Sensor CRLUS:

1 sensores inductivos.

$$Iop = \frac{P\ utilizada}{V\ aplicado}$$

$$Iop = \frac{4.8\ W}{24VDC}$$

$$Iop = 0.2\ A$$

$$Icalibre = 1.25 \times Iop$$

$$Icalibre = 0.25\ A$$

$$I\ aprox = \frac{Icalibre}{Ftemp \times Fnum}$$

$$I\ aprox = \frac{0.25}{0.7 \times 1}$$

$$I\ aprox = 0.36$$

Con el valor de I aprox buscamos el cable que necesitamos en la tabla 310.16 del NEC

Y en este caso elegimos el cable 18 AWG

Electroválvulas 5/2:

3 electroválvulas que controlan a los cilindros neumáticos de doble efecto.

$$Iop = \frac{P\ utilizada}{V\ aplicado}$$

$$Iop = \frac{2.5\ W}{24VDC}$$

$$Iop = 0.1\ A$$

$$Icalibre = 1.25 \times Iop$$

$$Icalibre = 0.13\ A$$

$$I\ aprox = \frac{Icalibre}{Ftemp \times Fnum}$$

$$I\ aprox = \frac{0.13}{0.7 \times 1}$$

$$I\ aprox = 0.19$$

Con este valor buscamos el cable que necesitamos en la tabla 310.16 del NEC

Y elegimos el cable 18 AWG

Motor Agitador:

$$Iop = 5.4\ A$$

Donde:

Iop = Corriente operativa dato de placa [A].

P utilizada = Potencia utilizada en [W].

$$Icalibre = 1.25 \times Iop$$

$$Icalibre = 6.75\ A$$

$$I\ aprox = \frac{Icalibre}{Ftemp \times Fnum}$$

$$I\ aprox = \frac{6.75}{0.9 \times 1}$$

$$I\ aprox = 7.5$$

Y elegimos el cable 10 AWG

Verificamos la caída de tensión, la cual no debe ser mayor al 3 %

$$Vcaida = 2l \times R \times Iop$$

$$Vcaida = 2\left(\frac{3}{1000}\right)[Km] \times 4.226\left[\frac{\Omega}{Km}\right] \times 7.5\,[A]$$

$$Vcaida = 0.171153\ [V].$$

Donde:

Vcaida= Voltaje que se pierde por la caída de tensión en el cable

L= es la longitud del cable.

R= es la resistencia del cable seleccionado de la tabla 8 del NEC.

$$Vcaida\,3\% = 110\,[V] \times \frac{3}{100}$$

$$Vcaida\,3\% = 3.3\,[V]$$

$$Vcaida \leq Vcaida\,3\%$$

$$0.171153\,[V] \leq 3.3\,[V]$$

Corriente del térmico = 1.75 * Iop

Corriente del térmico = 1.75 * 5.4 [A]

Corriente del térmico = 9.45 [A]

Corriente del breaker = 2.5 * Iop

Corriente del breaker = 2.5 * 5.4 [A]

Corriente del breaker = 13.5 [A]

Breaker (F2) de 1 Polo , 110 [V], 20 [A]

Motor de la banda:

Iop= 2.2 [A]

Donde:

Iop = Corriente operativa dato de placa [A].

P utilizada = Potencia utilizada en [W].

$$Icalibre = 1.25 \times Iop$$

Icalibre= 2.75

$$I\ aprox = \frac{Icalibre}{Ftemp \times Fnum}$$

I aprox= (2.75)/ (0.9*1)

I aprox= 3.05

Y elegimos el cable 10 AWG

Verificamos la caída de tensión, la cual no debe ser mayor al 3 %

$$Vcaida = 2l \times R \times Iop$$

Vcaida= 2*(3/1000)[Km] x 17.3[Ω/Km] x 2.75 [A]

Vcaida= 0.28[V].

Donde:

Vcaida= Voltaje que se pierde por la caída de tensión en el cable

L= es la longitud del cable.

R= es la resistencia del cable seleccionado de la tabla 8 del NEC.

Vcaida 3%= 220 [V] * 3/100

Vcaida 3%= 6.6 [V]

$$Vcaida \leq Vcaida\,3\%$$

$0.28[V] \leq 6.6[V]$

Corriente del térmico = 1.75 * Iop

Corriente del térmico = 1.75 * 2.2 [A]

Corriente del térmico = 3.85 [A]

Térmico (F6) en plano.

Corriente del breaker = 2.5 * Iop

Corriente del breaker = 2.5 * 2.2 [A]

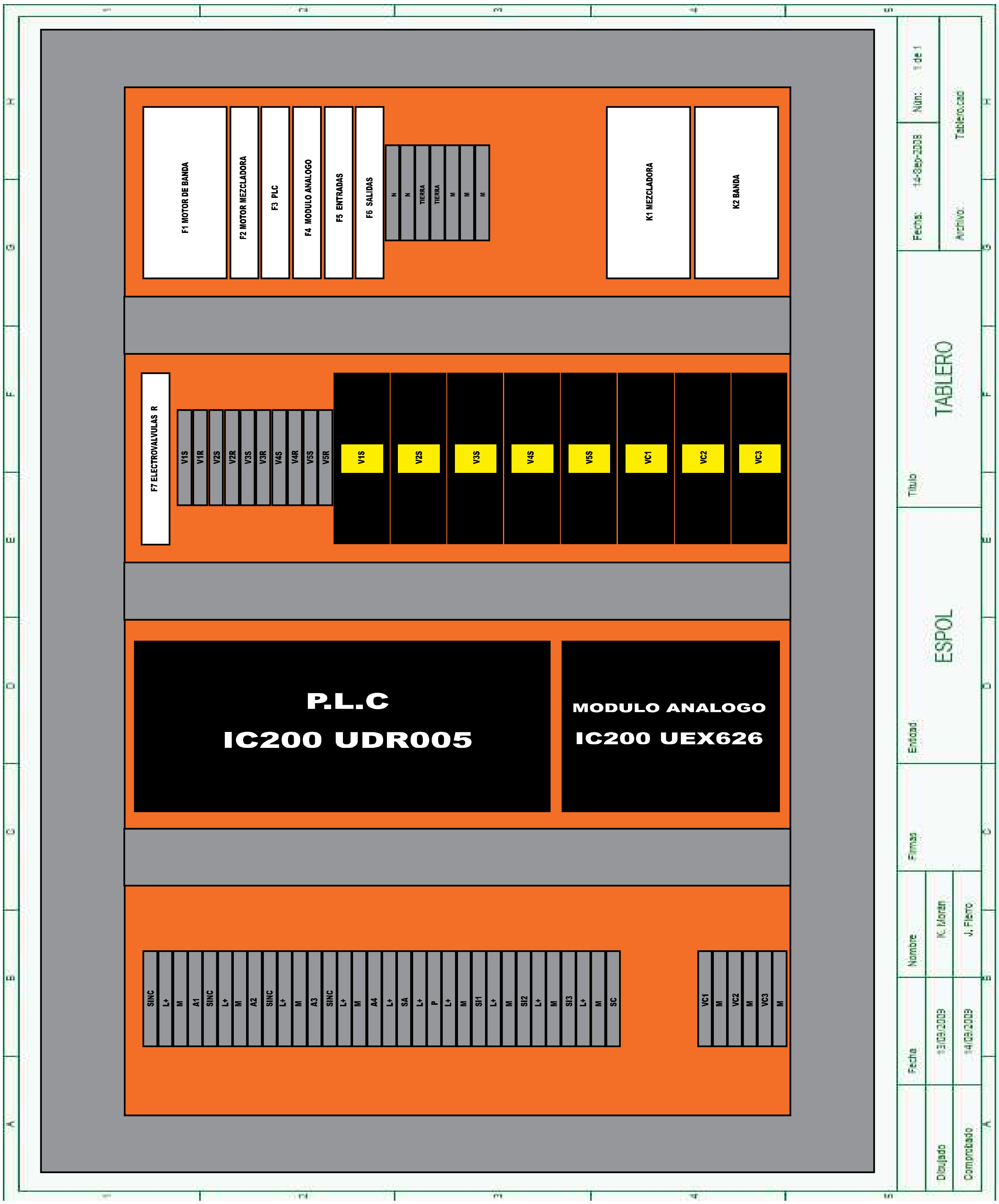
Corriente del breaker = 5.5 [A]

Breaker (F1) de 3 Polos, 220 [V], 10 [A].

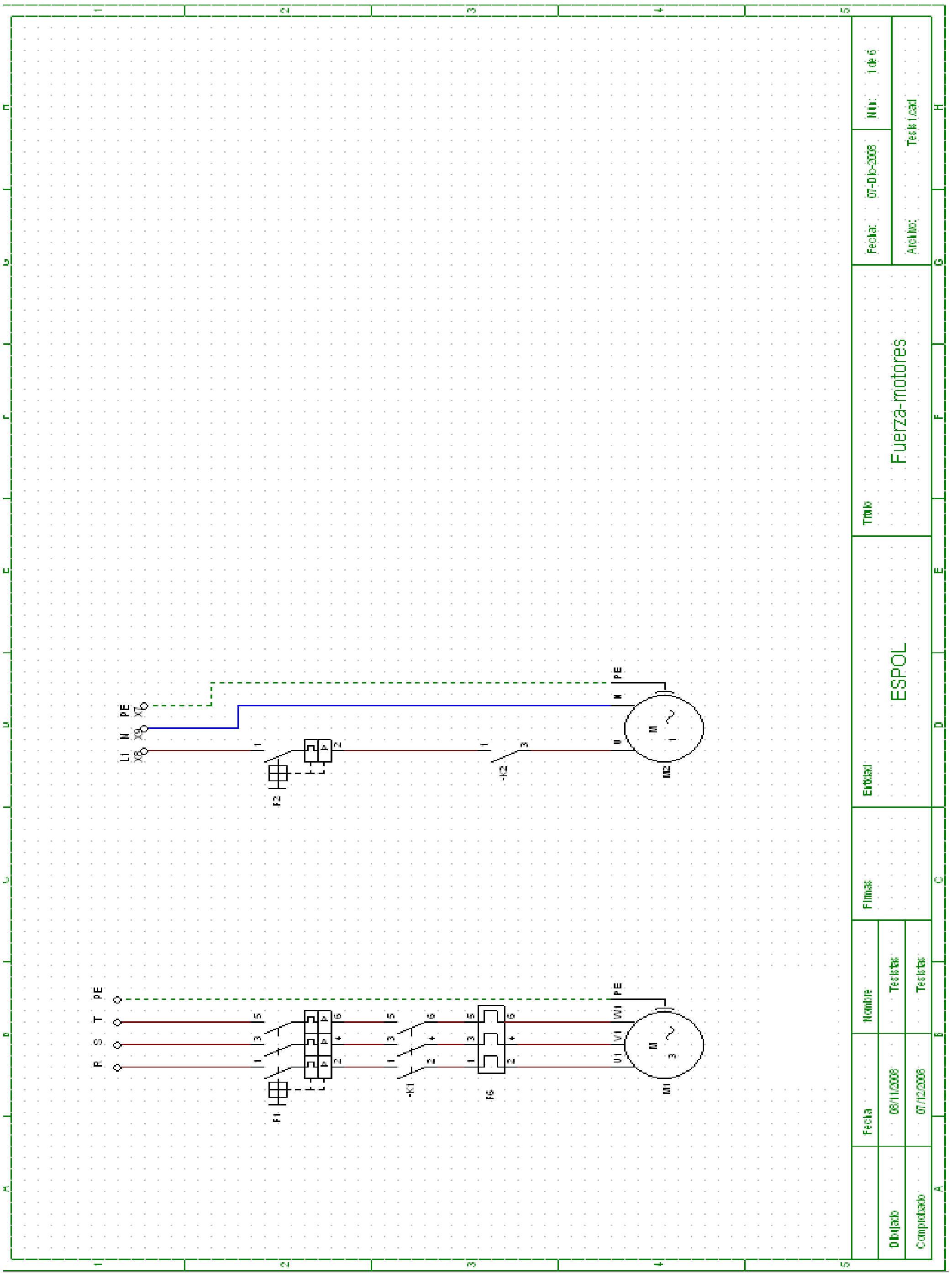
6.2 Diagramas

6.2.1 Diagramas de Fuerza

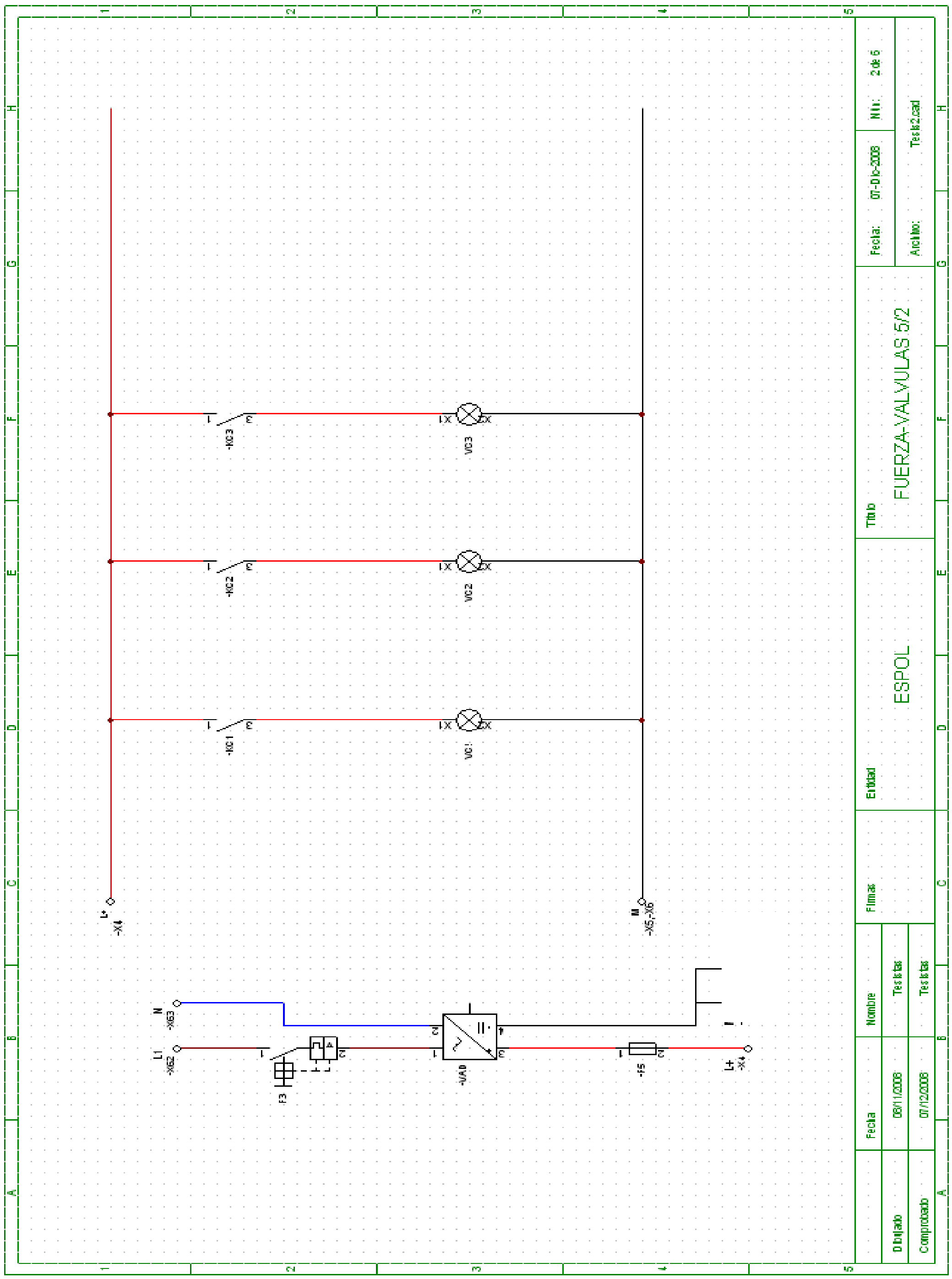
Plano 1: *Tablero*



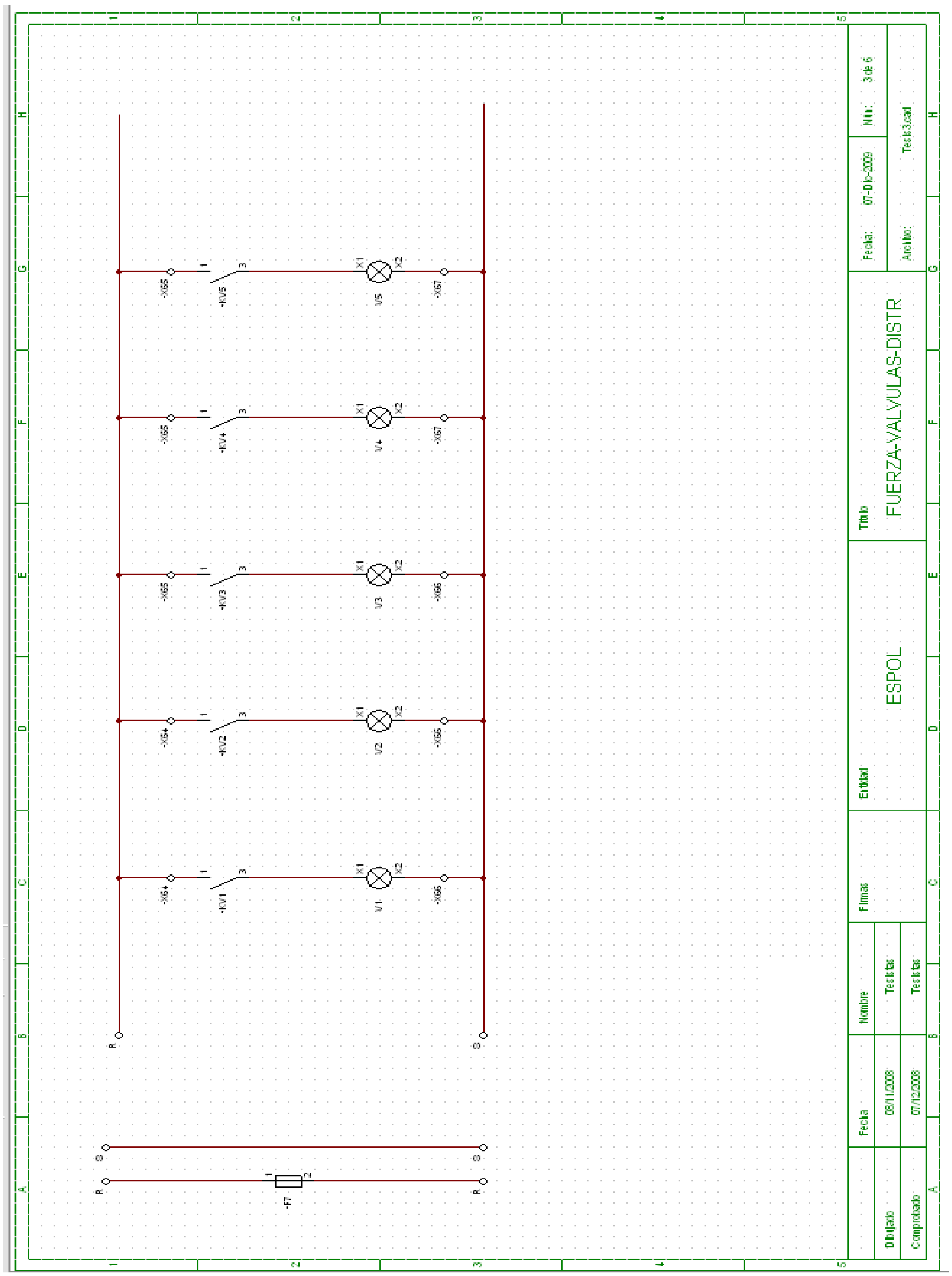
Plano 2: *Fuerza-motores*



Plano 3: ***Fuerza-válvulas 5/2***

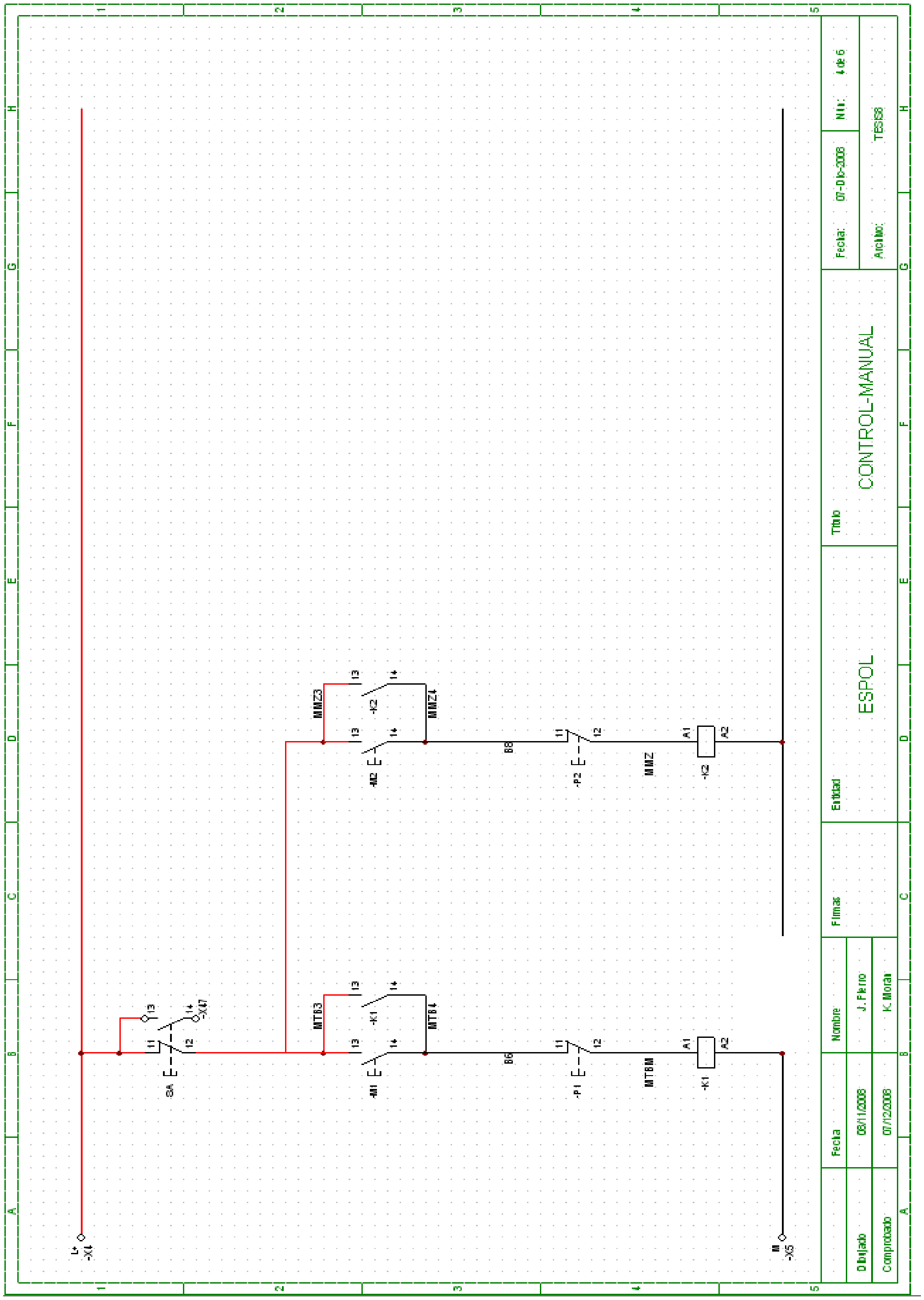


Plano 4: *Fuerza-válvulas distribuidoras*

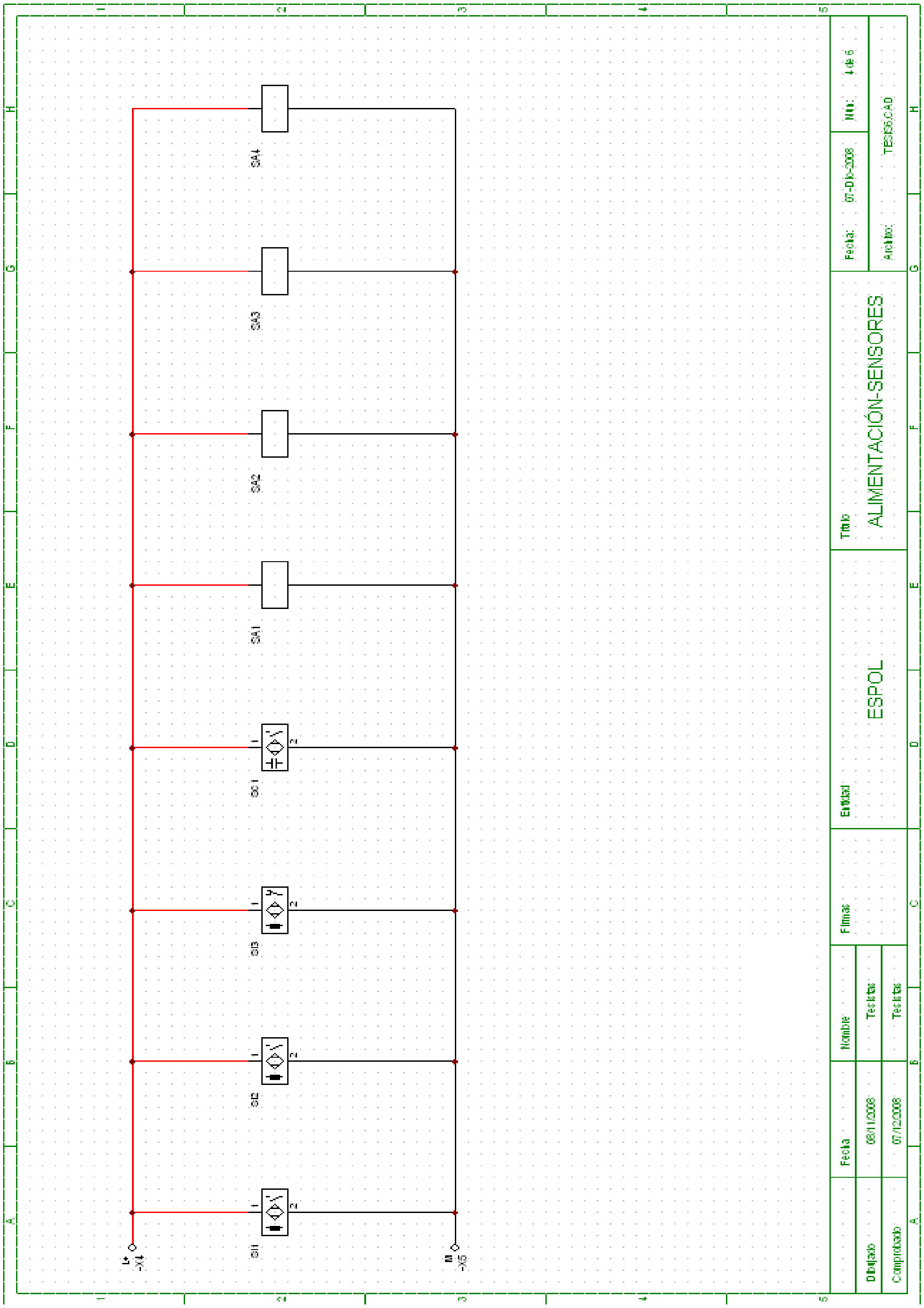


6.2.2 Diagramas de control

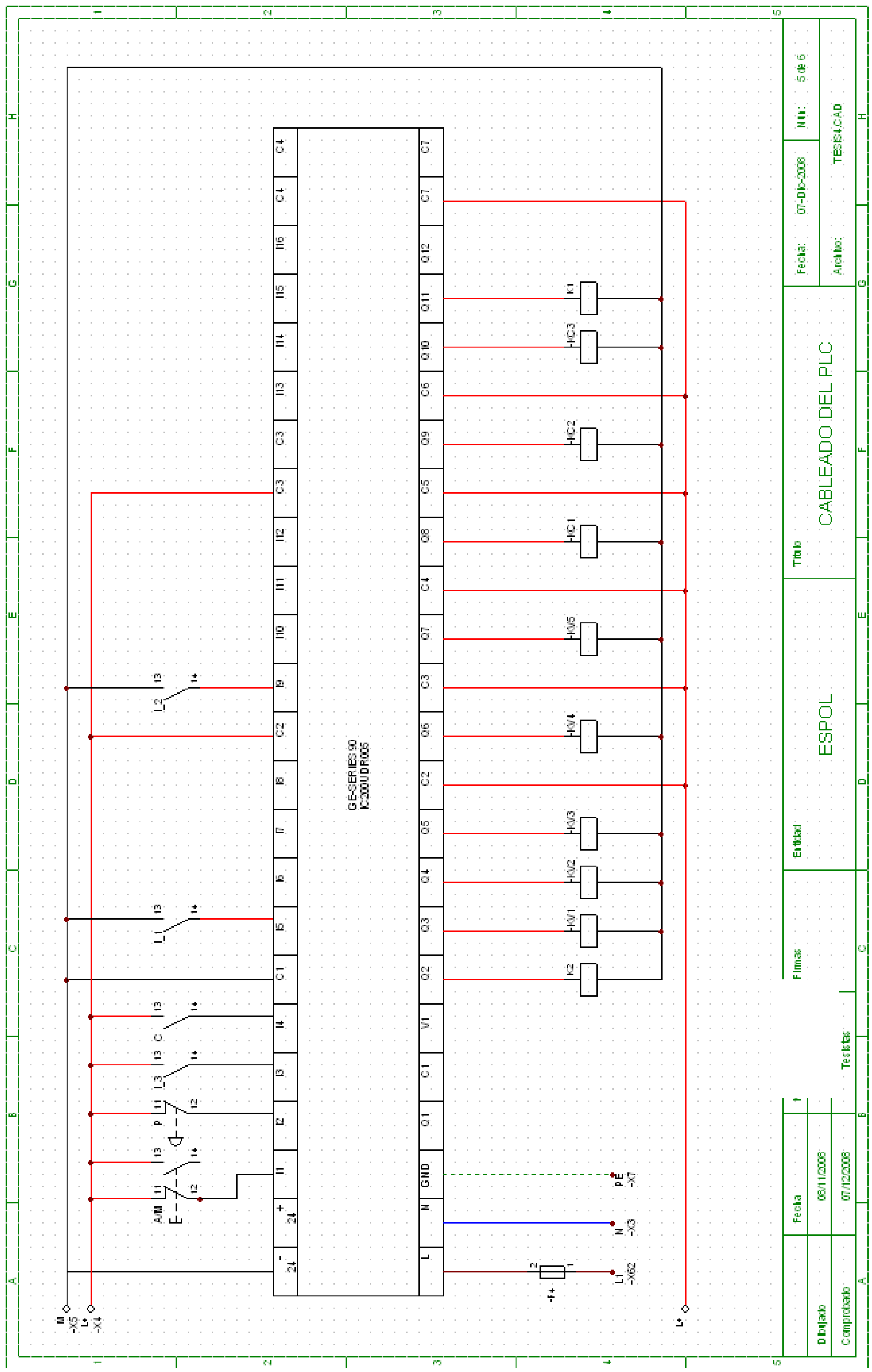
Plano 5: *Control-manual*



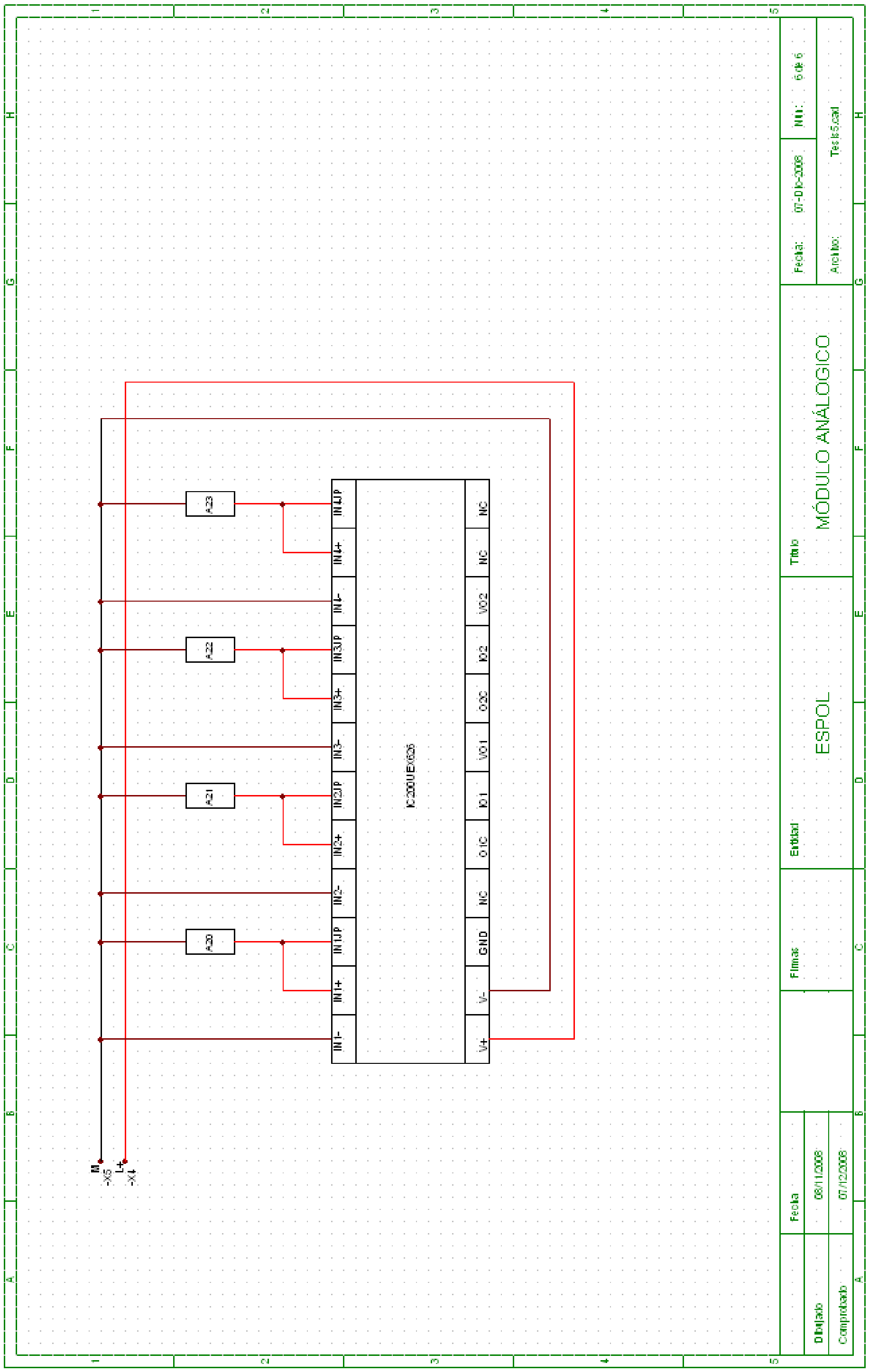
Plano 6: ***Alimentación sensores***



Plano 7: *Cableado del PLC*

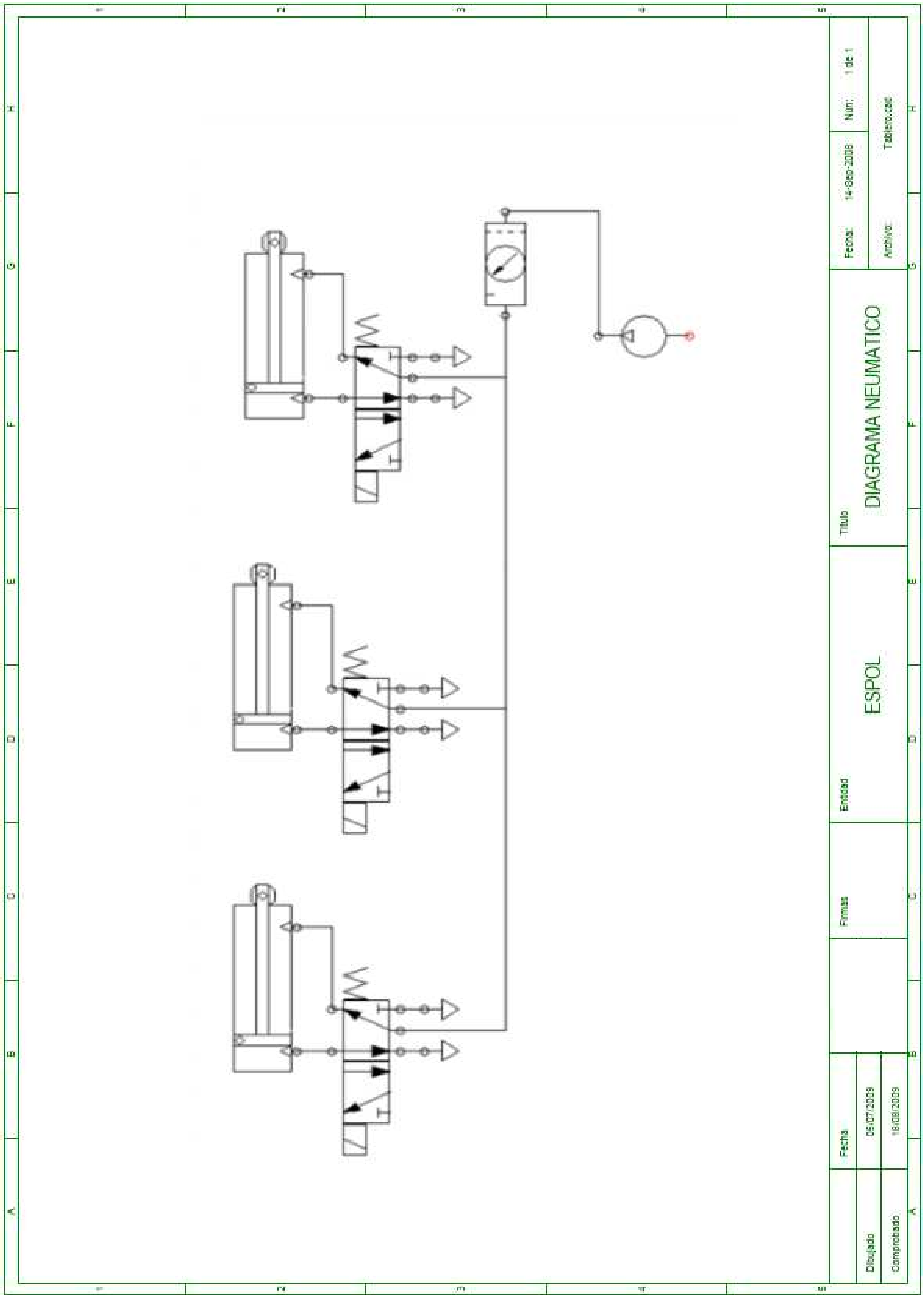


Plano 8: *Módulo analógico*



6.2.3 Diagrama neumático

Plano 9: *Diagrama neumático*



Capítulo 7

7. PROGRAMACIÓN DEL PLC

7.1 Identificación de entradas y salidas

7.1.1 Entradas digitales

Tabla XVII: ***Entradas digitales***

Entradas digitales			
Dirección	**Tipo de dato**	**Detalle**	**Bornes**
%I1	Bool	Selector Auto/Manual	X35
%I2	Bool	Paro	X37
%I3	Bool	Sensor_inductivo3	X46
%I5	Bool	Sensor_inductivo1	X40
%I9	Bool	Sensor_inductivo2	X43
%I4	Bool	Sensor_capacitivo_llenado	X49

7.1.2 Entradas análogas

Tabla XVIII: ***Entradas análogas***

Entradas Análogas				
Dirección	**Tipo de dato**	**Nombre**	**Detalle**	**Bornes**
%AI20	Int	S_amarillo	Sensor amarillo	X21
%AI21	Int	S_azul	Sensor azul	X25
%AI22	Int	S_rojo	Sensor rojo	X29
%AI23	Int	S_blanco	Sensor blanco	X33

7.1.3 Salidas digitales

Tabla XIX: ***Salidas digitales***

Salidas Digitales			
Dirección	**Tipo de dato**	**Detalle**	**Bornes**
%Q7	Bool	Motor_Banda	
%Q11	Bool	Motor_Mezcladora	
%Q2	Bool	Válvula_1	X8
%Q3	Bool	Válvula_2	X10
%Q4	Bool	Válvula_3	X12
%Q5	Bool	Válvula_4	X14
%Q6	Bool	Válvula_5	X16
%Q8	Bool	Válvula_C1	X50
%Q9	Bool	Válvula_C2	X53
%Q10	Bool	Válvula_C3	X55

7.2 Selección del PLC

El requerimiento mínimo para la elección del PLC es que posea 6 entradas digitales, 4 entradas análogas y 10 salidas digitales, ya que los PLC por lo general no tienen tantas entradas análogas, se usará un módulo de expansión de entradas análogas.

Tabla XX: ***Características del PLC***

Unidad	**Marca**	**Alimentación**	**Entradas**	**Salidas**
CPU	GE Fanuc UDR005-CH	110 VAC	16 DC	1DC 11 Relay
Modulo análogo	GE Fanuc UEX626-B	24 VDC	4 (4-20 mA)	2

Figura 16: ***Gráfico del PLC***

7.3 Programa

Los siguientes cálculos fueron realizados para la determinación y control del nivel de los tanques:

<u>Tanque de almacenamiento</u>

$Vt = \pi r^2 h$

$Vt = \pi(10\ cm)^2(30\ cm)$

$Vt = 9424.77\ cm^3$

$Vdisp = \pi r^2 h$

$Vdisp = \pi(10\ cm)^2(20\ cm)$

$Vdisp = 6283.18\ cm^3$

Tanque de mezclado

$Vtm = \pi r^2 h$

$Vtm = \pi(10\ cm)^2(15\ cm)$

$Vtm = 4712.38\ cm^3$

$Vdispm = \pi r^2 h$

$Vdispm = \pi(10\ cm)^2(10\ cm)$

$Vdispm = 3141.59\ cm^3$

Tarros posibles

$Tarros\_pos = Vdispm * 1\ tarro/(125\ cm^3)$

$Tarros\_pos = 3141.59 * 1\ tarro/(125\ cm^3)$

$Tarros\_pos = 25.13\ tarros$

Tabla XXI: ***Interpretación de la señal de salida del sensor análogo.***

Bits	**Cm**
8360	5
0	20

Distancia medida por el sensor

$m = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)$

$m = (8360-0)/(5-20)$

$m = 8360/(-15)$

$m = -557.33$

$(y - y_1) = m(x - x_1)$

$(y_{bits} - o) = -557.33(x_{cm} - 20)$

$y_{b\ its} = -557.33\ x_{cm} + 11146.66$

$x_{cm} = (-y_{bits}/557.33 + 20)$ cm

Volumen de pintura disponible en los tanques

VolumenDisponible = $\prod r^2 h$

VolumenDisponible = $\prod (10\ cm)^2 (-y_{bits}/557.33 + 20)$ cm =

VolumenDisponible = $-0.56\ y_{bits} + 6283.2$

Se realiza está operación en Proficy

Volumen de pintura requerido

VolumenRequerido = número de latas * Volumen de una lata

VolumenRequerido = N_latas * (125 cm^3)

VolumenRequerido = (125* N_latas) cm^3

Porcentaje de volumen de pintura requerido por cada color

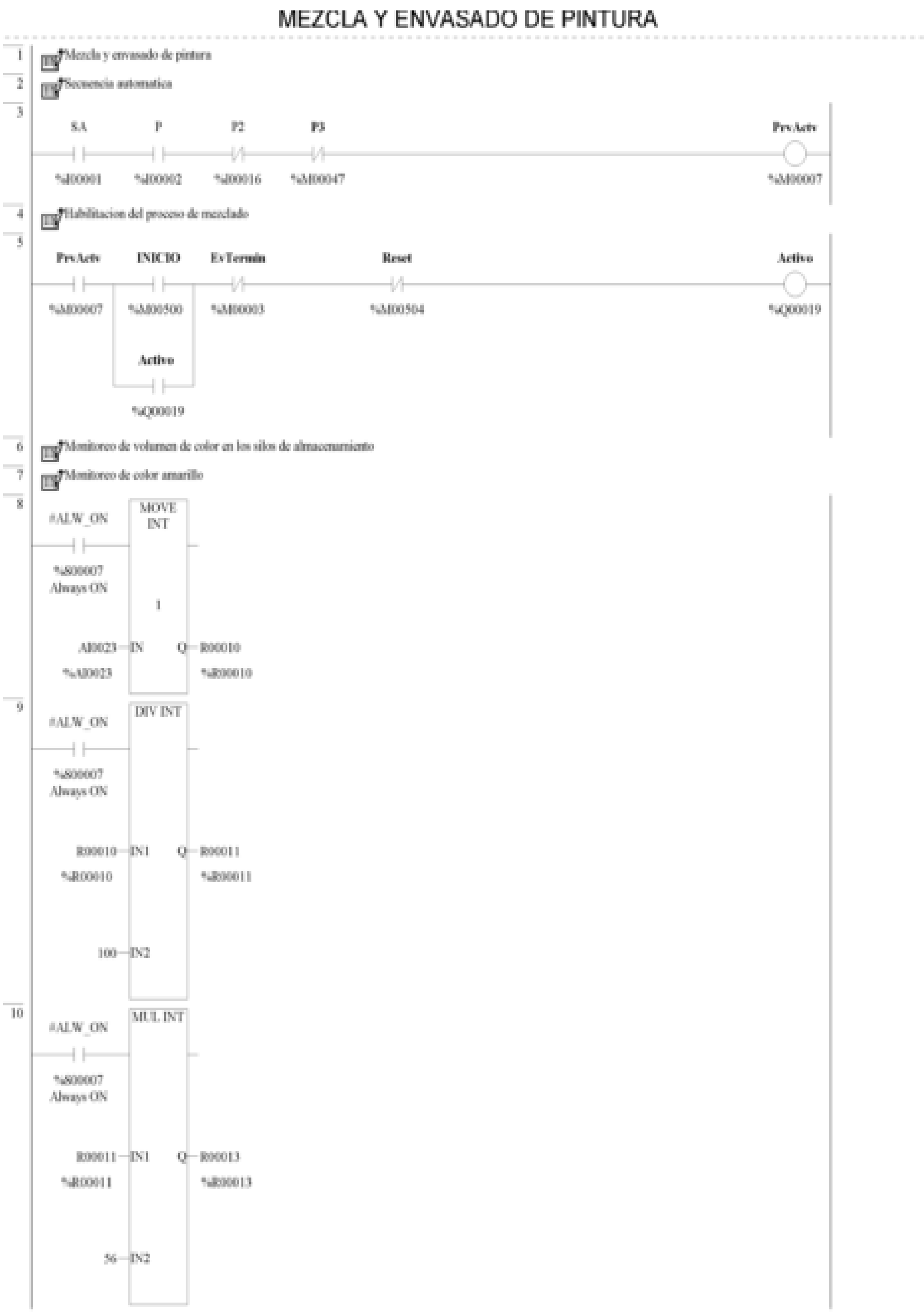
%VolumenXcolor = % de color* VolumenRequerido

%VolumenXcolor = (valor de color / 100)* (125* N_latas)

%VolumenXcolor = 1.25(valor de color)* (N_ latas)

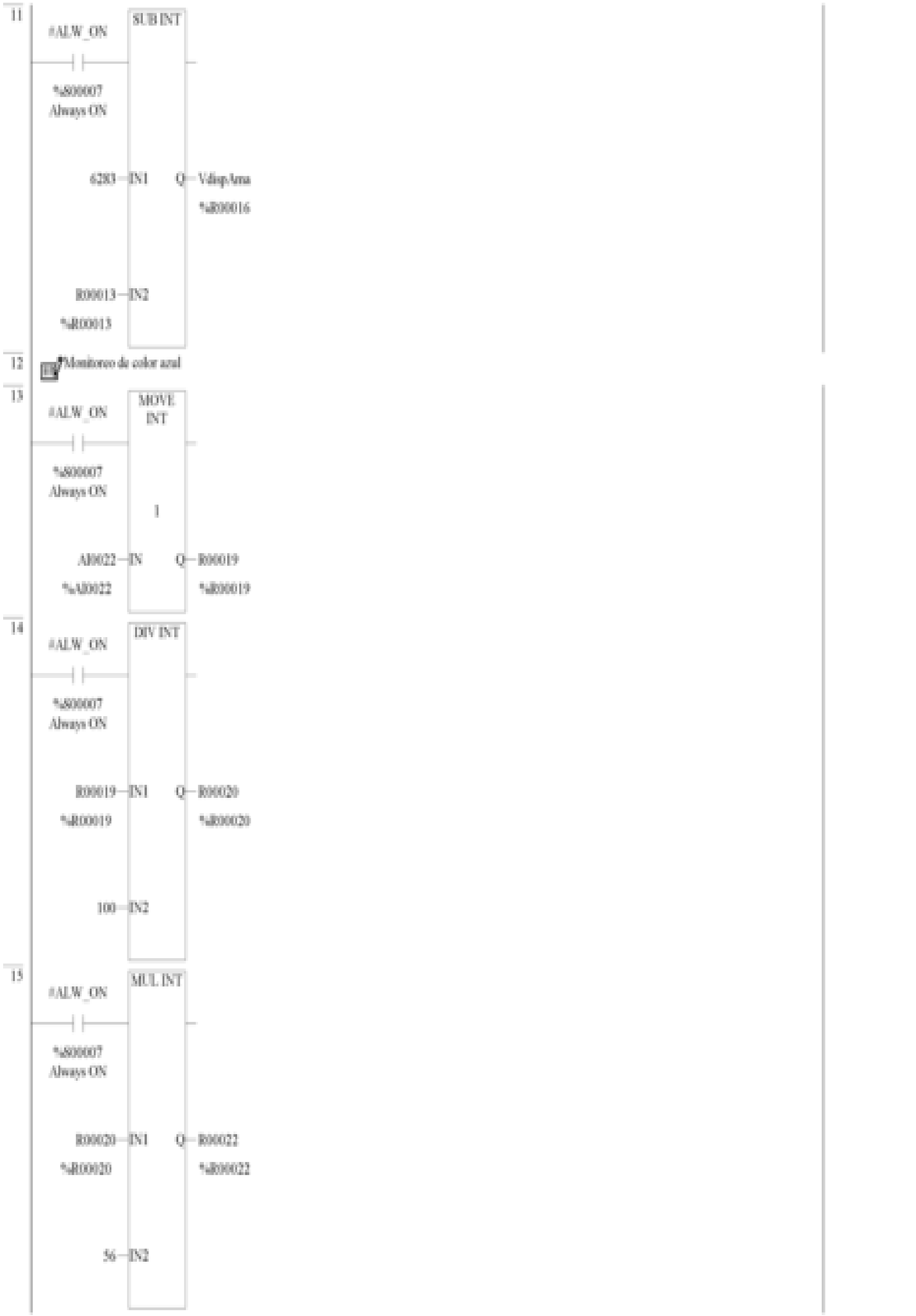
Se realiza está operación en Intouch

Programa

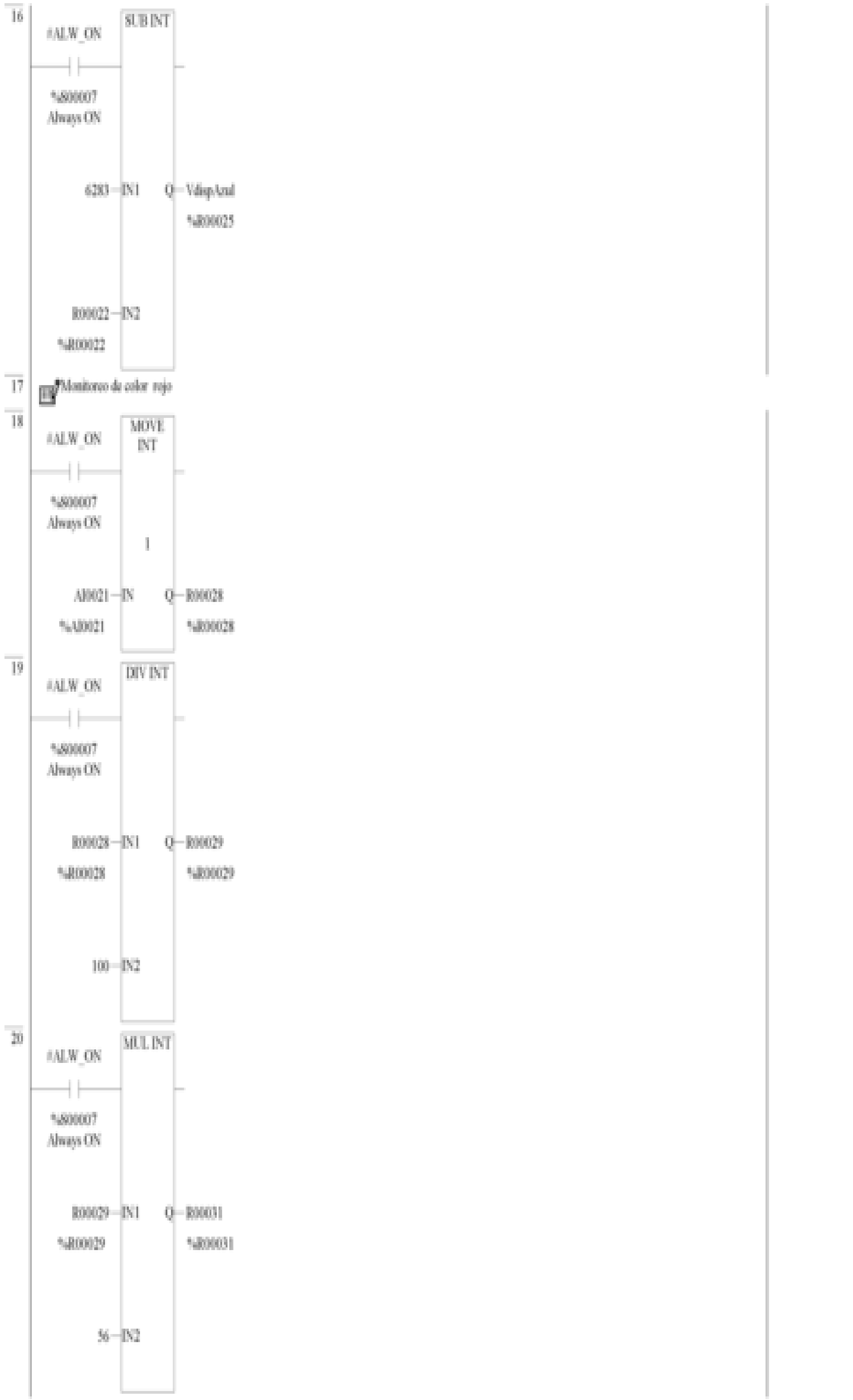


MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA
Mezcla y envasado de pintura
Secuencia automatica
SA
P
P2
P3
PrvActv
%I00001
%I00002
%I00016
%M00047
%M00007
Habilitacion del proceso de mezclado
PrvActv
INICIO
EvTermin
Reset
Activo
%M00007
%M00500
%M00003
%M00504
%Q00019
Activo
%Q00019
Monitoreo de volumen de color en los silos de almacenamiento
Monitoreo de color amarillo
#ALW_ON
MOVE INT
%S00007
Always ON
1
AI0023
IN
Q
R00010
%AI0023
%R00010
#ALW_ON
DIV INT
%S00007
Always ON
R00010
IN1
Q
R00011
%R00010
%R00011
100
IN2
#ALW_ON
MUL INT
%S00007
Always ON
R00011
IN1
Q
R00013
%R00011
%R00013
56
IN2

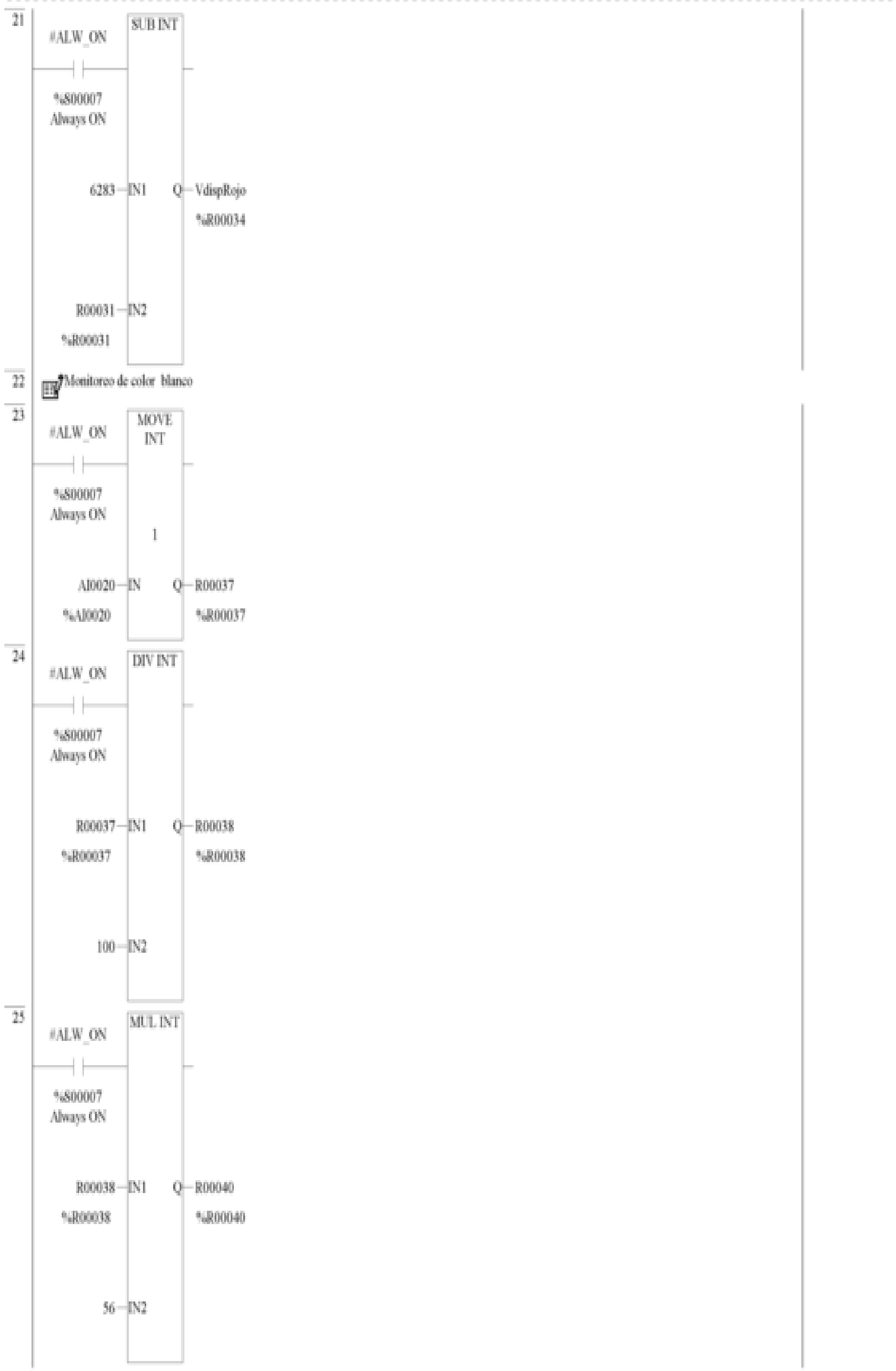
MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA



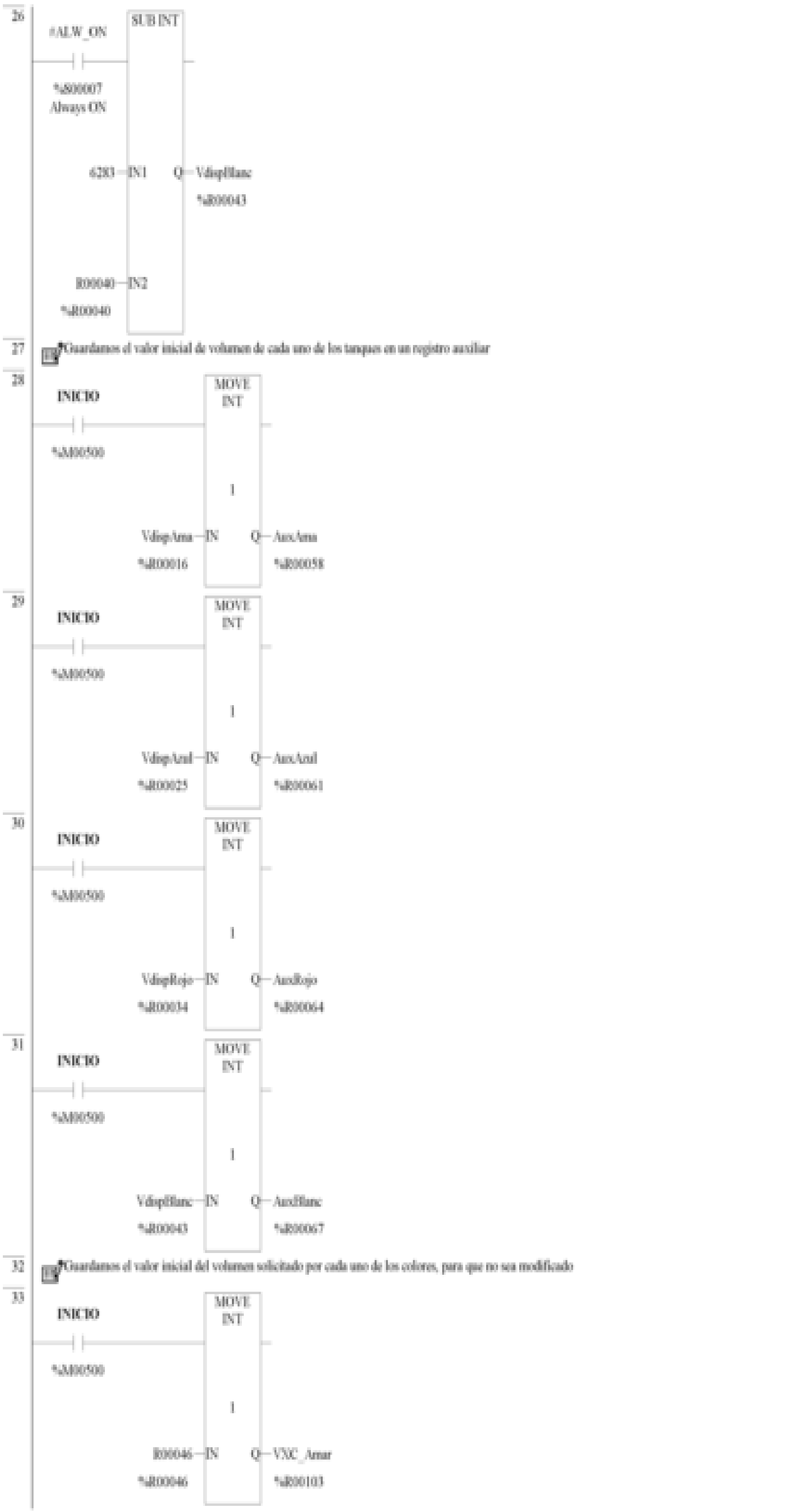
MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA



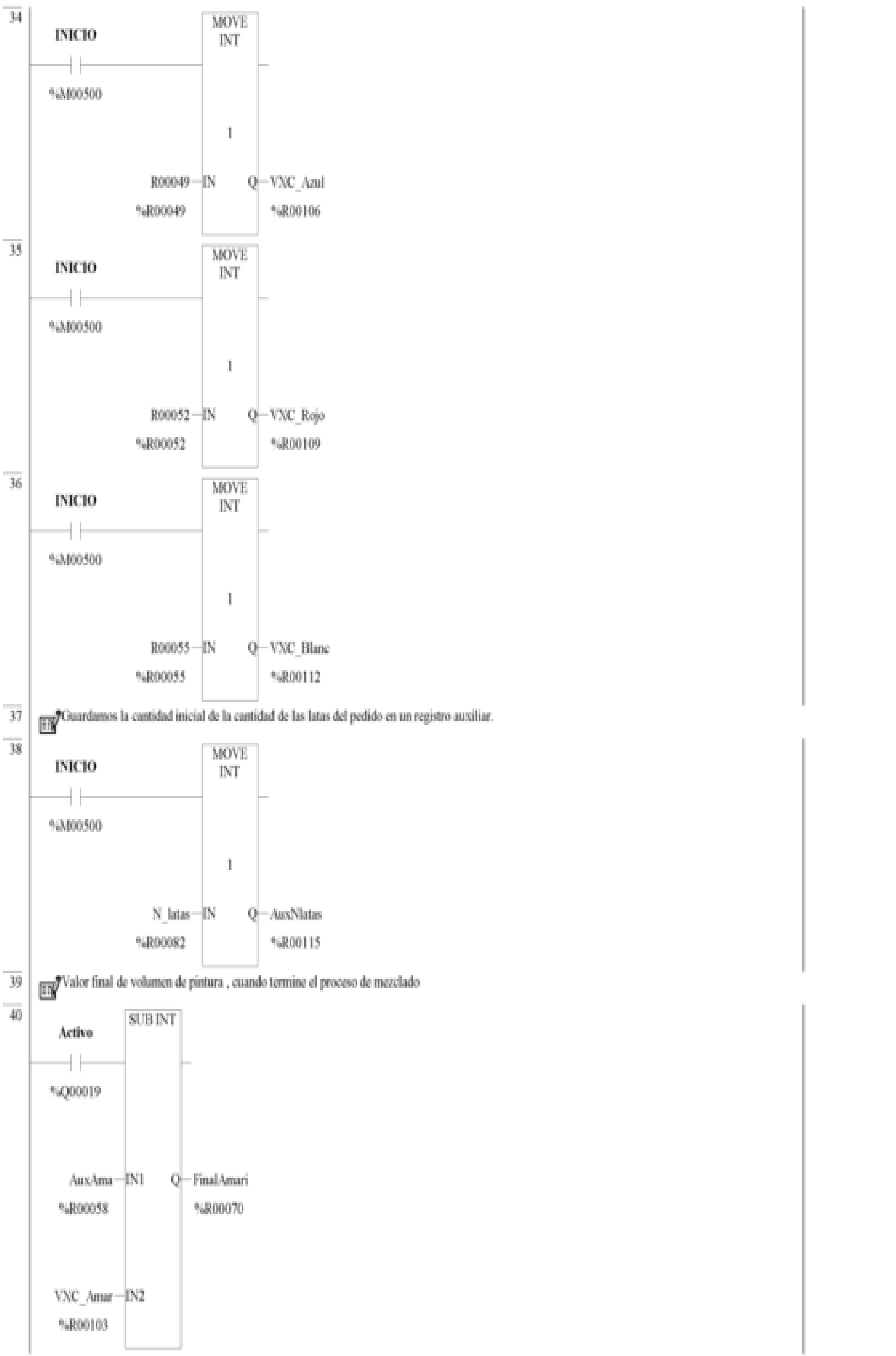
MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA

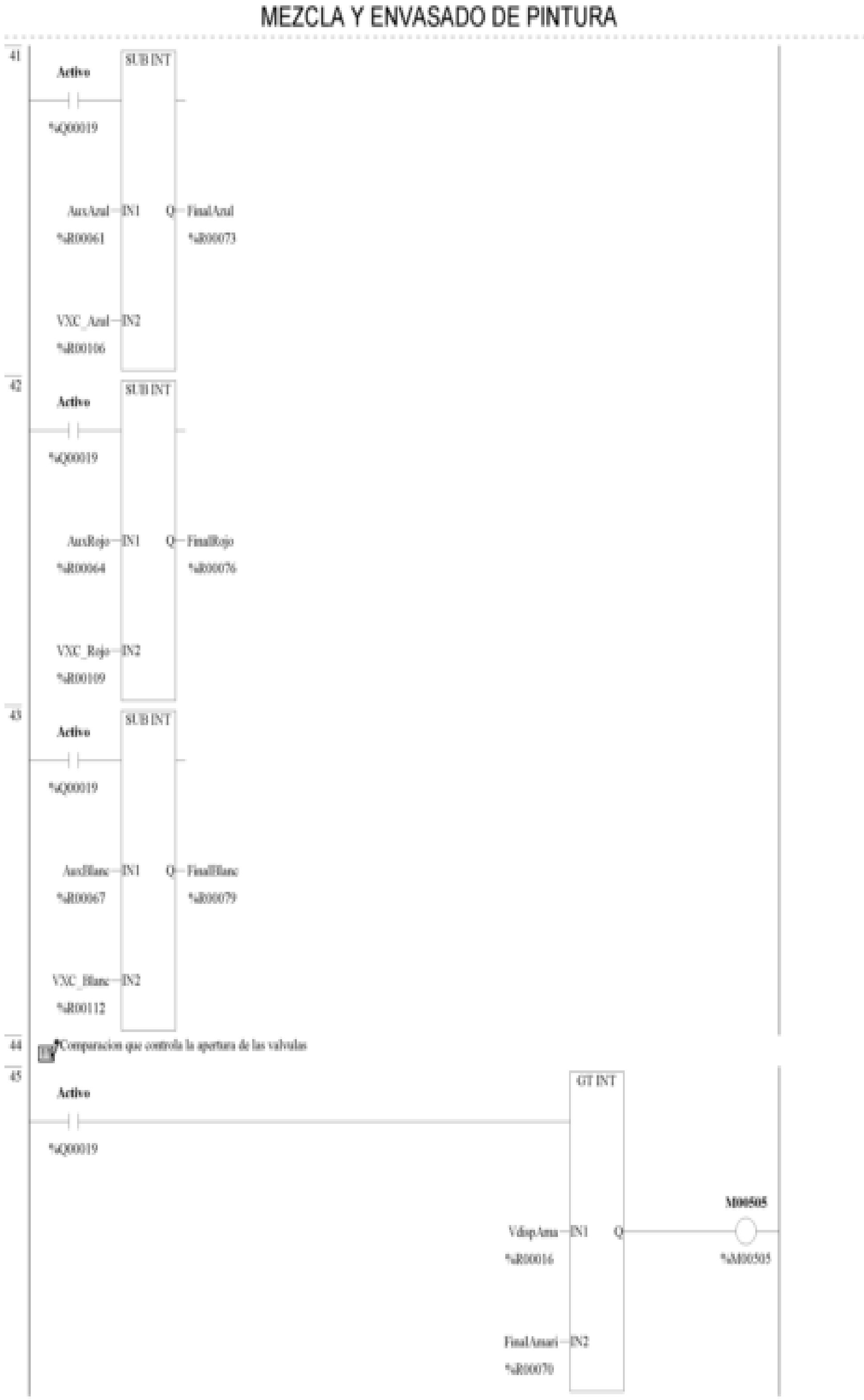


MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA

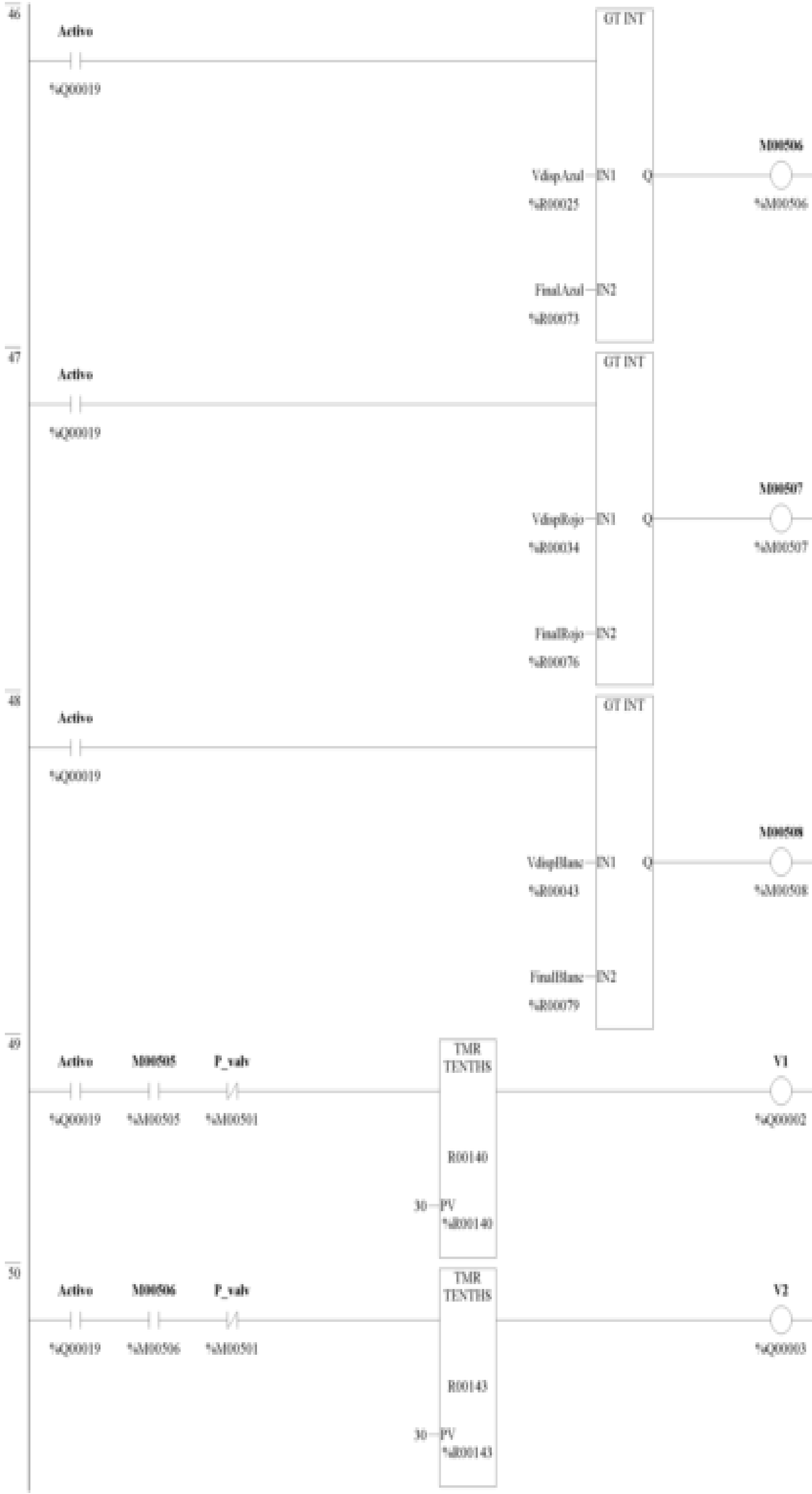


MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA

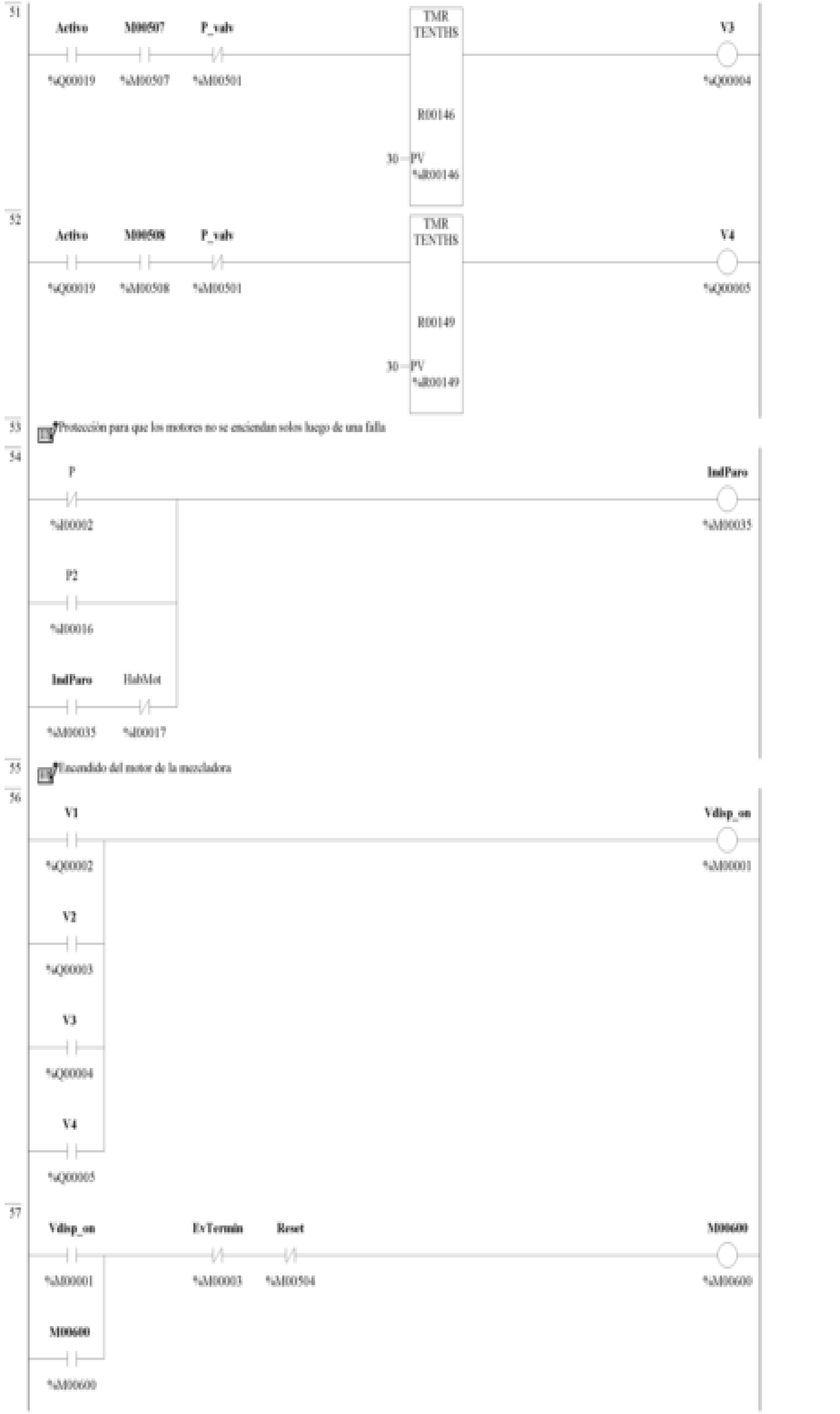



MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA
41
Activo
SUB INT
%Q00019
AuxAzul IN1 Q FinalAzul
%R00061 %R00073
VXC_Azul IN2
%R00106
42
Activo
SUB INT
%Q00019
AuxRojo IN1 Q FinalRojo
%R00064 %R00076
VXC_Rojo IN2
%R00109
43
Activo
SUB INT
%Q00019
AuxBlanc IN1 Q FinalBlanc
%R00067 %R00079
VXC_Blanc IN2
%R00112
44
Comparacion que controla la apertura de las valvulas
45
Activo
GT INT
%Q00019
M00505
VdispAma IN1 Q
%R00016 %M00505
FinalAmari IN2
%R00070

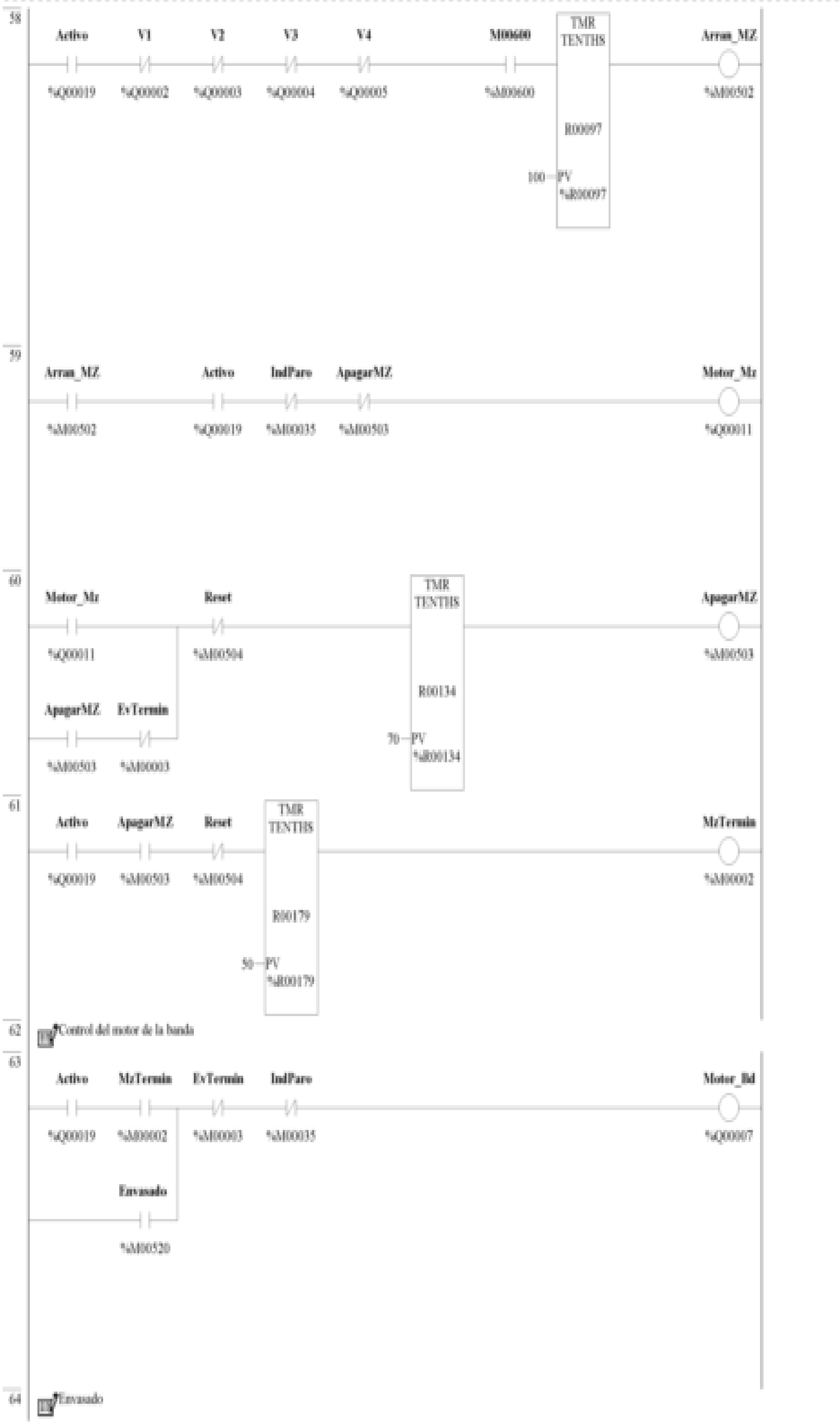
MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA



MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA

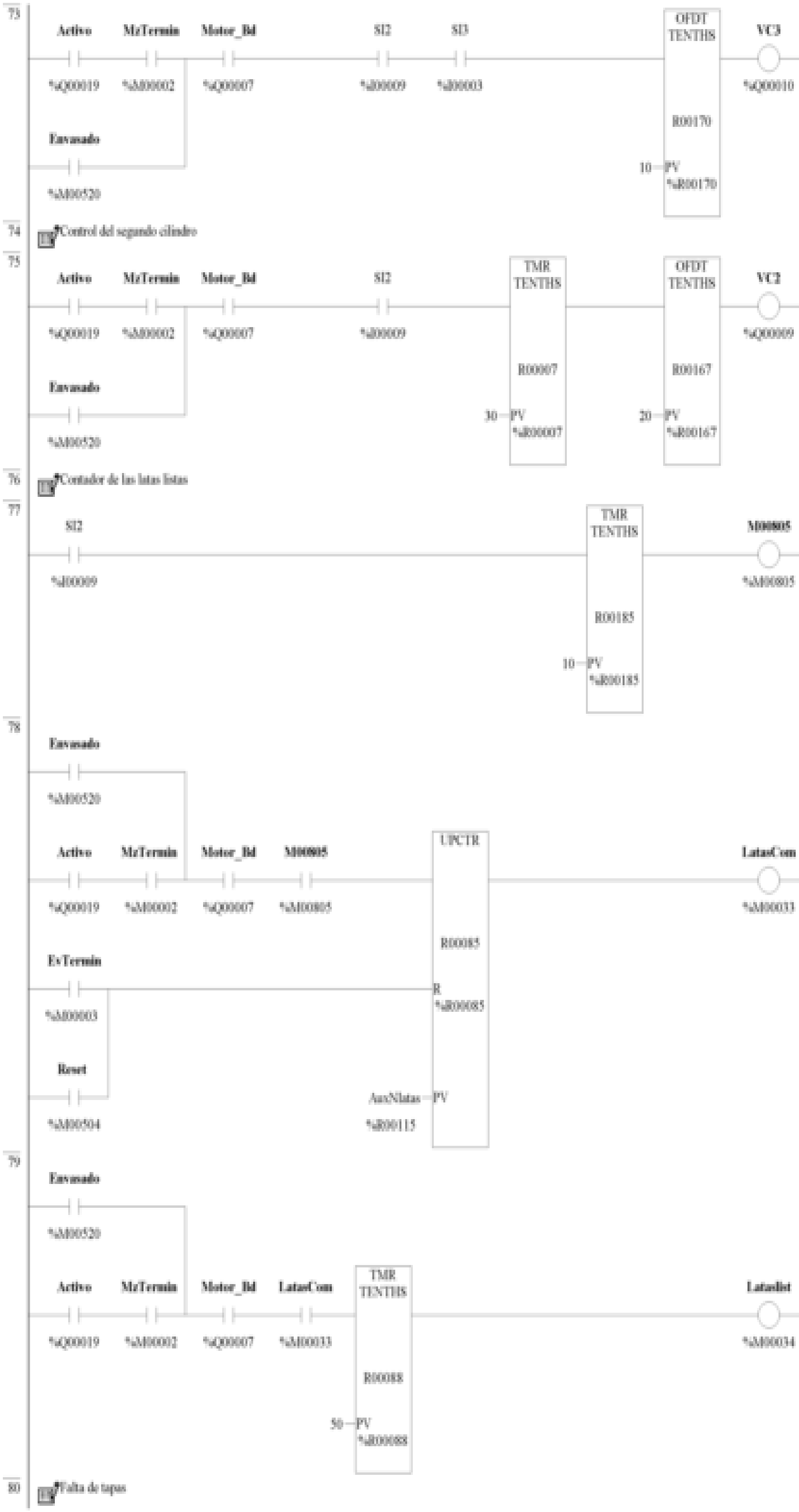


MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA



MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA

MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA



MEZCLA Y ENVASADO DE PINTURA

7.4 SCADA

7.4.1 Pantallas

Figura 17: *Menú*

Figura 18: *Selección del color deseado*

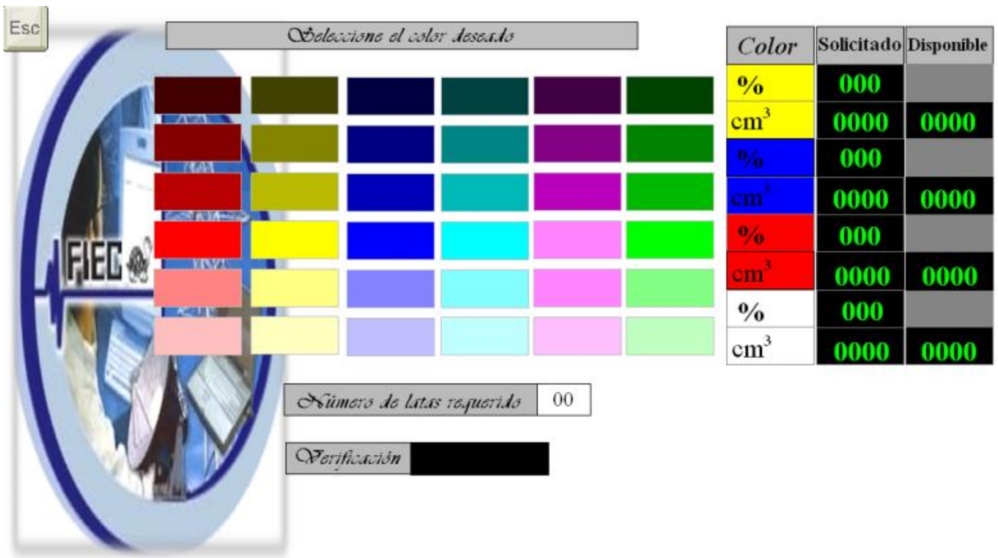


Figura 19: *Verificación del color deseado "No disponible"*

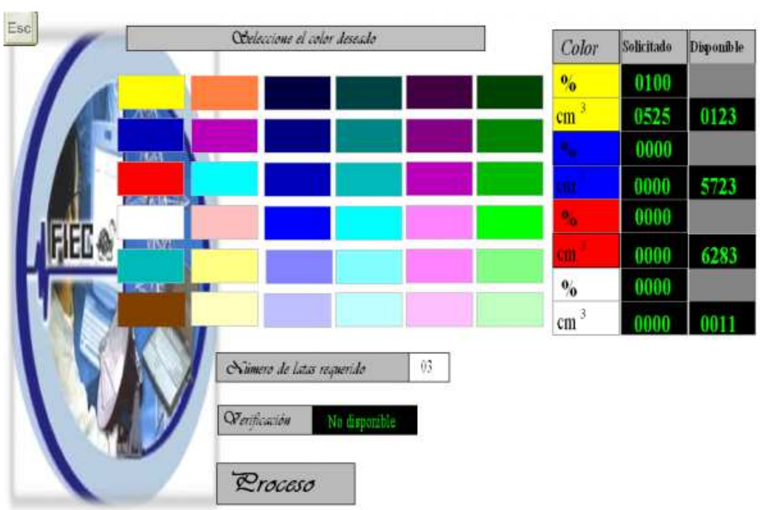


Figura 20: ***Verificación del color deseado "Valido"***

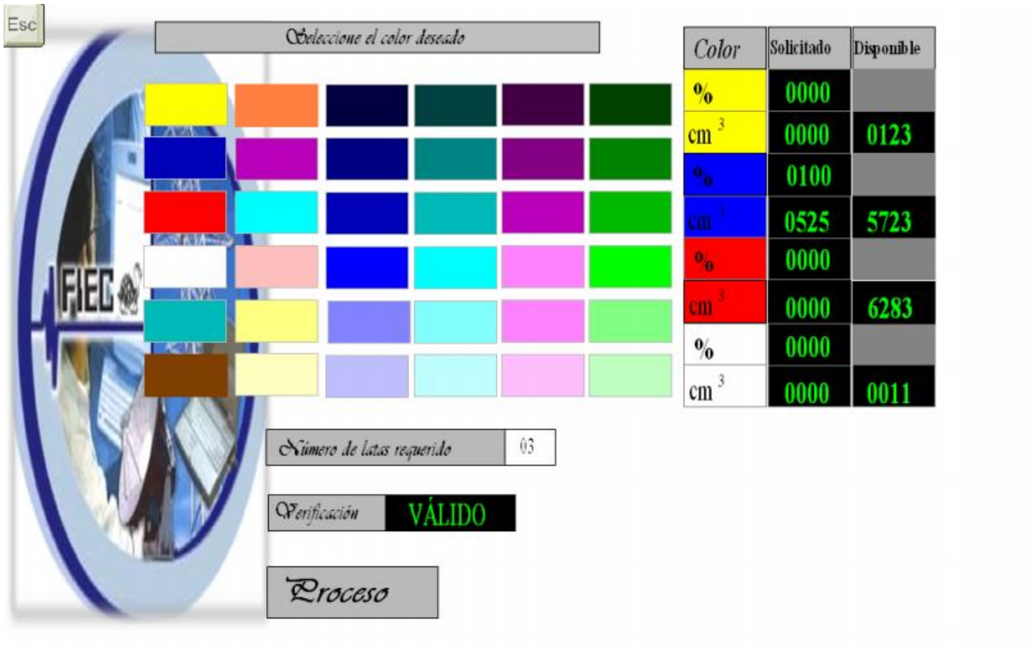


Figura 21: ***Monitoreo de proceso.***

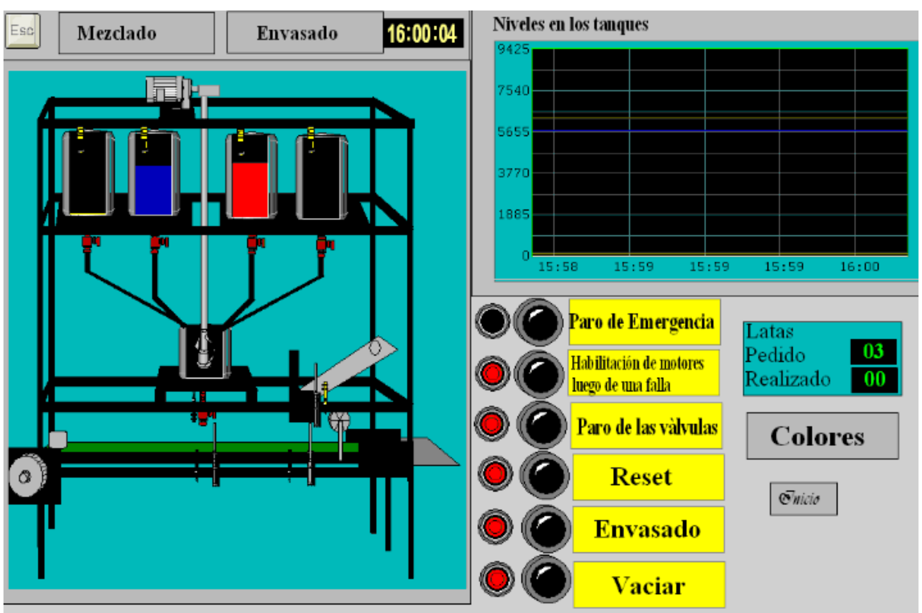


Figura 22: ***Proceso de mezclado***

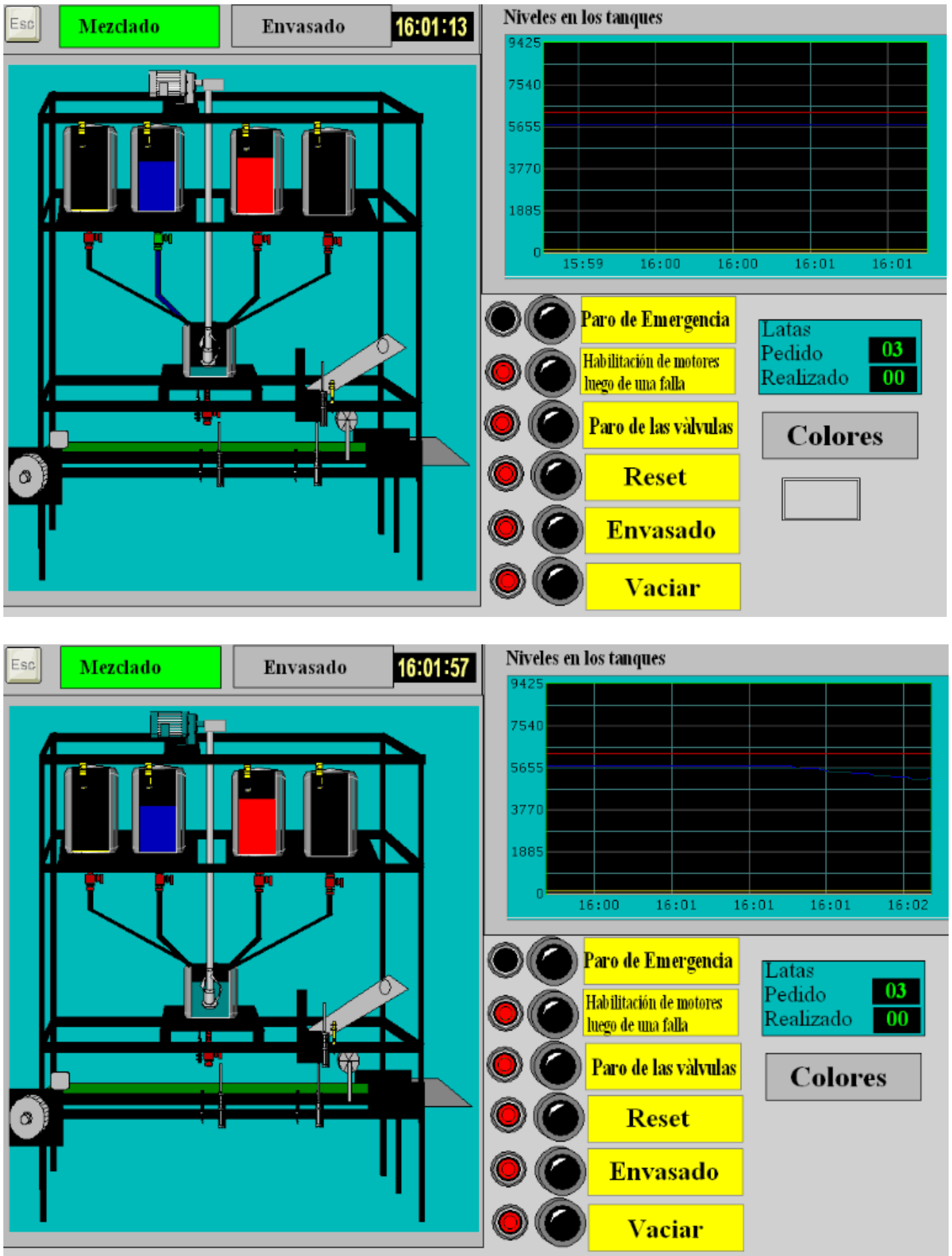


Figura 23: *Proceso de envasado*

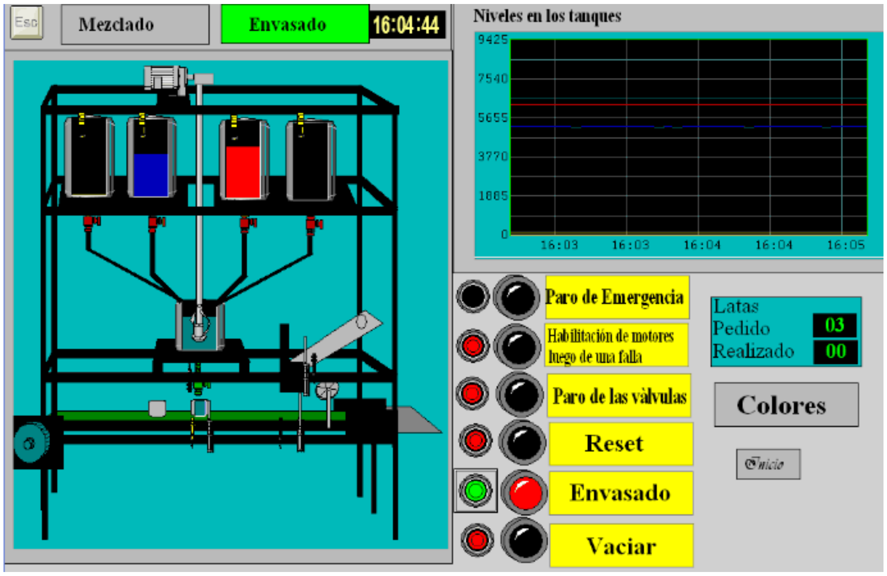


Figura 24: *Proceso de tapado*

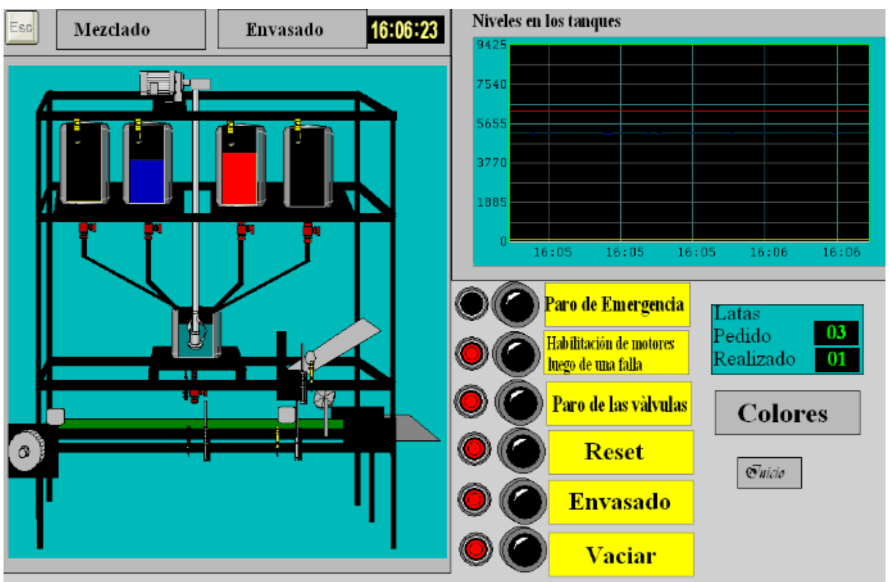
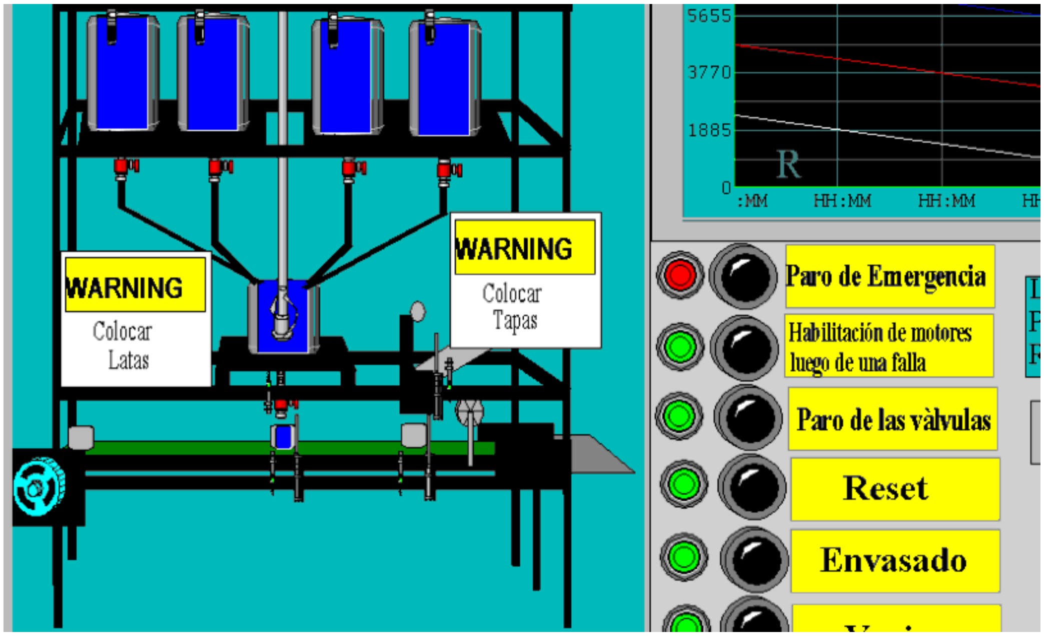


Figura 25: ***Alarmas***



7.4.2 Programación scripts

{%VolumenXcolor = % de color* VolumenRequerido}

VolumenXcolorAmarillo = 1.25 * Amarillo* (N_latas + 1.2);

VolumenXcolorAzul = 1.25 * Azul* (N_latas + 1.2);

VolumenXcolorRojo = 1.25 * Rojo* (N_latas + 1.2);

VolumenXcolorBlanco = 1.25 * Blanco* (N_latas + 1.2);

```
{Verificación del color}

IF Verificar == 1  THEN
    Suma = Amarillo + Azul + Rojo + Blanco;
    IF VdispAmar >=   VolumenXcolorAmarillo THEN
         IF VdispAzul >=   VolumenXcolorAzul THEN
              IF VdispRojo >=   VolumenXcolorRojo THEN
                   IF VdispBlanc>=   VolumenXcolorBlanco THEN
                         IF  Suma  <=  100  AND N_latas >= 3  THEN
                               Verificación  = 1;
                          ELSE
                          Verificación  = 0;
                          ENDIF;
                    ELSE
                    Verificación  = 0;
                    ENDIF;
               ELSE
               Verificación  = 0;
               ENDIF;
          ELSE
          Verificación  = 0;
         ENDIF;
      ELSE
      Verificación  = 0;
```

```
    ENDIF;
 ELSE
 Verificación  = 0;
ENDIF;



{Elección del color}

IF Color_1 == 1  THEN
   Amarillo = 100;
   Azul = 0;
   Rojo = 0;
   Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_2 == 1  THEN
   Amarillo = 0;
   Azul = 100;
   Rojo = 0;
   Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_3 == 1  THEN
   Amarillo = 0;
```

```
    Azul = 0;
    Rojo = 100;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_4 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 0;
    Rojo = 0;
    Blanco = 100;
ENDIF;

IF Color_5 == 1  THEN
    Amarillo = 50;
    Azul = 50;
    Rojo = 0;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_6 == 1  THEN
    Amarillo = 50;
    Azul = 0;
    Rojo = 50;
    Blanco = 0;
```

```
ENDIF;

IF Color_7 == 1  THEN
    Amarillo = 80;
    Azul = 0;
    Rojo = 20;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_8 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 50;
    Rojo = 50;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_9 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 20;
    Rojo = 0;
    Blanco = 80;
ENDIF;

IF Color_10 == 1  THEN
```

```
    Amarillo = 0;
    Azul = 0;
    Rojo = 20;
    Blanco = 80;
ENDIF;

IF Color_11 == 1  THEN
    Amarillo = 20;
    Azul = 0;
    Rojo = 0;
    Blanco = 80;
ENDIF;

IF Color_12 == 1  THEN
    Amarillo = 10;
    Azul = 0;
    Rojo = 0;
    Blanco = 90;
ENDIF;
IF Color_13 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 60;
    Rojo = 40;
    Blanco = 0;
```

```
ENDIF;

IF Color_14 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 70;
    Rojo = 30;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_15 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 80;
    Rojo = 20;
    Blanco = 0;
ENDIF;
IF Color_16 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 100;
    Rojo = 0;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_17 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
```

```
    Azul = 20;
    Rojo = 20;
    Blanco = 60;
ENDIF;

IF Color_18 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 10;
    Rojo = 10;
    Blanco = 80;
ENDIF;

IF Color_19 == 1  THEN
    Amarillo = 10;
    Azul = 90;
    Rojo = 0;
    Blanco = 0;
ENDIF;
IF Color_20 == 1  THEN
    Amarillo = 10;
    Azul = 80;
    Rojo = 0;
    Blanco = 10;
ENDIF;
```

```
IF Color_21 == 1  THEN
    Amarillo = 10;
    Azul = 60;
    Rojo = 0;
    Blanco = 30;
ENDIF;

IF Color_22 == 1  THEN
    Amarillo = 10;
    Azul = 50;
    Rojo = 0;
    Blanco = 40;
ENDIF;

IF Color_23 == 1  THEN
    Amarillo = 10;
    Azul = 40;
    Rojo = 0;
    Blanco = 50;
ENDIF;
IF Color_24 == 1  THEN
    Amarillo = 10;
    Azul = 30;
    Rojo = 0;
```

```
    Blanco = 60;
ENDIF;
IF Color_25 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 70;
    Rojo = 30;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_26 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 60;
    Rojo = 40;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_27 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 50;
    Rojo = 50;
    Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_28 == 1  THEN
```

```
    Amarillo = 0;
    Azul = 25;
    Rojo = 25;
    Blanco = 50;
ENDIF;
IF Color_29 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 20;
    Rojo = 20;
    Blanco = 60;
ENDIF;

IF Color_30 == 1  THEN
    Amarillo = 0;
    Azul = 10;
    Rojo = 10;
    Blanco = 80;
ENDIF;

IF Color_31 == 1  THEN
    Amarillo = 80;
    Azul = 20;
    Rojo = 0;
    Blanco = 0;
```

```
ENDIF;
IF Color_32 == 1  THEN
   Amarillo = 70;
   Azul = 30;
   Rojo = 0;
   Blanco = 0;
ENDIF;
IF Color_33 == 1  THEN
   Amarillo = 60;
   Azul = 40;
   Rojo = 0;
   Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_34 == 1  THEN
   Amarillo = 50;
   Azul = 50;
   Rojo  = 0;
   Blanco = 0;
ENDIF;

IF Color_35 == 1  THEN
   Amarillo = 20;
   Azul = 20;
```

```
   Rojo = 0;
   Blanco = 60;
ENDIF;
IF Color_36 == 1  THEN
   Amarillo = 10;
   Azul = 10;
   Rojo = 0;
   Blanco = 50;
ENDIF;

{Control de los cilindros}

IF VálvulaC1 == 1  AND Cilindro1 < 30 THEN
   Cilindro1 = Cilindro1 + 1;
 ENDIF;
IF VálvulaC1 == 0  AND Cilindro1  >  0 THEN
   Cilindro1 = Cilindro1  -  1;
 ENDIF;


IF VálvulaC2 == 1  AND Cilindro2 < 30 THEN
   Cilindro2 = Cilindro2 + 1;
 ENDIF;
IF VálvulaC2 == 0  AND Cilindro2  >  0 THEN
```

```
   Cilindro2 = Cilindro2  -  1;
 ENDIF;

IF VálvulaC3 == 1  AND Cilindro3 < 30 THEN
   Cilindro3 = Cilindro3 + 1;
 ENDIF;
IF VálvulaC3 == 0  AND Cilindro3  >  0 THEN
   Cilindro3 = Cilindro3  -  1;
 ENDIF;

{Proceso de mezclado}
IF v1 == 1 THEN
   VdispMz = VdispMz + 30;

ENDIF;
IF v2 == 1 THEN
   VdispMz= VdispMz + 30;

ENDIF;
IF v3 == 1 THEN
   VdispMz = VdispMz + 30;

ENDIF;
IF v4 == 1 THEN
```

```
   VdispMz = VdispMz + 30;

ENDIF;

{Control de LA BANDA}

IF Motor_Bd == 1  AND parar == 0  AND lata1   <   202 THEN
   lata1 = lata1 + 4;

ELSE
  lata1 = 0;
ENDIF;

IF VálvulaC1 == 0  OR lata2   >   131  THEN
     lata2 = 0;
             ELSE
     lata2 = lata2 + 4;
 ENDIF;

IF VálvulaC2 == 0  OR lata3   >   164  THEN
     lata3 = 0;
             ELSE
     lata3 = lata3+ 4;
 ENDIF;
```

```
IF  lata3   >  168 AND  lata3    <   187 THEN
   rodillo_tapado = rodillo_tapado  + 1;
   IF rodillo_tapado == 100 THEN
       rodillo_tapado = 0;
   ENDIF;
ENDIF;

{Proceso de envasado}
IF   S_ind1  ==  0 THEN
        Nivel_lata = 0;
ENDIF;

IF Reset == 1 THEN
    VdispMz = 0;
ELSE
        IF v5 == 1  AND VdispMz > 0 AND  S_ind1  == 1  THEN
            VdispMz = VdispMz  -  20;
            Nivel_lata = Nivel_lata  +  5;
    ENDIF;
ENDIF;
```

```
{Tapado}
IF Reset== 1   OR VálvulaC2 == 1 OR tapa1 > 104 THEN
        tapa1 = 0;
        tapa2 = 0;
 ENDIF;

IF S_ind3 == 1  AND S_ind2 == 1  THEN
    tapa1 = tapa1 + 5;
    tapa2 = tapa2 + 10;
    IF S_ind2 == 0  THEN
        tapa1 = 0;
        tapa2 = 0;
    ENDIF;
 ENDIF;

IF  lata3   >  33 AND  lata3    <   75 THEN
   rodillo_tapado = rodillo_tapado  + 1;
   IF rodillo_tapado == 100 THEN
       rodillo_tapado = 0;
   ENDIF;
ENDIF;


{Indicador proceso de mezclado}
```

```
IF ACTIVO == 1   AND    m2 == 0 THEN
    mezclado = 1;
ELSE
    mezclado = 0;
ENDIF;

{Indicador Proceso de envasado}
IF Motor_Bd == 1 THEN
    Envasado = 1;
ELSE
    Envasado = 0;
 ENDIF;
```

CAPÍTULO 8

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 Diseño de pruebas

Para la correcta interpretación y la validación de los resultados del proceso, se diseño una tabla de resultados que contiene distintas pruebas con la variedad de colores y la cantidad requerida de latas que podemos ingresar mediante el SCADA. Adicionalmente, se calcula el tiempo requerido para la culminación de cada una de las mezclas y envasado.

8.2 Pruebas y resultados

Tabla XXII: *PRUEBAS*

Prueba	Color				# de Latas	Tiempo (Minutos)
	Amarillo	Azul	Rojo	Blanco		
1	50%	50%	0%	0%	3	1.5
2	0%	50%	50%	0%	4	2.5
3	0%	33%	33%	33%	5	3.46
4	33%	33%	0%	33%	6	4.52
5	0%	0%	50%	50%	7	5.49
6	50%	0%	0%	50%	8	6.53
7	33%	0%	33%	33%	9	7.45
8	33%	33%	33%	0%	10	8.55

Las tapas no deben contener impurezas, para que así puedan deslizarse.

En cada receta, se presento una cantidad sobrante de material .

No colocar más de 3 latas en la banda para el llenado.

Las tapas se deben colocar una por una.

No se debe de mover el sensor capacitivo (se descalibra) .

La cantidad mínima de envases es de tres latas, para obtener el color requerido, y que no afecte algún residuo de mezclas anteriores.

En una receta no se puede preparar para más de 10 latas.

8.3 Análisis de resultados

Tabla XXIII: *ANÁLISIS DE RESULTADOS.*

Cuantos colores pre-establecidos se pueden preparar	36
Velocidad de la banda transportadora (RPM)	2.22
Capacidad de transportación de la banda	12
Velocidad del agitador (RPM)	388.81
Tiempo de mezclado (Segundos)	15
Número máximo de latas por cada producción	10
Tiempo promedio de llenado una lata (Segundos)	4.6
Tiempo de llenado del compresor (Minutos)	2.11
No de Latas por cada carga del compresor	10

Conclusiones y Recomendaciones

Recomendaciones

Se deben cortar los pedazos de estructura de forma precisa para facilitar el proceso de soldado.

Se debe verificar el buen estado de los discos de pulido, al momento de pulir la soldadura por seguridad y para darle un mejor acabado.

Luego de soldar piezas móviles no se las debe sumergir en agua por que se pueden quedar expandidas al realizar un cambio brusco de temperatura, y quitar movilidad al equipo.

Es preferible armar la banda aparte y luego acoplarla a la estructura.

Se recomienda realizar un sistema de lavado en el tanque de mezclado.

Conclusiones

Se dota al laboratorio de Automatización, de una máquina electro neumática, que obtiene 36 colores de pintura preestablecidos, además de tener la posibilidad de realizar cualquier nueva combinación, para que los estudiantes tengan prácticas de laboratorio.

El módulo permite apreciar el funcionamiento de sensores ultrasónicos, sensores inductivos y sensores capacitivos; y la utilización de cilindros neumáticos, electroválvulas y moto reductores en el proceso didáctico de mezcla y envasado de pinturas.

En el diseño y construcción del módulo didáctico se utilizaron los distintos criterios teóricos de instrumentación industrial, Instalaciones Eléctricas y Automatización Industrial durante los años de estudio.

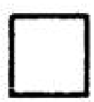
Anexos

Representación esquemática de las válvulas

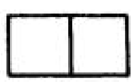
Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Hay que distinguir, principalmente:

1. Las vías, número de orificios correspondientes a la parte de trabajo.
2. Las posiciones, las que puede adoptar el distribuidor para dirigir el flujo por una u otra vía, según necesidades de trabajo.

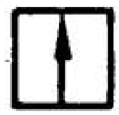
Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados.



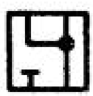
La cantidad de cuadrados yuxtapuestos indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora.



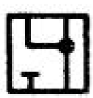
El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas (cuadros).



Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido.

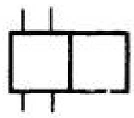


Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales.

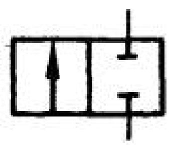


La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.

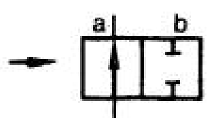
Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo o inicial.



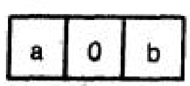
La otra posición se obtiene desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan.



Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c ... y 0.



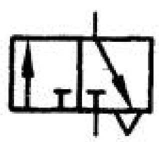
Válvula de 3 posiciones. Posición intermedia = Posición de reposo.



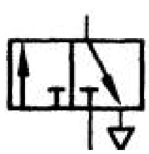
Por posición de reposo se entiende, en el caso de válvulas con dispositivo de reposición, p. Ej., un muelle, aquella posición que las piezas móviles ocupan cuando la válvula no está conectada.

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido.

Conductos de escape sin empalme de tubo (aire evacuado a la atmósfera). Triángulo directamente junto al símbolo.



Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a un punto de reunión). Triángulo ligeramente separado del símbolo.



Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas:

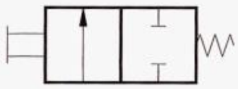
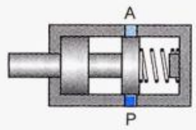
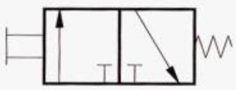
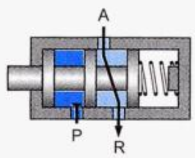
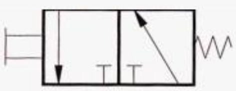
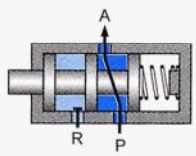
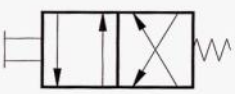
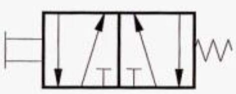
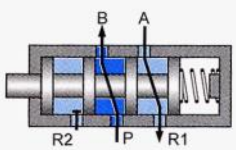
Rige lo siguiente:

Tuberías o conductos de trabajo A, B, C ....

Empalme de energía P ....

Salida de escape R, S, T ....

Tuberías o conductos de pilotaje Z, Y, X ....

Símbolo	Forma constructiva	Función	Aplicación
		Función de conexión 2/2 ON/OFF sin escape.	Motores de aire y sopladores neumáticos.
		3/2 Normalmente cerrada. NC	Cilindros de simple efecto y señales neumáticas.
		3/2 Normalmente abierta. NO	Cilindros de simple efecto y señales neumáticas inversas.
		4/2 Conexión entre utilizaciones A y B con escape común.	Cilindros de doble efecto.
		5/2 Conexión entre utilizaciones A y B con escapes separados.	Cilindros de doble efecto.

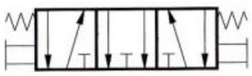
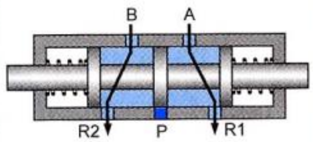
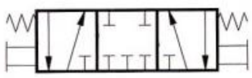
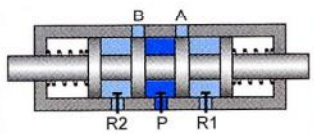
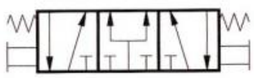
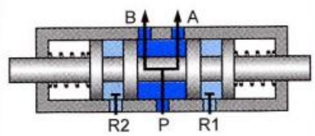
Símbolo	Forma constructiva	Función	Aplicación
		5/3 Centro abierto. Como 5/2, pero con utilizaciones A y B a escape en posición central.	Cilindro de doble efecto, con posibilidad de ser despresurizado.
		5/3 Centro cerrado. Como 5/2, pero con todas las vías cerradas en posición central.	Cilindro de doble efecto, que se ha de detener en cualquier posición.
		5/3 Centro presurizado. Como 5/2, pero con presión en las vías de utilización en posición central.	Aplicaciones especiales. Cilindros con unidad de bloqueo.

Table 310.16 Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0 Through 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)

	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A).]						
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
Size AWG or kcmil	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM			Size AWG or kcmil
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	—	—	—	—
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

CORRECTION FACTORS

Ambient Temp. (°C)	For ambient temperatures other than 30°C (86°F), multiply the allowable ampacities shown above by the appropriate factor shown below.						Ambient Temp. (°F)
21–25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70–77
26–30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78–86
31–35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87–95
36–40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96–104
41–45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105–113
46–50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114–122
51–55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123–131
56–60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	132–140
61–70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	141–158
71–80	—	—	0.41	—	—	0.41	159–176

* See 240.4(D).

Table 310.15(B)(2)(a) Adjustment Factors for More Than Three Current-Carrying Conductors in a Raceway or Cable

Number of Current-Carrying Conductors	Percent of Values in Tables 310.16 through 310.19 as Adjusted for Ambient Temperature if Necessary
4–6	80
7–9	70
10–20	50
21–30	45
31–40	40
41 and above	35

Table 430.22(E) Duty-Cycle Service

Classification of Service	Nameplate Current Rating Percentages			
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	30- & 60-Minute Rated Motor	Continuous Rated Motor
Short-time duty operating valves, raising or lowering rolls, etc.	110	120	150	—
Intermittent duty freight and passenger elevators, tool heads, pumps, drawbridges, turntables, etc. (for arc welders, see 630.11)	85	85	90	140
Periodic duty rolls, ore- and coal-handling machines, etc.	85	90	95	140
Varying duty	110	120	150	200

Note: Any motor application shall be considered as continuous duty unless the nature of the apparatus it drives is such that the motor will not operate continuously with load under any condition of use.

Table 430.37 Overload Units

Kind of Motor	Supply System	Number and Location of Overload Units, Such as Trip Coils or Relays
1-phase ac or dc	2-wire, 1-phase ac or dc ungrounded	1 in either conductor
1-phase ac or dc	2-wire, 1-phase ac or dc, one conductor grounded	1 in ungrounded conductor
1-phase ac or dc	3-wire, 1-phase ac or dc, grounded neutral conductor	1 in either ungrounded conductor
1-phase ac	Any 3-phase	1 in ungrounded conductor
2-phase ac	3-wire, 2-phase ac, ungrounded	2, one in each phase
2-phase ac	3-wire, 2-phase ac, one conductor grounded	2 in ungrounded conductors
2-phase ac	4-wire, 2-phase ac, grounded or ungrounded	2, one per phase in ungrounded conductors
2-phase ac	Grounded neutral or 5-wire, 2-phase ac, ungrounded	2, one per phase in any ungrounded phase wire
3-phase ac	Any 3-phase	3, one in each phase*

**Exception:* An overload unit in each phase shall not be required where overload protection is provided by other approved means.*

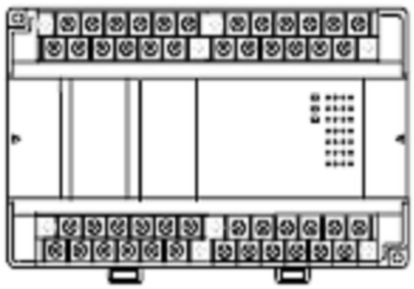
Table 430.52 Maximum Rating or Setting of Motor Branch-Circuit Short-Circuit and Ground-Fault Protective Devices

	Percentage of Full-Load Current			
Type of Motor	Nontime Delay Fuse[1]	Dual Element (Time-Delay) Fuse[1]	Instantaneous Trip Breaker	Inverse Time Breaker[2]
Single-phase motors	300	175	800	250
AC polyphase motors other than wound-rotor	300	175	800	250
Squirrel cage — other than Design B energy-efficient	300	175	800	250
Design B energy-efficient	300	175	1100	250
Synchronous[3]	300	175	800	250
Wound rotor	150	150	800	150
Direct current (constant voltage)	150	150	250	150

Hoja de datos de los equipos utilizados

IC200UDR005
28 Point Micro PLC, (16) 24VDC In, (1) 24VDC Out, (11) Relay Out, 120/240VAC Power Supply

VersaMax Micro PLC IC200UDR005 accepts sixteen DC inputs and provides one 24VDC output and eleven normally-open 2 Amp relay outputs.



Features

- 100VAC to 240VAC nominal input power for PLC operation.
- Sixteen configurable DC inputs that can be used as positive or negative logic standard inputs, including up to four High-speed Counter inputs.
- Eleven Form A relay outputs (SPST-single pole single throw).
- One DC output that can be used as a standard, High-speed Counter, Pulse-Width Modulated, or Pulse Train output.
- +24VDC output power available for field devices, up to 200mA maximum.
- Supports up to four Expansion Units in any combination.
- Four removable screw-down "barrier-style" terminal strips with protective covers.
- Two Serial communications ports. Port 1 (RS-232) supports SNP/SNPX slave protocols. Port 2 (RS-485) supports SNP/ SNPX Slave and Master protocols, RTU slave protocol and Serial I/O.
- Time-of-Day clock.
- Run/Stop mode switch that can be configured as a run/stop switch, a memory protect switch, and also used for clearing faults when a fatal fault exists.
- Two analog potentiometers.
- Full-featured programming Instruction Set with floating point math. The application program can be either Ladder Diagram (LD) or Instruction List (IL) format.
- 9K words of program memory, 2048 words of registers.
- Flash memory (ROM) for non-volatile program storage and for system firmware.
- Configurable to read configuration at powerup from either RAM or flash memory (ROM). Can also be configured to read application program from flash at powerup.
- Capacitor backs up RAM and the Time-of-Day clock for at least 30 minutes.
- Optional lithium battery backup for RAM and real-time clock.

IC200UDR005
28 Point Micro PLC, (16) 24VDC In, (1) 24VDC Out, (11) Relay Out, 120/240VAC Power Supply

Micro PLC IC200UDR005 Specifications

Weight	580 grams (1.28lbs)
Module Dimensions	Height: 90mm (3.6 inches) Depth: 76mm (3.0 inches) Width: 150mm (6.0 inches)
Typical Scan Rate	1.1 ms/K for Boolean logic (see appendix A)
Real Time Clock accuracy(for Timer contacts and Timer function blocks)	+/-0.5%
Time-of-Day Clock accuracy	+/-5 sec/day @10degC, +/-5 sec/day @25degC, and +/-11 sec/day @55degC or across full temperature range
Inputs	Sixteen 24 VDC positive/negative logic input circuits
Outputs	Eleven normally open 2 amp relay circuits One DC Output (Q1)
High-speed Counters	Up to four Type A or one Type A and one Type B
Maximum number of slave devices per RS-485 network	8 (can be increased with a repeater)
+24 VDC Output Power Supply (for input circuits and user devices)	200mA maximum
+5 VDC output of Serial Ports	Serial Port 1, pin 7: 100mA maximum* Serial Port 2, pin 5: 100mA maximum* *Combined port 1 and port 2 total not to exceed 100mA max.
Lithium battery (IC200ACC403): shelf life installed	 Up to 5 years typical at 30 °C, Up to 3 years typical at 55 °C 4 months battery backup time (powered down) minimum at 55 °C

AC Power Specifications

Range Frequency	100 -15% to 240 +10% VAC 50 -5% to 60 +5% Hz
Hold-up	10mS at 85 to 100VAC, 20mS at 100 to 265VAC
Inrush Current	30 Amp maximum at 200 VAC 40 Amp maximum at 265 VAC
Inrush Time	2 ms for 40Amp
Input Current	0.20 Amp typical at 200 VAC 0.10 Amp typical at 100 VAC
Input Power Supply Rating	26 VA

DC Inputs

Each input can have positive or negative logic characteristics. Current into an input point results in a logic 1 in the input status table (%I). Input characteristics are compatible with a wide range of input devices, such as pushbuttons, limit switches, and electronic proximity switches.

DC Input Specifications

Number of Inputs		16
Rated Input Voltage		24 volts DC
Input Voltage Range		0 to 30 volts DC
Input Current		7.5mA typical
Input Resistance		2.8 Kohms
Input Threshold Voltage	ON	15VDC minimum
	OFF	5VDC maximum
Input Threshold Current	ON	4.5mA maximum
	OFF	1.5mA minimum
Response Time		0.5 to 20ms configurable as regular input; 100µs as HSC input
Isolation Voltage		1500V RMS field side to logic side 500V RMS between groups

IC200UDR005
28 Point Micro PLC, (16) 24VDC In,
(1) 24VDC Out, (11) Relay Out, 120/240VAC Power Supply

DC Output (Q1)

The DC output circuit (Q1) can be configured to be a standard, High Speed Counter, pulse train, or PWM output.

The following table shows DC output circuit specifications.

DC Output Specifications

Output logic		Positive Logic
Operating Voltage		24VDC / 12VDC / 5VDC
Voltage Range		24 VDC, +20%, -80%
Maximum UL Pilot Duty Rating		0.75A at 24 VDC
Maximum Resistive Load Rating		0.75A at 24 VDC 0.5A at 12 VDC 0.25A at 5 VDC
Output Voltage Drop		0.3 VDC maximum
Response	ON	0.1ms maximum (24 VDC, 0.2A)
	OFF	0.1ms maximum (24 VDC, 0.2A)
OFF state leakage		0.1mA maximum
Isolation		1500 VAC between field side and logic side 500 VAC between groups
Fuse		Output should be fused externally. Otherwise, a load short can damage the module output transistor, which is not user replaceable.

Relay Outputs (Q2 – Q12)

The Micro PLC's 11 normally-open relay outputs can control a wide range of load devices such as motor starters, solenoids, and indicators. The switching capacity of each of these circuits is 2 amps. An external source of AC or DC power must be supplied to operate field devices.

Relay Output Specifications

Operating Voltage	5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC		
Isolation	1500 V RMS between field side and logic side 500 V RMS between groups		
Leakage Current	15 mA at 240 VAC maximum		
Maximum UL Pilot Duty Rating	2 amps at 24 VDC and 240 VAC		
Maximum Resistive Load Rating	2 amps at 24 VDC and 240 VAC		
Minimum Load	10 mA		
Maximum Inrush	5 amps per half cycle		
On Response Time	15 ms maximum		
Off Response Time	15 ms maximum		
Contact Life: Mechanical	20×10^6 mechanical operations		
Contact Life: Electrical Voltage 240VAC, 120VAC, 24VDC	Current: Resistive 2.0A	Current: Lamp and Solenoid 0.6A	Typical Operations 200,000

High Speed Counters

VersaMax Micro PLC UDR005 can be configured to provide built-in high-speed counter and pulse operation.

When configured for High-speed Counter operation, inputs I1 to I8 can be set up as:

- Up to four Type A Counters or
- One Type A and one Type B Counter.

Each counter provides direct processing of rapid pulse signals up to 10kHz for industrial control applications such as meter proving, turbine flowmeter, velocity measurement, material handling, motion control, and process control.

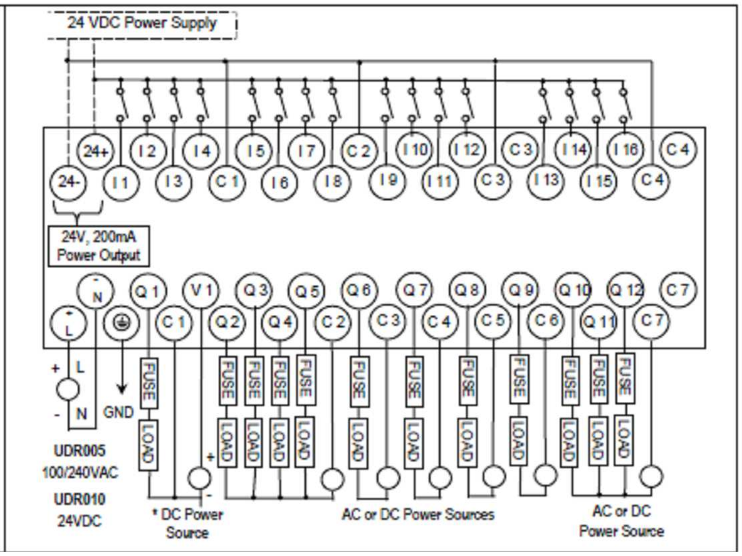
Each counter can be enabled independently. Type A counters can be configured for up or down counting (default is up) and for positive or negative edge detection (default is positive). The type B counter provides an A Quad B counting function.

The DC output (Q1) can be configured as a counter, Pulse Train, or PWM output. The relay outputs can be configured as up to three HSC outputs. Relay outputs cannot be used as Pulse Train or PWM outputs.

High-speed Counter Input/PWM & Pulse Train Output Specifications

Available High Speed Counters	Up to four Type A or one Type A and one Type B
Maximum Counter Frequency	10kHz
Input Voltage	ON 15V OFF 5V
Count Pulse Width	20% to 80% duty cycle at 10kHz
Count Registers	16bits
Outputs	
Load Voltage	Q1: 5/12/24V Q2-Q4: See relay output specifications
Maximum Pulse/PWM Frequency	5kHz (Q1 only)
Type available	Up to four HSC outputs or three HSC outputs plus one PT or PWM output.

28-Point Micro PLCs and Expansion Units

IC200UDR005 ***IC200UDR010*** ***Micro PLCs***	

DC Power Specifications for Expansion Units IC200EUX616, UEX626, UEX724, UEX726

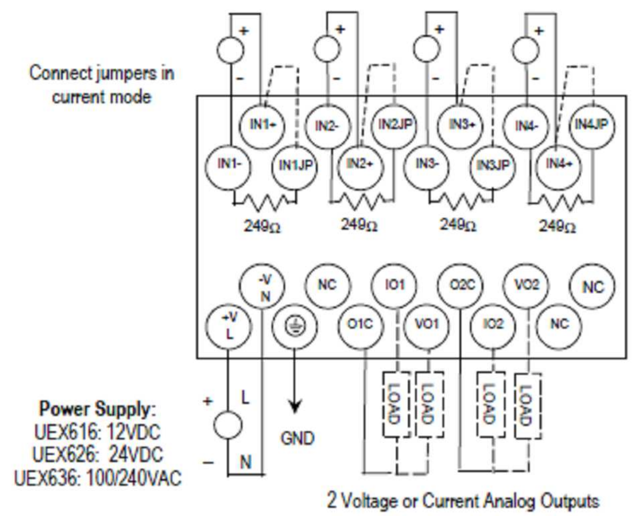
	IC200UEX616	IC200UEX626, UEX724, UEX726
Power voltage	12VDC	24VDC
Range	9.6VDC - 15VDC	19.2VDC to 30VDC
Hold-up	10.1ms at 9.6V	24.5ms at 19.2V
Inrush Current/Time	0.9A / 1ms at 15V	2.5V / 1ms at 30V
Input Current	0.15A at 15V	0.1A at 30V
Input Power Supply Rating	2.25W	3W

The DC power source must have enough transient current capability to support the inrush current of the power supply and to maintain the nominal voltage level.

Analog Expansion Units

IC200UEX616
IC200UEX626
IC200UEX636
Expansion Units

The resistors illustrated are internal.



■ Sensing distance

Sensing distance are based on a standard target made of mild steel. If the target to be sensed is other than mild steel, or if the surface has been plated, a Material Correction Factor must be applied. Thus the Practical Sensing Distance must be multiplied by the Material Correction Factor to obtain a Corrected Sensing Distance. Refer to the Table of Common Material Correction Factors. The correction factors shown are only to be used as a guideline.

Table of Common Material Correction Factors

Inductive Sensors		Capacitive Sensors	
Mild Steel	1.00	Metals	1.00
Stainless Steel	0.85	Water	1.00
Brass, Bornze	0.55	Plastic	0.50
Aluminum	0.45	Glass	0.50
Copper	0.40	Wood	0.40

Thickness \ Metal	Steel	Copper
Plating	100	100
Zn 5~15μ	90~120	95~105
Cd 5~15μ	100~110	95~100
Ag 5~15μ	60~90	85~100
Cu 10~20μ	70~95	95~105
Cu 5~15μ	-	95~105
Cu 5~10μ	70~95	-

■ Terminology

- **PROXIMITY SENSOR** - A device which detects the presence of an object without physical contact.
- **INDUCTIVE SENSOR** - A sensor that reacts to a metal target. The target is sensed when the energy emitted from the sensing face is absorbed by the target.
- **CAPACITIVE SENSOR** - A sensor that reacts to a solid, liquid or granular target. The target is sensed when the dielectric surrounding the sensing face is changed by the target.
- **LEAKAGE CURRENT** - The amount of current flowing through a load when a two-wire AC sensor is in the OFF state.
- **NPN OUTPUT** - A transistor output which switches the negative side of a DC power supply(common) to the load.
  It is also known as Current Sinking.
- **PNP OUTPUT** - A transistor output which switches the positive side of a DC power supply to the load.
  It is also known as Current Sourcing.
- **REVERSE POLARITY PROTECTION** - Internal circuitry to prevent sensor damage due to improper power supply polarity.
- **MAXIMUM SENSING DISTANCE** - The maximum theoretical distance from a sensor face that a target can be detected.

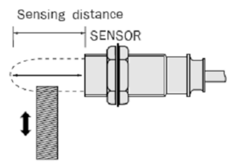
(A) • **SENSING DISTANCE** - The usable sensing distance which takes into account maximum variations in supply voltage and temperature. This distance is generally recommended to be 80% of Maximum Sensing Distance.

(B) • **HYSTERESIS** - The difference between the pickup point of a target as it approaches the sensing face and the release point of a target as it moves away from the sensing face. It is expressed as a percentage of the Maximum Sensing Distance.

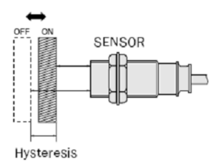
(C) • **SHIELDED SENSOR** - A sensor only the sensing face exposed which permits unrestricted mounting in the vicinity of a metallic surface. It has a shorter sensing distance than a non-shielded sensor.

(D) • **NON-SHIELDED SENSOR** - A sensor with an exposed sensing head yielding a longer sensing distance than shielded versions. Non-shielded sensors must be mounted with adequate clearance between the sensing head and a metallic mounting.

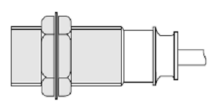
(E) • **SWITCHING FREQUENCY**-The maximum speed a sensor can turn ON and OFF using a Standard Target.



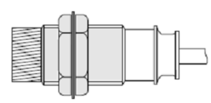
(A)



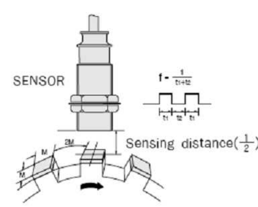
(B)



(C)

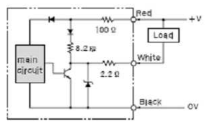
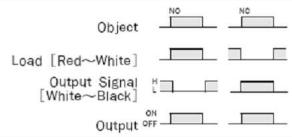
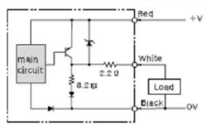
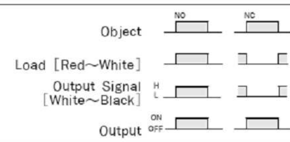
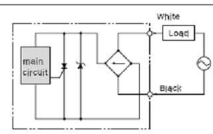
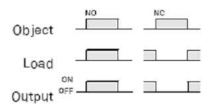


(D)



(E)

■ Output circuit

		Model	Output type
DC switching	NPN		
	PNP		
AC switching			

■ Ordering information

HYP - 18 S 5 N A F - C D
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

NO.	Classification	Sign	Description
⑨	Wave Type	D	Differential Wave Type
⑧	Type of Connector	C CR	Connector Type Relay Connector Type
⑦	Detection	F U	Front detection Upper detection (Valid in HYP-18S)
⑥	Output Type	A C	Normal Open Type Normal Close Type
⑤	Power supply and Output	N P A T N4 P4	NPN Type PNP Type AC 2 Wire Type DC 2 Wire Type NPN NO + NC PNP NO + NC
④	Sensing distance	2~20	Detecting Distance(mm)
③	Shape	S R RL RS RP FP FA	Square Type Standard Round Case Type Long Round Case Type Short Round Case Type Plastic Case Type Plastic Flat Type Aluminum Flat Type
②	Diameter	18	Round Type:Diameter of Head(mm) Square Type:A side Length of head
①	Model	HYP HCP	Inductive Proximity Switch Capacitive Proximity Switch

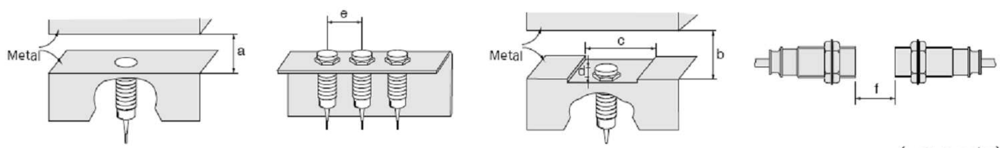
* ⑦ None indication is Front detecting type.

■ Installation

The possibility of frequency interference exists when sensors are mounted adjacent to each other. To prevent this possibility, a minimum spacing between adjacent sensors must be maintained.

It is good engineering practice to mount sensors either horizontally or with the sensing face down. This will prevent metal fillings or other foreign contamination from falling on the sensor face and causing erroneous operation.

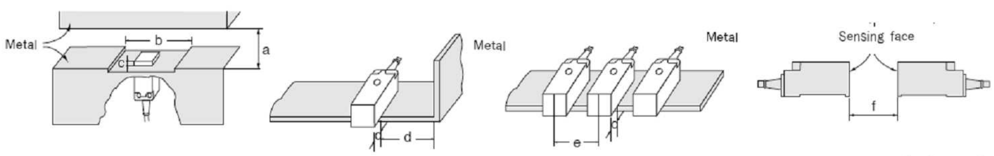
● Round type



(unit : m/m)

MODEL	HYP-12R2□□	HYP-12R4□□	HYP-18R5□□ HYP-18RL5□□	HYP-18R8□□ HYP-18RL8□□	HYP-30R10□□	HYP-30R15□□
a	6	-	15	-	30	-
b	-	12	-	24	-	54
c	-	36	-	54	-	90
d	-	11	-	14	-	15
e	24	36	36	48	60	90
f	12	24	30	48	60	90

● Square type



(unit : m/m)

MODEL	HYP-18S5	HYP-18S8	HYP-25S5	HYP-25S8	HYP-25S12	HYP-30S10	HYP-30S15	HYP-40S20
a	15	24	15	24	36	30	45	60
b	-	54	-	-	75	-	90	-
c	-	8	-	-	12	-	15	-
d	10	20	25	25	36	30	45	40
e	36	40	40	45	55	60	75	80
f	30	48	30	48	55	60	90	120

■ DC Switching Inductive Sensor (3 Wire Round Type)

Appearance	Model	Sensing distance (㎜)	Mounting distance (㎜)	Frequency (㎐)	Remarks
	HYP -12R2NA -12R2NC	2	0~1.6 (12×12×1)	800	1.Power DC 12~24V (DC 10~30V) 2. Control output Max. 200㎃ 3. Object Metallic surface • Non-metallic object's sensing distance will be shorten
	HYP -12R2PA -12R2PC	2	0~1.6 (12×12×1)	800	
	HYP -12R4NA -12R4NC	4	0~3.2 (12×12×1)	400	
	HYP -12R4PA -12R4PC	4	1~3.2 (12×12×1)	400	
	HYP -18R5NA -18R5NC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18R5PA -18R5PC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18R8NA -18R8NC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -18R8PA -18R8PC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -18RL5NA -18RL5NC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18RL5PA -18RL5PC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18RL8NA -18RL8NC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -18RL8PA -18RL8PC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -30R10NA -30R10NC	10	0~8 (30×30×1)	250	
	HYP -30R10PA -30R10PC	10	0~8 (30×30×1)	250	
	HYP -30R15NA -30R15NC	15	0~12 (45×45×1)	100	
	HYP -30R15PA -30R15PC	15	0~12 (45×45×1)	100	

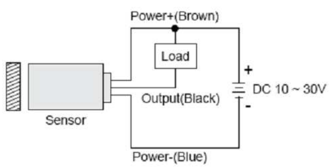
■ DC Switching Capacitive Sensor (3 Wire Round type)

Appearance	Model	Sensing distance (㎜)	Mounting distance (㎜)	Frequency (㎐)	Remarks
	HCP -18R8NA -18R8NC HCP -18R8PA -18R8PC	8	0~5.6	50	1. Power DC 12~24V (DC10~30V) 2. Control output Max. 200㎃ 3. Object Steel steel 50×50×1㎜
	HCP -18RP8NA -18RP8NC HCP -18RP8PA -18RP8PC	8	0~5.6	50	
	HCP -30R15NA -30R15NC HCP -30R15PA -30R15PC	15	0~10.5	50	
	HCP -30RP15NA -30RP15NA HCP -30RP15PA -30RP15PC	15	0~10.5	50	

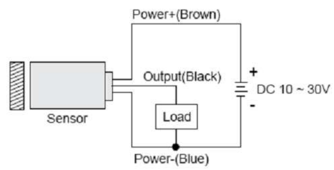
■ AC Switching Capacitive Sensor (2 Wire Round type)

Appearance	Model	Sensing distance (㎜)	Mounting distance (㎜)	Frequency (㎐)	Remarks
	HCP -18R8AA -18R8AC	8	0~5.6	20	1. Power AC 100~240V (AC 90~250V) 2. Control output Max. 150㎃ 3. Object Steel steel 50×50×1㎜
	HCP -18RP8AA -18RP8AC	8	0~5.6	20	
	HCP -30R15AA -30R15AC	15	0~10.5	20	
	HCP -30RP15AA -30RP15AC	15	0~10.5	20	

Connection



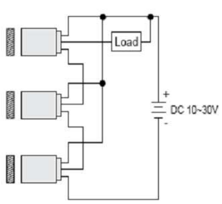
<NPN OUTPUT>



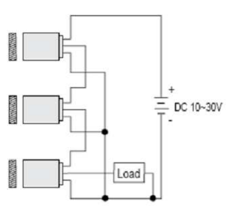
<PNP output>

Series and Parallel Connections

Series Connection

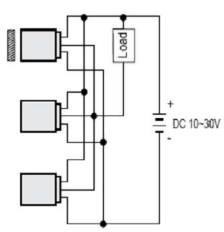


<NPN Output>

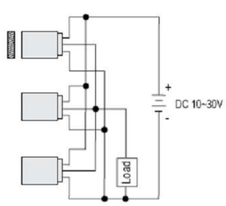


<PNP Output>

Parallel Connection



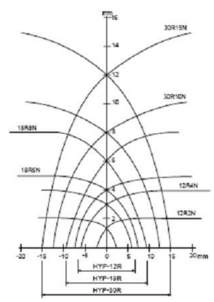
<NPN Output>



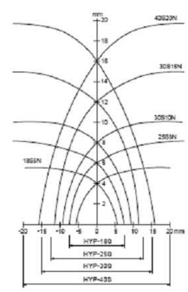
<PNP Output>

Data

DC output



<Round type>

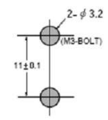
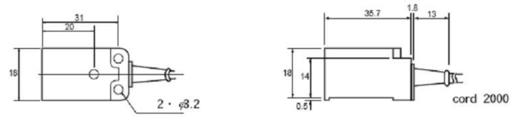
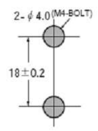
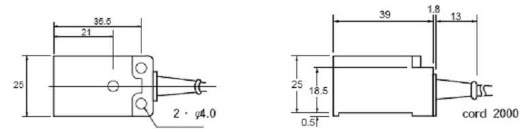
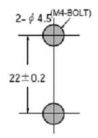
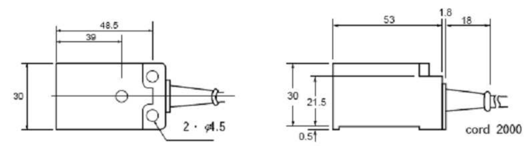
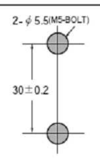
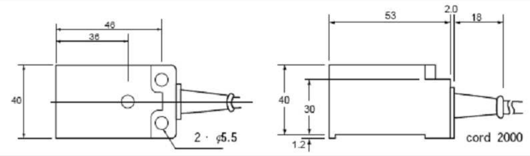


<Square type>

■ Dimensions

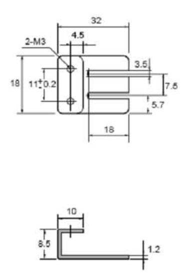
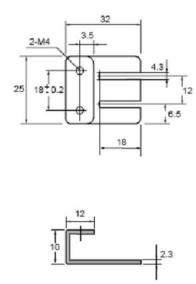
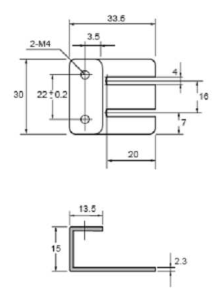
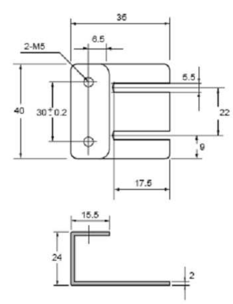
■ Square type

(unit: mm)

<table>
<tr><th>Model</th><th>Mounting hole</th><th>Dimensions</th></tr>
<tr><td>HYP-18S</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>HYP-25S</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>HYP-30S</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>HYP-40S</td><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

■ Square type bracket

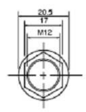
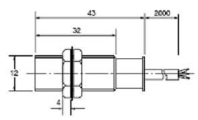
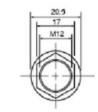
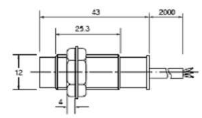
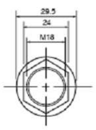
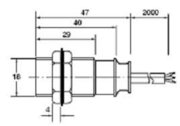
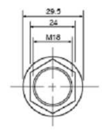
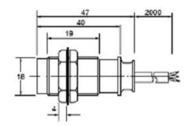
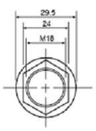
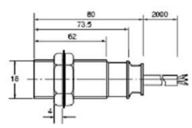
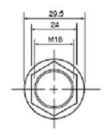
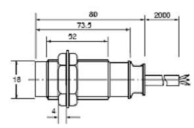
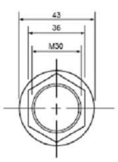
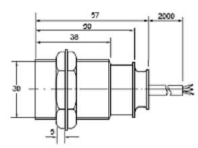
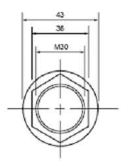
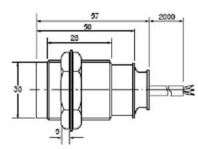
(unit: mm)

<table>
<tr><th>HYP-18S</th><th>HYP-25S</th><th>HYP-30S</th><th>HYP-40S</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

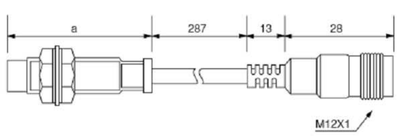
■ Dimensions

■ Round type

(unit: ㎜)

Model	Shielded sensor		Non-Shielded sensor	
	Mounting hole	Dimensions	Mounting hole	Diemensions
HYP-12R				
HYP-18R				
HYP-18RL				
HYP-30R				

■ Relay Connector type

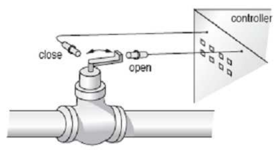


∗ a (lenght) is the same as Round type.

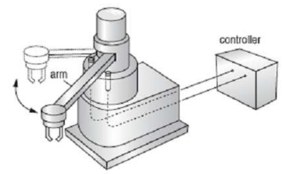
14
PROXIMITY SENSOR

■ Inductive Proximity Sensor

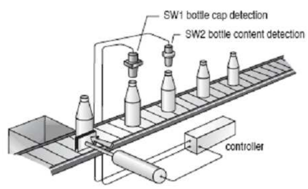
Valve switching control



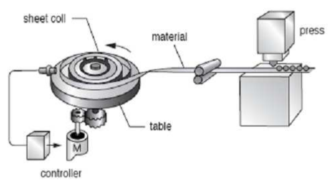
Robot arm position control



Bottle cap detection

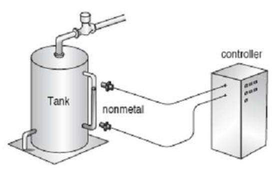


Press material detection

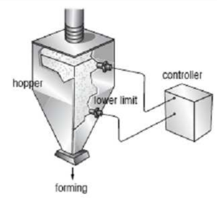


■ Capacitive Proximity Sensor

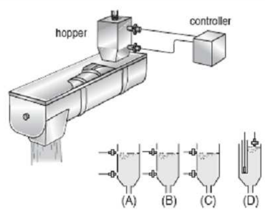
Liquid level detection



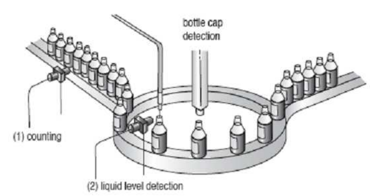
Material detection in hopper



Level control of hopper



Bottle and Liquid level detection



Installation Instructions
Bulletin 873P Ultrasonic Proximity Sensor

IMPORTANT: Save these instructions for future use.

IMPORTANT: Solid state devices can be susceptible to radio frequency (RF) interference depending on the power and the frequency of the transmitting source. If RF transmitting equipment is to be used in the vicinity of the solid state devices, thorough testing should be performed to assure that transmitter operation is restricted to a safe operating distance from the sensor equipment and its wiring.

ATTENTION: If a hazardous condition can result from unintended operation of this device, access to the sensing area should be guarded.

Description

Bulletin 873P Ultrasonic Sensors are self-contained solid-state devices designed for noncontact sensing of solid and liquid objects. They are available in several sensing ranges with either an analog or discrete output depending on the model.

The discrete output models have a normally open PNP output that is switched when the target is within range. They have a four-turn potentiometer to adjust the far limit of the sensing range in order to ignore background targets.

The analog output models provide an output current or voltage that varies linearly with the target distance within its specified sensing range. Analog models are equipped with either 4–20mA or 0–10V DC outputs. These devices can be useful for many applications including: level monitoring, diameter measurement, distance measurement, and web tension.

873P Models

Sensing Range mm (inches)	Output Configuration		
	PNP Normally Open	4 to 20mA	0 to 10V DC
100 to 600 (3.94 to 23.62)	873P-DBNP1-F4	873P-DBAC1-D4	873P-DBAV1-D4
200 to 1500 (7.87 to 59.06)	873P-DBNP2-F4	873P-DBAC2-D4	873P-DBAV2-D4
300 to 2500 (11.81 to 98.43)	873P-DCNP1-D5	873P-DCAC1-D5	873P-DCAV1-D5

Specifications

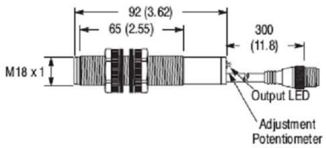
	Discrete	Analog Current	Analog Voltage
Output Configuration	Normally Open, PNP	4 to 20mA	0 to 10V DC
Load Current	<500mA	—	
Leakage Current	<0.5mA	—	
Current Consumption	< 35mA		
Operating Voltage	18 to 30V DC		
Voltage Drop	< 3.5V DC	—	
Repeatability	0.2%		
Hysteresis	2.5% typical	—	
Linearity	—	± 0.3	
Ultrasonic Frequency	130, 180, 300kHz		
Ultrasonic Beam Angle	8°		
Short Circuit Protection	Incorporated		
Overload Protection	Incorporated		
False Pulse Protection	Incorporated		
Transient Noise Protection	Incorporated		
Reverse Polarity Protection	Incorporated		
Approvals	cULus listed and CE marked for all applicable directives		
Housing Material	Plastic – PBT		
Enclosure Rating	IP67		
Connection	Micro quick-disconnect (18mm discrete models have 12 inch pigtail)		
Output LED	Yellow	—	
Adjustment	Potentiometer	—	
Operating Temperature	–15 to 70°C (5 to 158°F)		
Shock	30g, 11ms		
Vibration	55Hz, 1mm amplitude, 3 planes		

Rockwell Automation

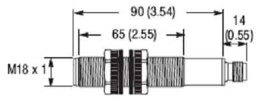
Allen-Bradley

Dimensions

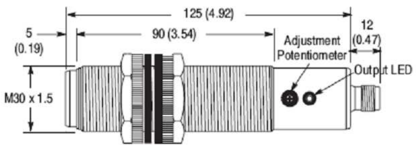
18mm Discrete



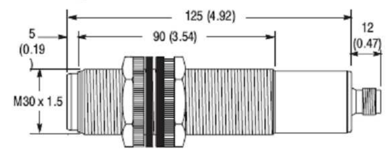
18mm Analog



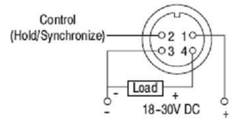
30mm Discrete

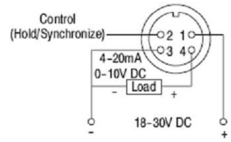


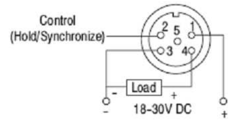
30mm Analog

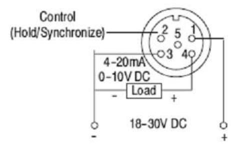


Wiring Diagrams









Control Pin

Normal Operation

For normal operation do not connect the control pin. Hold and synchronize features can be used for special applications.

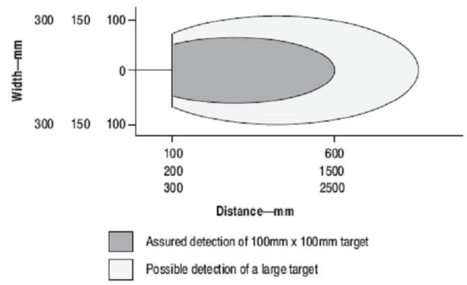
Hold

To inhibit sensor operation and hold the output to its present state connect the control pin (2) to 0V DC. The sensor will not transmit or receive ultrasonic pulses until this voltage is removed from the control pin. Switching output models will be latched and analog output models will hold their value during this period.

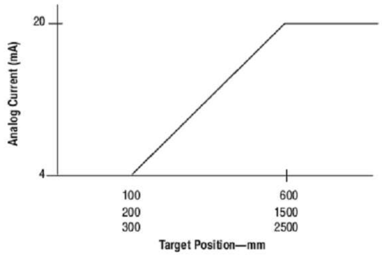
Synchronize

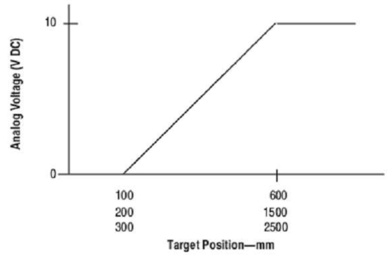
To synchronize the transmission of ultrasonic pulses between several sensors connect the control pins together. This feature reduces the potential for sensor crosstalk between models that are mounted in close proximity to one another.

Beam Pattern



Analog Output





Operation Principle

Ultrasonic sensors utilize a transducer that emits bursts of high frequency sound waves in a cone shaped beam pattern. These pulses are reflected or "echoed" from the target back to the sensor and detected by the transducer. The device determines the distance from the sensor to the target by measuring the length of time for this echo to return. Discrete models compare this duration to that of the far limit which can be set by adjusting the potentiometer. The output of the sensor is switched if the echo is returned within this timeframe. The analog models convert the time value to a DC current or voltage depending on the model. There is an unusable area or deadband directly in front of the sensor since there is a necessary time interval between transmission and detection of the soundwave by the transducer. This is the minimum distance at which the target can be detected.

Sensing Distance

Bulletin 873P analog and discrete ultrasonic sensors are available in three sensing ranges: 100–600mm, 200–1500mm, 300–2500mm. The sensing ranges are determined using an industry standard 100mm X 100mm flat steel target.

Target Considerations

Since the actual sensing distance to an object depends on a reflected sound wave, target material, shape, size, temperature, and position will influence operation; it is possible that the sensing distance can be reduced or the target may not be detected based on these characteristics. The ideal target is a smooth, flat surface. Target material that is not relatively sound reflective (fabric, foam rubber, etc.) may be difficult to detect depending on the application. Rounded or uneven objects can also be detected, but the sensing distance may be reduced. For best performance, the sensor should be aligned such that the sensor face is parallel to the target surface.

Environmental Factors

The velocity of sound in air is dependent upon temperature (sound waves travel faster at higher temperatures). Bulletin 873P ultrasonic sensors have internal temperature compensation to adjust the ultrasonic frequency to compensate for these changes in the ambient air temperature. However, while this feature does compensate for ambient temperature changes, temperature variations within the sensing range due to convection currents, heating/cooling elements, etc., may still divert or refract the sound wave and adversely affect sensor performance. Strong air turbulence can also influence the signal and adversely affect the stability and overall sensor operation. Humidity does not significantly affect ultrasonic sensor operation, but changes in humidity can have a slight affect in some instances due to the absorption of sound.

Mounting Considerations

The sensor must be securely mounted on a firm stable surface or support. A mounting configuration that is unstable or subject to excessive vibration may cause intermittent operation.

A mounting location should be chosen such that the sensor faces directly toward the target's surface (perpendicular to the barrel axis of the sensor).

When using more than one 873P there is a potential for cross-talk (mutual interference) between the sensors. As a result, consideration should be given to the spacing between the sensors. See the beam pattern chart for the minimum acceptable distance between sensors that are mounted side by side. When the sensors must be mounted facing each other they should be separated by a distance at least 4 times the maximum sensing range for the model.

If the sensors must be mounted close together due to application requirements, the **Hold** or **Synchronize** functions can be used to reduce cross-talk.

The **Hold** function stops the sensor from transmitting and receiving ultrasonic pulses, which eliminates the potential for cross-talk. This function also can be used to hold the output to its existing state or value. For details see the **Hold** function in the Wiring/Control Pin section.

Synchronizing the ultrasonic pulses for a group of sensors can also reduce the possibility of mutual interference. In order for the **Synchronize** function to work effectively, the sensors should be properly aligned and mounted at the same distance from the target. For details see the **Synchronize** function in the Wiring/Control Pin section.

Background Suppression

The discrete sensor models offer a background suppression feature that allows the sensor to ignore all objects beyond a specified distance. The user can set this distance during installation by turning the four-turn potentiometer at the rear of the sensor. The far limit of the sensing range can be adjusted to detect valid targets and ignore background targets such as the side of a conveyor.

Profile Reduction Beam Deflectors

Beam deflectors are available to reduce the mounting profile for space critical applications that cannot accommodate the barrel length of the sensor. They can also be used to protect the sensor face from target collisions. These accessories deflect the ultrasonic beam at 90° and are available in plastic and stainless steel versions. In addition to the profile reduction, the stainless steel models provide mounting capability and focus the ultrasonic beam.

Catalog Number	Description
60–2757	Stainless Steel focused beam deflector and mounting bracket for 18mm models
60–2758	Stainless Steel focused beam deflector and mounting bracket for 30mm models
60–2759	Plastic beam deflector for 18mm models
60–2760	Plastic beam deflector for 30mm models

Stilling Tubes

For applications where the target may be a liquid with a turbulent surface, a stilling tube can be used to diminish this instability. The tube should have a smooth inner diameter and its size should be a minimum of 50mm depending on the application. The sensor should be mounted such that the barrel is parallel to the sides of the tube but not touching.

Allen-Bradley

Publication 75009–190–01(A)
December 2002
Printed in USA

Descripción de Gastos

Cant.		Descripción	V. Unitario	V. Total
	Estructura de acero negro para soportería			
	1	*Taller (Intramet)*	$ 200,00	
	1	*Material (PPG)*	$ 500,00	
1	*1*	*Mano de obra (Intramet)*	$ 100,00	$ 800,00
4	Silos galvanizados para almacenamiento (La pollera) Capacidad: 9424.77 cm3		$ 35,00	$ 140,00
1	Silos galvanizados para mezclado (La pollera) Capacidad: 4712.38 cm3		$ 35,00	$ 35,00
3	Válvulas solenoides y acoples de 3/ 8 (PPG)		$ 28,59	$ 85,77
2	Válvulas solenoides y acoples de 1/2 (PPG)		$ 46,59	$ 93,18
1	Banda transportadora de Nylon (PPG)		$ 26,00	$ 26,00
1	Motor de 1/3 HP, 1PH, 110V-220V y acople (PPG) Para el agitador		$ 198,80	$ 198,80
1	Motor de 1/2 HP, 3PH, 220V y acople (PPG) Para la transportadora		$ 178,80	$ 178,80
1	Compresor (Ferrisariato)		$ 106,25	$ 106,25
3	Micro electroválvulas 5/2 (Neumacontrol)		$ 39,90	$ 119,70
3	Microcilindros y reguladora de caudal (Neumacontrol)		$ 57,00	$ 171,00
1	Unidad de mantenimiento (Neumacontrol)		$ 26,16	$ 26,16
3	Sensor inductivo (Neumacontrol)		$ 38,00	$ 114,00
1	Sensor capacitivo (Neumacontrol)		$ 43,00	$ 43,00
4	Sensor ultrasónicos (La Llavesa)		$ 580,00	$ 2.320,00
1	Tablero de control			
	8	*Micro relés (Neumacontrol)*	$ 50,00	
	3	*Riel din (Neumacontrol)*	$ 5,00	
	3	*Canaleta (Neumacontrol)*	$ 5,00	
	50	*Borneras (Neumacontrol)*	$ 0,25	
	1	*Breaker trifásico (Neumacontrol)*	$ 16,00	
	1	*Breaker monofásico (Neumacontrol)*	$ 12,00	$ 1.774,60

	3	*Fusible y portafusible (Neumacontrol)*	$ 2,00	
	8	*Relé y base (Neumacontrol)*	$ 6,00	
	1	*PLC Micro, 28 Puntos, 16 IN, (Corpecel)* *11 OUT (Rele), 1 OUT (24Vdc) (Corpecel)*	$ 655,20	
	1	*Modulo de ampliación analógicas* *de 4 IN, 2 OUT (Corpecel)*	$ 522,90	
	2	*Contactores (Neumacontrol)*	$ 30,00	
	1	*Rollo de Cable de Control -18AWG (Neumacontrol)*	$ 12,00	
1		*Marquilla (Neumacontrol)*	$ 7,00	$ 7,00
1		Acometida de 20 mts, cable concéntrico 4X10AWG (Neumacontrol)	$ 50,00	$ 50,00
VALOR TOTAL				**$ 6.289,26**

BIBLIOGRAFÍA

- DR. ING. INDUSTRIAL CREUS SOLÉ ANTONIO, Instrumentación Industrial, Grupo Editorial Alfaomega S.A., Sexta Edición, 1999, Pág. 193-194,207-210,365
- SIEMENS, Catálogo FS10, 2008; Cap2, Pág. 2-7,130,243-244
- NEC, 2008 Pág. 70-34, 70-146 - 70-148, 70-116 - 70-117, 70-309 – 70-311, 70-317 - 70-318, 70-108.
- http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19.htm
- http://www.monografias.com/trabajos12/electil/electil.shtml
- http://www.monografias.com/trabajos12/atomo/atomo.shtml
- www.festo.com.mx
- http://www.genteca.com.ve/manuales/PROTECCION DE MOTORES V3.pdf
- http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2 002terc /tecnologia/sica95.html

- http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/Industria de Elaboración de Pinturas.pdf
- www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE.../Pinturas.pdf