



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA
SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES EN UNA BANDA
TRANSPORTADORA, POR MEDIO DE PLC”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de

INGENIERA EN ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Presentado por:

BYRON ANDRÉS CASIGNIA VÁSCONEZ

HENRY JAVIER GAVILÁNEZ CARVAJAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

Expresamos un agradecimiento a todas las personas que estuvieron a nuestro lado en nuestra carrera, especialmente a nuestra familia, amigos y de manera especial a nuestros Padres por estar siempre prestos a brindarnos su apoyo.

Dedico este presente trabajo a Dios por brindarme la vida, a mis padres por apoyarme incondicionalmente durante todo este tiempo, a Gabriela y Matías por ser parte de mi vida e inspirarme cada día a superarme y ser mejor para ellos. A todos mis amigos, docentes, familiares y mi querida escuela que con su granito de arena lograron que este sueño se cumpla

Byron

Doy las gracias a Dios por estar a mi lado durante toda mi carrera, a mis padres por haberme dado la vida, su apoyo y toda su confianza, a mi familia por haberme apoyado siempre para alcanzar mi meta, a mis sobrinos que fueron una inspiración para salir adelante a mis amigos y a mi institución.

Javier

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes
DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

Ing. Paúl Romero
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA,
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Ing. Lenyn Aguirre
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Pablo Guevara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcdo. Carlos Rodríguez
DIRECTOR DEL DPTO
DOCUMENTACIÓN

NOTA DE LA TESIS

“Nosotros, BYRON ANDRÉS CASIGNIA VÁSCONEZ Y HENRY JAVIER GAVILÁNEZ CARVAJAL, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Byron Andrés Casignia V.

Henry Javier. Gavilánez C.

AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Área
A/D	Análogo Digital
D/A	Digital Análogo
ED	Entradas Digitales
F	Fuerza
F.A	Fuente de Alimentación
K	Bobinas
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
PNP	Positivo Negativo Positivo
PLC	Controlador Lógico Programable
p	Presión
RN	Run
RTU	Unidad de Transmisión Remota
ST	Stop
S	Sensor
SZ	Sensor Magnético
VAC	Voltaje de corriente alterna
VDC	Voltaje de corriente continua
Z	Cilindro

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS

HOJA DE RESPONSABILIDAD

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES	17
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. General.....	18
1.3.2. Específicos	18
1.4. HIPÓTESIS.....	18

CAPITULO II: CONCEPTOS BÁSICOS

2.1. EL AIRE COMPRIMIDO EN LA INDUSTRIA.....	19
2.1.2. La Presión y sus Unidades	19
2.2. NEUMÁTICA.....	20
2.2.1. Definición	20
2.2.2. Propiedades del Aire Comprimido	20
2.1.3. Ventajas Del Aire Comprimido.....	20

2.1.4. Desventajas de la Neumática	21
2.2.5. Sistemas Neumáticos.....	21
2.3. ELECTRONEUMÁTICA.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1. Definición	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2. Elementos Eléctricos	¡Error! Marcador no definido.
2.4. DISPOSITIVOS EN UN SISTEMA NEUMÁTICO BÁSICO	23
2.5. ELECTROVALVULAS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1. Definición	23
2.5.2. Clases y Funcionamiento	23
2.5.3. Clasificación de las Válvulas	25
2.5.3.1. Válvulas Distribuidoras.....	25
2.5.3.1.1. Representación esquemática de las Válvulas.....	25
2.5.3.2. Válvulas de Bloqueo	26
2.5.3.3. Válvulas de Reguladoras de Presión.....	27
2.5.3.4. Válvulas de Reguladoras de Caudal	27
2.5.3.5. Válvulas de Cierre	27

CAPÍTULO III: BANDAS TRANSPORTADORAS

3.1. DEFINICIÓN.....	28
3.2. FUNCIONAMIENTO DE UNA BANDA TRANSPORTADORA	29
3.3. DESCRIPCIÓN DE FABRICACIÓN	29
3.4. CLASES, TIPOS, CARACTERÍSTICAS Y TÉCNICAS	30
3.4.1. Bandas Transportadoras De PVC Y PU	30
3.4.2. Bandas Transportadoras Modulares.....	31
3.5. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	32
3.6. USOS EN LAS INDUSTRIAS	32

CAPÍTULO IV: TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE CONTROL

4.1. INGENIERÍA AUTOMÁTICA.....	34
4.2. CONTROL	36
4.3. SISTEMAS DE CONTROL.....	37
4.4. SENSORES	39
4.4.1. Definición	39

4.5. TIPOS DE SENSORES.....	39
4.5.1. Sensores Inductivos	39
4.5.2. Sensor Capacitivo.....	41
4.5.3. Sensor de Proximidad Fotoeléctrico.....	42
4.5.4. Sensores Fotoeléctricos Directos.....	43
4.5.5. Sensores Fotoeléctricos Unidireccionales.....	43
4.5.6. Sensores Fotoeléctricos Con Fibra Óptica	44
4.5.7. Sensores Neumáticos	44
4.5.8. Sensor Detector de paso(Barrera de aire).....	45
4.5.9. Final de Carrera	46
4.5.10. Sensores Ultrasónicos	46
4.5.11. Sensores Magnéticos.....	47
4.5.12. Sensor de Humedad	48
4.5.13. Encoders.....	49
4.5.14. Sensor de Temperatura	49

CAPITULO V: CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

5.1. INTRODUCCIÓN	50
5.2. ASPECTOS GENERALES	51
5.2.1. Historia del PLC	53
5.2.2. Concepto de PLC.....	53
5.2.3. Estructura del PLC	54
5.2.4. Estructura Básica del Hardware	55
5.2.5. Tipos de Módulos de Entrada y Salida	56
5.2.6. Funcionamiento del CPU.....	56
5.3. PARTES DE UN PLC.....	57
5.4. COMPONENTES DE UN PLC.....	58
5.5. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	60
5.5.1. Definición	60
5.6. CONFIGURACIONES DESTACADAS DEL PLC.....	62
5.7. SECUENCIA DE OPERACIONES EN UN PLC	64
5.8. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE UN PLC	65
5.9. HARWARE PLC	67

5.10. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN PLC.....	70
5.11. CLASIFICACIÓN DEL PLC	71

CAPITULO VI: COMUNICACIÓN AUTOMATA LABVIEW

6.1. LABVIEW	72
6.1.1. Definición	72
6.1.2. Principales Usos	72
6.1.3. Principales Características	73
6.2. SERVIDORES OPC.....	74
6.2.1. OPC	74
6.2. ETIQUETAS DE SISTEMA (TAGS).....	75
6.2.1. Tags como Parámetros de Control.....	75
6.3. MODBUS	76
6.3.1. Introducción	76
6.3.2. Estructura de la Red.....	76
6.3.3. Descripción de las Funciones del Protocolo	79
6.3.4. Nivel de Aplicación.....	84
6.4. VARIANTES DE MODBUS	84
6.4.1. JBUS.....	84
6.4.2. Comparación entre JBUS y MODBUS	84
6.4.3. MODBUS TCP/IP.....	85

CAPITULO VII: DESARROLLO DEL MODULO DIDÁCTICO

7.1. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	88
7.2. ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO	88
7.3. LISTA DE COMPONENTES DEL MÓDULO	89
7.4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA	90
7.4.1. Generalidades del Diseño.....	90
7.4.2. Banda Transportadora Plana	90
7.4.3. Partes De La Banda Transportadora.....	91
7.4.4. Métodos de Diseño	91
7.4.5. Parámetros de Diseño	94
7.4.6. Subsistemas.....	94

7.4.7. Sistema de reconocimiento de imagenes	97
7.4.8. Sistema de control	104
7.5. ANÁLISIS DE ACEPTACION DEL MÓDULO	105
7.5.1. Tabulación de Datos	105
7.5.2. Costo Total del Módulo Didáctico.....	106

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

INDICE DE TABLAS

TablaI. IV.I.- Tipos de Sensores Ópticos.	43
Tabla VI.I.- Funciones Básicas y Códigos De Operación.....	78
Tabla VI.II.- Subfunciones Correspondientes A La Función =00H.	79
Tabla VI.III.- Petición de un Esclavo	82
Tabla VI.IV.- Funciones idénticas Modbus-Jbus	85
Tabla VII.I.- Características técnicas del cilindro estándar.....	97
Tabla VII.II.- Profundidad y numero de colores posibles	100
Tabla VII.III.- Costo total de la Banda Transportadora	106

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. ESQUEMA ELECTRICO DE CONEXIONES

ANEXO 2. DIAGRAMA NEUMATICO

ANEXO 3. DIAGRAMA GRAFCET

ANEXO 4. DATASHEET DEL PLC TELEMECANIQUE TWDLCAE40DRF

ANEXO 5. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ALUMINIO PERFILADO

ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MOTOR

ANEXO 7. DESCRIPCION TECNICA DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

ANEXO 8. FICHA TECNICA DE LAS VÁLVULAS

ANEXO 9. FICHA TECNICA DE LOS SENSORES DE REFLEXION DIRECTA

ANEXO 10. FICHA TECNICA DEL SENSOR ELECTROMAGNÉTICO

ANEXO 11. FICHA TECNICA DEL RELE

ANEXO 12 FICHA TECNICA DE LOS CILINDROS

ANEXO 13. FICHA TECNICA DEL CILINDRO TIPO TANDEM

ANEXO 14. PLANOS DE CONSTRUCCION DE LA BANDA

ANEXO 15. FORMATO DE LA ENCUESTA

INTRODUCCIÓN

La implementación de un Módulo Didáctico para la simulación de procesos industriales en una banda transportadora servirá para equipar el laboratorio de Control de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales de la ESPOCH permitirá a los estudiantes realizar prácticas de control automático aplicando sus conocimientos teóricos y desarrollando sus habilidades en el área de automatización neumática.

La banda transportadora es un sistema electromecánico desarrollado como módulo básico de un sistema completo de transferencia diseñado en base a un modelo industrial. Es modular ya que forma parte de un proceso continuo de transporte de latas de café, puede ser ampliada uniéndola por medio de bandas o uniones a otras bandas.

Adicionalmente a su tarea de transporte, también es usada para clasificar tres tipos de latas dependiendo de su color y tamaño para ubicarlos en módulos de montaje, verificación y manipulación.

La banda transportadora tiene un carril de trabajo de 150 mm de ancho. La longitud estándar es de 1180mm. La altura de la banda es de 220 mm con patas de regulación y nivelación. El cuerpo o bastidor de la banda está construido en perfil de aluminio. La banda está diseñada para una operación directa con PLC, el monitoreo y el control automático es realizado a través de LabView con un módulo de visión artificial.

La tracción para el movimiento de la banda es realizado por un motoreductor de 24 VDC acoplado a una polea a través de una banda tensora.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En la fabricación automatizada, las bandas transportadoras juegan papel muy importante, los productos son transportados en bandas de diferentes dimensiones.

Para la innovación de sistemas automatizados en una línea de producción sobre una banda transportadora se debe poder efectuar procesos industriales tales como: clasificación, transporte y verificación, además del empleo de componentes industriales.

Una banda transportadora está construida de perfiles estables que pueda transportar el material o el producto, puede combinarse con diferentes tipos de motores, ya sea motor DC, motor AC, servomotor o motores paso a paso.

Los acoplamientos deben ser adecuados para tener una modularidad óptima.

La implementación de una banda transportadora para la simulación de procesos industriales, forma parte de un proceso continuo de transporte.

En el laboratorio de Control de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales existe una deficiencia de equipos de laboratorio para realizar prácticas de control automático, esta banda transportadora permite simular procesos industriales, utilizando sistemas sensoriales así como también técnicas de automatización, posicionamiento electroneumático, manipulación, montaje, inspección con cámara, selección y distribución.

El sistema de transferencia debe constituir una plataforma ideal para proyectos orientados hacia el futuro.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Debido al giro que viene dando en la actualidad el control en la industria y viendo la necesidad que los estudiantes de Ingeniería Electrónica control y Redes Industriales, se familiaricen con estos temas de un modo más práctico, se desarrolló este proyecto que tiene como objetivo diseñar e implementar un módulo didáctico para la simulación y estudio del control de procesos de distribución, transporte, verificación y clasificación de cajas en una banda transportadora, por medio de PLC.

Integrando entonces los recursos humanos a los tecnológicos y las competencias intelectuales se hace necesario que este tipo de proyectos e instrumentos de aprendizaje se faciliten a los estudiantes en primera instancia en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales y sea un programa piloto, modelo de innovación, empeño y muestra de colaboración; obteniendo como valor agregado el posicionamiento de nuestra Escuela a nivel regional y nacional, ganando de este modo el desempeño brillante de sus egresados y el deseo de muchos ecuatorianos de formarse y capacitarse en tan prestigiosa institución.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. General

Diseñar e Implementar un módulo didáctico para la simulación de procesos industriales en una banda transportadora, por medio de PLC.

1.1.2. Específicos

- Diseñar y construir la estructura de la banda transportadora.
- Desarrollar los programas para el control de los procesos por medio de un PLC.
- Desarrollar la interfaz de conexión entre el PLC y LabView para realizar el monitoreo de los procesos del PLC.
- Integrar las diversas etapas del módulo didáctico y verificar su funcionamiento.

1.2. HIPÓTESIS

Una vez construido el modulo servirá de apoyo a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales para fortalecer los conocimientos del estudio de control de procesos industriales.

CAPITULO II

CONCEPTOS BÁSICOS

2.1. EL AIRE COMPRIMIDO EN LA INDUSTRIA

El aire comprimido es, junto con la corriente eléctrica, la fuente de energía más importante en plantas industriales, talleres y en otros sectores. Aunque en la Edad Antigua ya se sabía que el aire permite transportar energía, las primeras máquinas neumáticas útiles aparecieron solo en el siglo XIX.

2.1.1. La Presión y sus Unidades

Bajo presión se entiende la parte de una fuerza F que se aplica sobre una superficie determinada (A). En consecuencia, el cociente de la presión es el siguiente:

$$p = \frac{F}{A}$$

Considerando la libre movilidad térmica de sus moléculas, los gases tienen la propiedad de llenar cualquier espacio cerrado en el que se encuentran. Ese espacio cerrado puede ser un depósito.

Las partículas oscilantes del gas chocan con la pared interior del depósito, con lo que aplican brevemente una fuerza en dicha pared. La suma de estas fuerzas redonda en la aplicación de una fuerza constante que se expresa como presión aplicada a la pared exterior del depósito. Siendo constante la temperatura, dicha fuerza es proporcional a la cantidad de moléculas contenidas en el depósito.

En el sistema internacional de unidades (sistema internacional SI) en 1978, el Pascal (Pa) se aceptó como unidad oficial de la presión, siendo:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/ms}^2$$

$$10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar}$$

2.2. NEUMÁTICA

2.2.1. Definición

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria.

La neumática es la técnica que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales. (1)

2.2.2. Propiedades Del Aire Comprimido

- **Expansión:** Aumento de volumen de una masa de aire al verse reducida la presión ejercida por una fuerza o debido a la incorporación de calor.
- **Contracción:** Reducción de volumen del aire al verse presionado por una fuerza, pero este llega a un límite y el aire tiende a expandirse después de ese límite.
- **Fluidez:** Es el flujo de aire de un lugar de mayor a menor concentración sin gasto de energía
- **Presión atmosférica:** Fuerza que ejerce el aire a todos los cuerpos.
- **Volumen:** Es el espacio que ocupa el aire.
- **Densidad:** Es de $1,18 \text{ kg/m}^3$ (a $25 \text{ }^\circ\text{C}$)
- **Viscosidad:** Es de $0,018 \text{ cP}$ (a $20 \text{ }^\circ\text{C}$)

2.2.3. Ventajas Del Aire Comprimido

En la industria manufacturera el aire comprimido constituye una fuente de energía muy útil para realizar trabajos, debido a sus propiedades y ventajas. Entre las ventajas del aire están:

- Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.

- El aire comprimido es limpio y, en caso de estancarse en elementos, no produce ningún contaminante, esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
- La concepción de los elementos de trabajo es simple, por tanto, un precio económico.
- Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)
- Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa trabajar sin riesgo alguno de sobrecargas.

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

- El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado
- La presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bares), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).
- El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales silenciadores.
- El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y de buen rendimiento. (3)

2.2.4. Desventajas de la Neumática

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruido generado por la descarga del aire hacia la atmósfera. (4)

2.2.5. Sistemas Neumáticos

Los accionamientos neumáticos para herramientas se aplican cuando se exige un movimiento rápido y la fuerza no sobrepasa 30.000 N (3.000 kp). Para esfuerzos superiores, no conviene aplicar cilindros neumáticos.

El accionamiento neumático sufre otra limitación cuando se trata de movimientos lentos y constantes. En tal caso no puede emplearse un accionamiento puramente neumático. La compresibilidad del aire, que muchas veces es una ventaja, resulta ser en este caso una desventaja.

Para trabajos lentos que requieren el uso de una gran fuerza y constantes se busca la ayuda de la hidráulica y se reúnen las ventajas de ésta con las de la neumática:

Elementos simples de mando neumático, velocidades regulables y en algunos casos fuerzas grandes con cilindros de pequeño diámetro. El mando se efectúa a través del cilindro neumático. La regulación de la velocidad de trabajo se realiza por medio de un cilindro hidráulico.

Este sistema se emplea con gran frecuencia en procedimientos de trabajo con arranque de virutas, como en el taladrado, fresado y torneado, así como en dispositivos de amplificación de la presión, prensas y dispositivos de sujeción.

2.3. ELECTRONEUMÁTICA

2.3.1. Definición

La Electroneumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene cobrando vital importancia en la optimización de los procesos a nivel industrial. Su evolución fue a partir de la neumática, disciplina bastante antigua que revolucionó la aplicación de los servomecanismos para el accionamiento de sistemas de producción industrial.

Con el avance de las técnicas de electricidad y la electrónica se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electroneumáticos en la industria, los cuales resultaban más compactos y óptimos a diferencia de los sistemas puramente neumáticos. **(5)**

2.3.2. Elementos Eléctricos

Dentro de los elementos de un sistema electroneumático es importante reconocer la cadena de mando para elaborar un correcto esquema de conexiones.

Cada uno de los elementos de la cadena de mando, como se muestra en la fig.II-1, cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales.

La eficacia de la estructuración de un sistema en bloques de funciones se ha comprobado en las siguientes tareas:

- Disposición de los elementos en el esquema de conexionado
- Especificación del tamaño nominal, la corriente nominal y la tensión nominal de los componentes eléctricos (bobinas, etc)
- Estructura y puesta en marcha del mando.
- Identificación de los componentes al efectuar trabajos de mantenimiento.

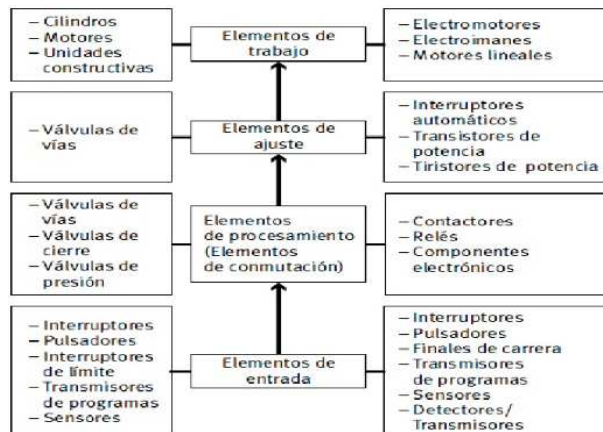


Fig. II-1.- Cadena De Mando En Un Sistema Automatizado

2.4. DISPOSITIVOS EN UN SISTEMA NEUMÁTICO BÁSICO

- Contactos eléctricos NA / NC.
- Sensores.
- Pulsadores e interruptores.
- Electroválvulas 3/2 5/2 4/2 vías.
- Cilindros de simple efecto.
- Cilindros de doble efecto.
- Válvulas lógicas y de secuencia.
- Temporizadores.
- Relés.
- Fuente de energía (neumática y eléctrica).

2.5. ELECTROVÁLVULAS

2.5.1. Definición

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide. (7)

2.5.2. Clases y Funcionamiento

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es normal que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

También es posible construir electroválvulas bistables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un pulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. Este tipo de electroválvulas a menudo se usan en los sistemas de calefacción por zonas lo que permite calentar varias zonas de forma independiente utilizando una sola bomba de circulación.

En otro tipo de electroválvula el solenoide no controla la válvula directamente sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido.

En la fig. II-2 adjunta muestra el funcionamiento de este tipo de válvula.

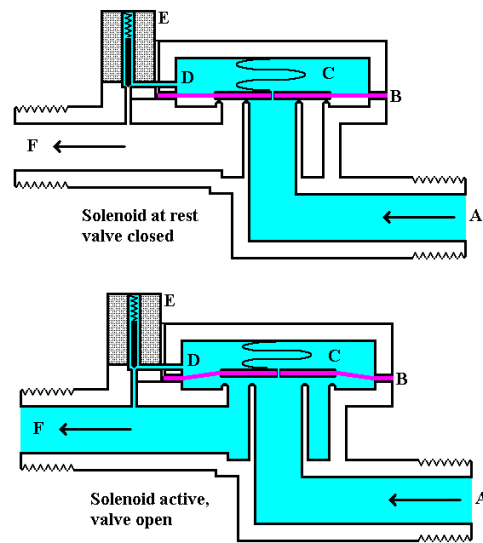


Fig. II-2.- Funcionamiento de una válvula

En la parte superior vemos la válvula cerrada. El aire bajo presión entra por A, B es un diafragma elástico y tiene encima un muelle que le empuja hacia abajo con fuerza débil. El diafragma tiene un diminuto orificio en el centro que permite el paso de un pequeño flujo de aire. Esto hace que el aire llene la cavidad C y que la presión sea igual en ambos lados del diafragma. Mientras que la presión es igual a ambos lados, vemos que actúa en más superficie por el lado de arriba que por el de abajo por lo que presiona hacia abajo sellando la entrada. Cuanto mayor sea la presión de entrada, mayor será la fuerza con que cierra la válvula.

Ahora estudiamos el conducto **D**. Hasta ahora estaba bloqueado por el núcleo del solenoide **E** al que un muelle empuja hacia abajo. Si se activa el solenoide, el núcleo sube y permite pasar el aire desde la cavidad **C** hacia la salida con lo cual disminuye la presión en **C** y el diafragma se levanta permitiendo el paso directo de aire desde la entrada **A** a la salida **F** de la válvula. Esta es la situación representada en la parte inferior de la figura.

Si se vuelve a desactivar el solenoide se vuelve a bloquear el conducto **D** y el muelle situado sobre el diafragma necesita muy poca fuerza para que vuelva a bajar ya que la fuerza principal la hace el propio fluido en la cavidad **C**.

De esta explicación se deduce que este tipo de válvula depende para su funcionamiento de que haya mayor presión a la entrada que a la salida y que si se invierte esta situación entonces la válvula abre sin que el solenoide pueda controlarla.

Las electroválvulas también se usan mucho en la industria para controlar el flujo de todo tipo de fluidos. (7)

2.5.3. Clasificación de las Válvulas

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

1. Válvulas de vías o distribuidoras
2. Válvulas de bloqueo
3. Válvulas de presión
4. Válvulas de caudal
5. Válvulas de cierre

2.5.3.1. Válvulas distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Start-Stop). Son válvulas de varios orificios (vías) los cuales determinan el camino que debe seguir el fluido bajo presión para efectuar operaciones tales como puesta en marcha, paro, dirección, etc.

Pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías correspondiente a las zonas de trabajo y, a la aplicación de cada una de ellas, estará en función de las operaciones a realizar.

2.5.3.1.1. 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 como se muestra en la fig.II-3. La cantidad de cuadrados 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.

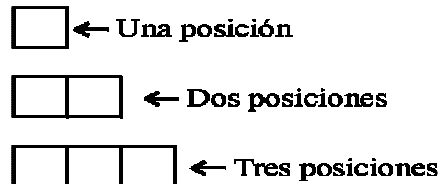
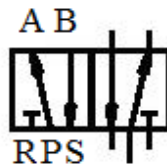


Fig.II-3.- Representación de las válvulas

La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo a otro del cuadrado.

La posición de bloqueo de flujo se muestra por una línea cortada, esto simboliza la interrupción de flujo.

Las conexiones se agregan con pequeñas líneas en los costados de los rectángulos. La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.



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.

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. (8)

2.5.3.2. Válvulas de Bloqueo

Son válvulas con la capacidad de bloquear el paso del aire comprimido cuando se dan ciertas condiciones en el circuito.

2.5.3.3. Válvulas de Reguladoras de Presión

Es una válvula con dos vías: el aire circula por la entrada, si la presión es más elevada de la ideal entonces la fuerza del muelle reduce la presión del aire, luego el aire comprimido sale hacia el actuador. Fig.II-4.

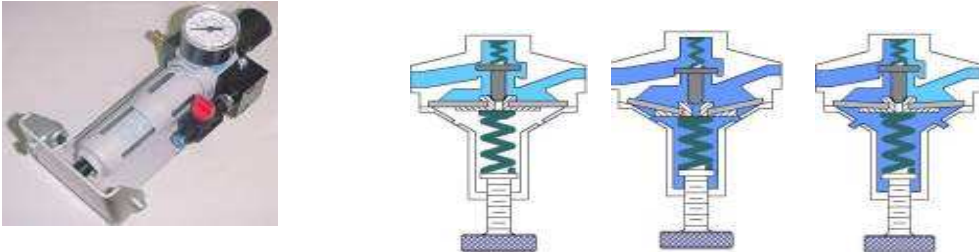


Fig.II-4.- Válvula reguladora de presión.

2.5.3.4. Válvulas Reguladoras de Caudal

Cuando se genera exceso de aire a presión y este circula con una elevada velocidad, queremos reducir el caudal para accionar un cilindro, es necesario utilizar una válvula reguladora de caudal. Se puede regular la presión ajustando el tornillo, esto hace que el caudal disminuya ya que se reduce el conducto por donde circula el aire a presión. Normalmente se acopla un anti retorno, para que el fluido solamente vaya estrictamente en un sentido, evitando problemas. Fig.II-5.



Fig. II-5.- Válvula reguladora de caudal

2.5.3.5. Válvulas de Cierre

Son válvulas (Fig.II-6) que abren o cierran el paso del caudal, sin escalones, son de fácil utilización entre ellas el grifo de cierre.

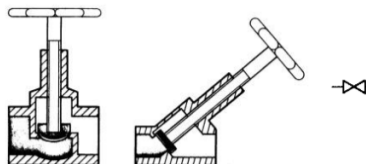


Fig.II-6.- Válvula de Cierre

CAPITULO III

BANDAS TRANSPORTADORAS



3.1. DEFINICIÓN

Las bandas transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular, soportan directamente el material a transportar y lo desplazan desde el punto de carga hasta el de descarga. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continua.

Adicionalmente a su tarea de transporte, puede realizar tareas de paletizado, montaje, ensamblaje, verificación y manipulación.

3.2. FUNCIONAMIENTO DE UNA BANDA TRANSPORTADORA

La función principal de una banda transportadora es soportar directamente el peso del material a transportar y desplazarlo desde un punto de carga hacia otro punto de descarga.

En el funcionamiento de las bandas transportadoras se tiene en cuenta los siguientes componentes:

Tensión en una correa: Es una fuerza actuando a lo largo de la cinta, tendiendo a alargarla. La tensión de la correa es medida en Newtons. Cuando una tensión es referida a una única sección de la cinta, es conocida como una tensión unitaria y es medida en Kilonewtons por metro (kN/m).

Torque: Es el resultado de una fuerza que produce rotación alrededor de un eje. El torque es el producto de una fuerza (o tensión) y de la extensión del brazo que se esté utilizando y es expresado en Newton por metro (N*m).

Energía y trabajo: Están relacionados muy cercanamente debido a que ambos son expresados en la misma unidad. El trabajo es el producto de una fuerza y la distancia a recorrer. La energía es la capacidad de ejecutar un trabajo. Cada uno es expresado en Joules, en el que un Joule equivale a un Newton-metro. La energía de un cuerpo en movimiento es medida en Joules.

La potencia: Es la relación entre la realización de un trabajo o transmisión de energía. La unidad mecánica de potencia es el watt, que es definido como un Newton-metro por segundo. La potencia empleada en un periodo de tiempo produce trabajo, permitiendo su medición en kilowatt-hora.

3.3. DESCRIPCIÓN DE FABRICACIÓN:

Una cinta transportadora es simplemente un medio para llegar a un fin, un medio para el transporte de material desde un comienzo A, hasta un punto final B.

Para efectuar el trabajo de mover material desde A hasta B, la banda requiere potencia que es proporcionada por un tambor motriz o una polea de conducción.

El torque del motor transforma en fuerza tangencial, llamada también tensión efectiva, a la superficie de la polea de conducción. Éste es el “tirón” o tensión requerida por la correa para mover el material de A hacia B, es el resultado de lo siguiente:

- La tensión debe vencer la fricción de la correa y de los componentes en contacto con ella.
- La tensión debe vencer la fricción de la carga

3.4. CLASES, TIPOS, CARACTERÍSTICAS Y TÉCNICAS

La tecnología de transporte continuo mediante bandas transportadoras se ha establecido a través de todo el mundo para el movimiento de materiales y cargas debido a su gran versatilidad y economía.

De acuerdo al tipo de materiales que van a manejarse, existen dos grandes grupos de transportadores, ellos son:

- Banda o rodillo para el manejo de productos empacados o cargas unitarias.
- Banda o rodillo para manejo de producto suelto o a granel.

Existe un gran número de variables que nos permiten llegar a una elección exitosa de la banda transportadora requerida para un proceso determinado. Entre las más importantes y comunes se tienen:

- Material a manejar: Características, temperatura, etc.
- Capacidad y peso.
- Distancia de transporte.
- Niveles de transporte.
- Condiciones ambientales.
- Recursos energéticos.
- Recursos financieros (presupuestos).
- Clasificación de usuarios y tiempo de utilización.

Entre los tipos de bandas transportadoras hablaremos de dos tipos en especial:

- Bandas Transportadoras De PVC Y PU
- Bandas Transportadoras Modulares

3.4.1. Bandas Transportadoras De PVC Y PU

Se emplean para el transporte interior de productos (fig. III-7) manufacturados y/o a granel, en la mayoría de los sectores industriales: alimentación, cerámica, madera, papel, embalaje, cereales, etc.



Fig. III-7.- Banda transportadora de PVC y PU

3.4.2. Bandas Transportadoras Modulares

Se fabrican con materiales FDA (polietileno, polipropileno), permiten un amplio rango de temperatura de utilización (-70 a 105°C) y presentan las ventajas de su fácil manipulación, limpieza y montaje, a la vez que una gran longevidad un ejemplo de este tipo de banda se muestra en la fig. III-8.



Fig. III-8.- Banda de tipo Modular

Sus principales aplicaciones son:

- Congelación
- Alimentación
- Embotellado
- Conservas

Según el tipo de material a transportar, puede utilizarse:

Trama rígida, para transporte plano.

Trama flexible, para transporte en secciones modulares o ensamblaje.

Según el tipo de producto a transportar se determinará la calidad de la cobertura:

- Línea alimentaria (PVC o Poliuretano).
- Resistentes a grasas y aceites vegetales, animales o minerales.
- Resistente a la abrasión.
- Resistente a los cortes.
- Antillama.
- Antiestáticas permanentes.

3.5. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Las bandas y rodillos transportadores poseen las siguientes herramientas para poder funcionar óptimamente y con una buena eficiencia:

Estructura soportante: la estructura soportante de una cinta transportadora está compuesta por perfiles tubulares o angulares, formando en algunos casos verdaderos puentes que se fijan a su vez, en soportes o torres estructurales apernadas o soldadas en una base sólida.

Elementos deslizantes: son los elementos sobre los cuales se apoya la carga, ya sea en forma directa o indirecta, perteneciendo a estos los siguientes:

- **Correa o banda:** la correa o banda propiamente tal, que le da el nombre a éstos equipos, tendrá una gran variedad de características, y su elección dependerá en gran parte del material a transportar, velocidad, esfuerzo o tensión a la que sea sometida, capacidad de carga a transportar, etc.
- **Elementos motrices:** el elemento motriz de mayor uso en los transportadores es el del tipo eléctrico, variando sus características según la exigencia a la cual sea sometido. Además del motor, las poleas, los engranajes, el motorreductor, son otros de los elementos que componen el sistema motriz.
- **Elementos tensores:** es el elemento que permitirá mantener la tensión en la correa o banda, asegurando el buen funcionamiento del sistema.

3.6. USOS EN LAS INDUSTRIAS

Las bandas transportadoras tienen varias características que afectan sus aplicaciones en la industria. Son independientes de los trabajadores, es decir, se pueden colocar entre máquinas y el material colocado en un extremo llegara al otro sin intervención humana.

Las bandas transportadoras proporcionan un método para el manejo de materiales mediante el cual los materiales no se extravían con facilidad. Se pueden usar bandas transportadoras para fijar el ritmo de trabajo que siguen rutas fijas.

Esto limita su flexibilidad y los hace adecuados para la producción en serie o en procesos de flujo continuo como se ilustra en la imagen III-9.

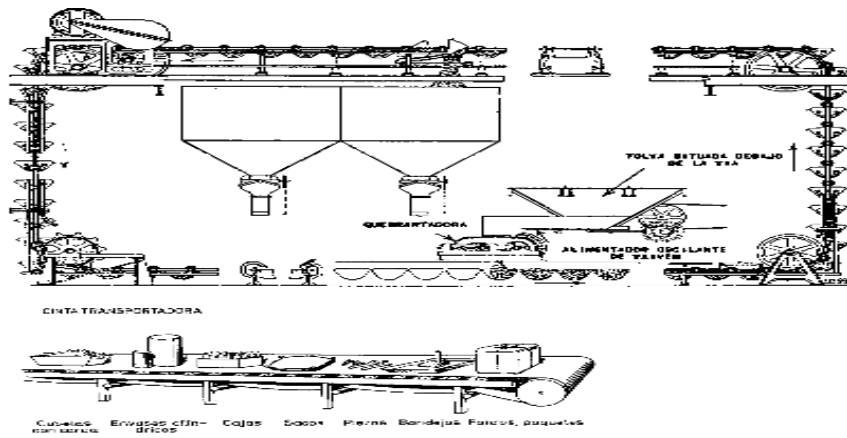


Fig. III-9.- Proceso Continuo con Bandas Transportadoras

Los principales usos de los transportadores se dan mayormente en la minería, construcción, industria alimenticia, industria motriz entre otros.

CAPITULO IV

TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE CONTROL

4.1. INGENIERÍA AUTOMÁTICA



La ingeniería automática conocida también como ingeniería de control es el uso de elementos sistemáticos (como control numérico (NC), controladores lógicos programables (PLC) y otros sistemas de control industrial) relacionados con otras aplicaciones de la tecnología de la información, para el control industrial de maquinaria y procesos, reduciendo la necesidad de intervención humana.

En el ámbito de la industrialización, la automatización está un paso por delante de la mecanización. Mientras que la mecanización provee operadores humanos con maquinaria para ayudar a exigencias musculares de trabajo, la automatización reduce

considerablemente la necesidad para exigencias humanas sensoriales y mentales. Los procesos y los sistemas también pueden ser automatizados.

La Ingeniería de Control se preocupó desde sus orígenes de la automatización y del control automático de sistemas complejos, sin intervención humana directa. Campos como el Control de procesos, Control de sistemas electromecánicos, Supervisión y ajuste de controladores y otros donde se aplican teorías y técnicas entre las que podemos destacar: Control Óptimo, Control Predictivo, Control Robusto, Control no lineal, y Control de sistemas entre otros.

Todo ello con trabajos y aplicaciones muy diversas (investigación básica, investigación aplicada, militares, industriales, comerciales, etc.), las cuales han hecho de la Ingeniería de Control una materia científica y tecnológica imprescindible hoy en día.

La ingeniería automática es un área multidisciplinar encargada de la concepción y desarrollo de autómatas y de otros procesos automáticos en las siguientes áreas:

- Automatización de edificios (domótica)
- Simulación de Procesos Químicos
- Ingeniería mecánica
- Automóviles
- Aeronáutica y astronáutica
- Robótica
- Biología
- Medicina
- Mecatrónica

Dentro de la ingeniería automática se encuentran, entre otras, las siguientes subdisciplinas:

- Instrumentación automática
- Tecnología de sensores
- Regulación automática
- Control de procesos
- Ingeniería automática
- Vigilancia
- Diagnóstico de fallos
- Optimización
- Visualización de procesos

El diseño, implementación y puesta en marcha de sistemas automáticos es un proceso muy metódico. Estos métodos de la ingeniería automática están en parte divididos en procesos.

Hoy en día, la ingeniería electrónica es una parte integrante de la ingeniería de control. Casi todos los sistemas automáticos funcionan con ayuda de la electrónica, quedando los sistemas automáticos basados en la mecánica en un segundo plano.

Por otra parte, los sistemas digitales están tomando cada vez más importancia en esta área, en especial los microprocesadores y los convertidores digital-analógicos (D/A) así como los analógico-digitales (A/D).

La mayoría de los métodos generales de la ingeniería de control se basan en el uso de modelos analíticos del proceso que se quiere estudiar obtenidos de forma teórica o experimental. A partir de estos modelos se pueden usar métodos científicos para obtener sistemas de control para los mismos.

Esta parte de la automática tiene una gran importancia, contando con los siguientes métodos:

- Identificación y estimación de parámetros
- Control adaptativo
- Vigilancia y diagnóstico de fallos
- Lógica Fuzzy
- Algoritmos evolutivos
- Redes neuronales

Con estos métodos se pueden diseñar sistemas inteligentes con reguladores basados en modelos que se auto-actualizan y con control de fallos, que pueden tomar decisiones en función de la información que obtienen a través de sus sensores. Los mismos son también de gran importancia en mecatrónica y son usados también en el control digital de robots, máquinas herramienta, motores, automóviles y sistemas neumáticos e hidráulicos.

4.2. CONTROL



El control es un área de la ingeniería y forma parte de la Ingeniería de Control. Se centra en el control de los sistemas dinámicos mediante el principio de la realimentación, para conseguir que las salidas de los mismos se acerquen lo más posible a un comportamiento predefinido. Esta rama de la ingeniería tiene como herramientas los métodos de la teoría de sistemas matemática.

La ingeniería de control es una ciencia interdisciplinar relacionada con muchos otros campos, principalmente las matemáticas y la informática. Las aplicaciones son de lo más

variado: desde tecnología de fabricación, instrumentación médica, Subestación eléctrica, ingeniería de procesos, robótica hasta economía y sociología. Aplicaciones típicas son, por ejemplo, el piloto automático de aviones, barcos y el ABS de los automóviles.

El control de temperatura en una habitación es un ejemplo claro y típico de una aplicación de ingeniería de control. El objetivo es mantener la temperatura de una habitación en un valor deseado, aunque la apertura de puertas y ventanas y la temperatura en el exterior hagan que la cantidad de calor que pierde la habitación sean variables (perturbaciones externas). Para alcanzar el objetivo, el sistema de calefacción debe modificarse para compensar esas perturbaciones.

La ingeniería de control moderna se relaciona de cerca con la Ingeniería eléctrica y la electrónica, pues los circuitos electrónicos pueden ser modelados fácilmente usando técnicas de la teoría de control.

Anterior a la electrónica moderna, los dispositivos para el control de procesos eran diseñados por la ingeniería mecánica, los que incluían dispositivos tales como levas junto con dispositivos neumáticos e hidráulicos. Algunos de estos dispositivos mecánicos siguen siendo usados en la actualidad en combinación con modernos dispositivos electrónicos.

El control aplicado en la industria se conoce como control de procesos. Se ocupa sobre todo del control de variables como temperatura, presión, caudal, etc, en un proceso químico de una planta. La ingeniería de control es un área muy amplia y cualquier ingeniería puede utilizar los mismos principios y técnicas que esta utiliza.

La ingeniería de control se ha diversificado a tal punto que hoy se aplica incluso en campos como la biología, las finanzas, e incluso el comportamiento humano.

La ingeniería de control comienza con el uso de la matemática elemental y la transformada de Laplace (llamada teoría de control clásica). En el control lineal, se hace análisis de los sistemas en el dominio de la frecuencia y del tiempo mientras que en los sistemas no lineales y en el control digital se requiere el uso del álgebra lineal y de la transformada Z respectivamente.

4.3. SISTEMAS DE CONTROL

La Ingeniería de control es una disciplina que se focaliza en modelar matemáticamente una gama diversa de sistemas dinámicos y el diseño de controladores que harán que estos sistemas se comporten de la manera deseada. Aunque tales controladores no necesariamente son electrónicos y por lo tanto la ingeniería de control es a menudo un subcampo de otras ingenierías como la mecánica.

Dispositivos tales como circuitos eléctricos, procesadores digitales y los microcontroladores son muy utilizados en todo sistema de control moderno. La ingeniería de control tiene un amplio rango de aplicación en áreas como los sistemas de vuelo y de propulsión de los aviones de aerolíneas, militares, en la carrera espacial y últimamente en la industria automotriz.

El objetivo del control automático es poder manejar con una o más entradas (o referencia), una o más salidas de una planta o sistema, para hacerlo, la idea más primitiva es colocar entre la referencia y la planta, un controlador que sea el inverso de la función de transferencia de la planta, de tal manera que la función de transferencia de todo el sistema (la planta más el controlador), sea igual a uno; logrando de esta manera que la salida sea igual a la entrada; esta primera idea se denomina control en lazo abierto fig. IV-10.

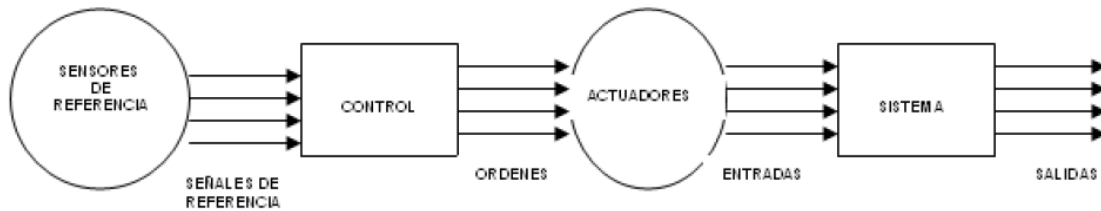


Fig.IV-10.- Control De Lazo Abierto

Las desventajas que tiene el control por lazo abierto son:

- Jamás se conoce la planta, a lo más se puede conocer un modelo aproximado, por lo que no se puede lograr el inverso perfecto.
- No se puede usar para controlar plantas inestables.
- No compensa perturbaciones en el sistema.
- Si la planta tiene grado relativo mayor que cero, no se puede crear un controlador que la invierta, ya que no se puede hacer una función de transferencia con grado menor que cero.
- Es imposible invertir perfectamente una planta, si esta tiene retardos, ya que su inverso sería un adelanto en el tiempo (se debería tener la capacidad de predecir el futuro).

Una idea más avanzada, y más ampliamente implementada, es el concepto de feedback o realimentación, en que se usa la medición de la salida del sistema, como otra entrada del mismo, de tal forma que se puede diseñar un controlador que ajuste la actuación para variar la salida y llevarla al valor deseado.

Por ejemplo en un automóvil con control de crucero la velocidad se sensa y se retroalimenta continuamente al sistema que ajusta la velocidad del motor por medio del suministro de combustible al mismo, en este último caso la salida del sistema sería la velocidad del motor, el controlador sería el sistema que decide cuanto combustible echar de acuerdo a la velocidad y la actuación sería la cantidad de combustible suministrado.

Las ventajas que tiene el control por retroalimentación son:

- Puede controlar sistemas inestables
- Puede compensar perturbaciones
- Puede controlar sistemas incluso si estos tienen errores de modelado

Desventajas:

- El uso de sensores hace más costoso el control
- Se introduce el problema del ruido, al hacer la medición

4.4. SENSORES

4.4.1. Definición

Los sensores son unos dispositivos que transforman parámetros físicos en parámetros eléctricos. Se usan diferentes tipos de sensores dependiendo de la variable física que se desee tratar.

En la fig. IV-11 se muestra un esquema que explica el funcionamiento general de un sensor. Se puede apreciar que, por regla general, es necesario procesar de alguna manera las señales (procesamiento previo) antes de que la información llegue a un sistema ejecutor constituido por actuadores. La función del sensor se aprovecha para la primera conversión de señales recurriendo a diversos principios físicos.

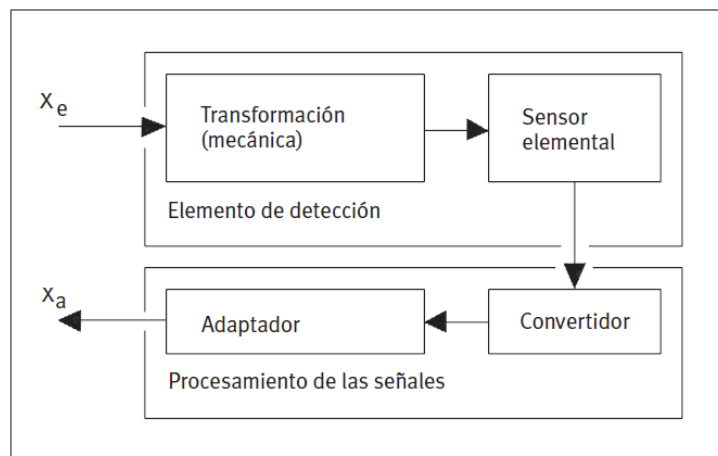


Fig. IV-11.- Funcionamiento de un sensor

4.5. Tipos de Sensores

Dependiendo del tipo de material o proceso a automatizar se puede elegir diversos tipos de sensores, existe una gran variedad de sensores en el mercado entre los más conocidos tenemos:

4.5.1. Sensores Inductivos:

Como se puede observar en la fig. IV-12, los sensores de proximidad inductivos están formados por un oscilador que empieza a oscilar si consume cierta corriente, entonces se crea un campo alterno de alta frecuencia que sobresale.

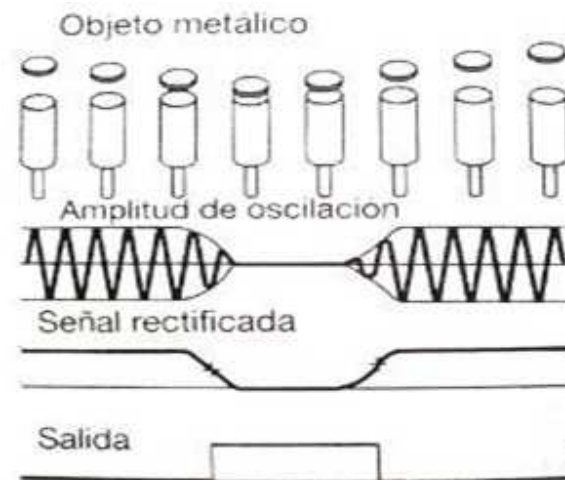


Fig.IV-12.- Sensor Inductivo

Si en este campo irrumpe un objeto metálico (no hace falta que sea ferromagnético), se induce en el objeto una corriente que se opone al campo. Entonces el consumo de corriente disminuye, esta pérdida de corriente nos da mucha información: por ejemplo podemos medir y controlar posiciones o también podemos calcular la velocidad y las revoluciones del objeto en movimiento.

Ventajas:

- No hay contacto con el objeto.
- No están expuestos al desgaste.
- No necesita mantenimiento.
- La respuesta del detector es clara y rápida.
- Insensibles a los golpes, a las vibraciones y al polvo.
- Resistentes a muchos productos químicos.
- Son de tamaño pequeño.
- Se puede instalar en cualquier lugar.

Inconvenientes:

- Solo puede medir distancias pequeñas
- Solo se puede medir velocidades de hasta 50.000 r.p.m.

Aplicaciones:

Su utilización es muy apropiada en sistemas de fabricación automáticos ya que sus aplicaciones son muchas y es de larga duración, sin mantenimiento y muy eficaz.

Normalmente estos detectores vienen provistos con una rosca para facilitar su montaje, puede medir magnitudes tales como distancia o velocidad.

Una buena aplicación industrial podría ser la de la de una cadena de montaje de objetos metálicos de tal forma que los sensores inductivos avisarían si falta algún objeto o si alguno no está en su posición correcta.

4.5.2. Sensor Capacitivo

Los detectores de proximidad capacitivos funcionan como un condensador. Pueden utilizarse para la detección de objetos conductores o dieléctricos. En la fig. IV-13 se muestra su principio de funcionamiento. En este caso, se mide la distancia "s". La distancia de conmutación puede ser de máximo 60 mm aproximadamente. Los detectores capacitivos se utilizan especialmente para la medición precisa de recorridos. En el caso de construcciones tubulares, los recorridos pueden llegar a ser de hasta 2 metros.

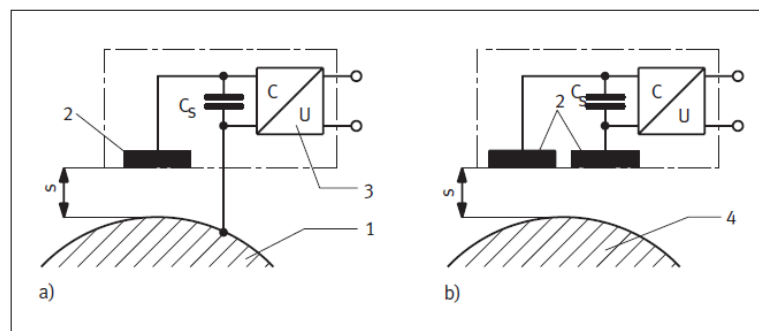


Fig. IV-13.- Principio De Funcionamiento Del Sensor Capacitivo

Funcionamiento:

Las sustancias metálicas y las no metálicas, tanto si son líquidas como sólidas, disponen de una cierta conductividad y una constante eléctrica. Los sensores capacitivos detectan los cambios provocados por estas sustancias en el campo eléctrico de su área de detección. Se observa que hay un campo estático provocado por el oscilador del sensor, ya que está situado detrás del electrodo de base. Durante ese periodo de encendido y apagado del oscilador, la evaluación de los cambios nos da información exacta sobre el objeto.

Ventajas:

- Alto nivel de estabilidad con temperatura.
- Alcances de detección mejorados para reservas funcionales.
- Inmunidad contra:
- Interferencias electromagnéticas (por ejemplo: las que da un teléfono móvil)
- Choques, vibraciones y polvo.
- No están expuestos al desgaste.
- No necesita mantenimiento.
- Resistentes a muchos productos químicos.
- Son de tamaño pequeño.
- Se puede instalar en cualquier lugar.

Inconvenientes:

El principio capacitivo tiene como desventaja la detección adicional de depósitos de suciedad y humedad en la superficie misma del detector. El polvo, aceite y agua constituyen fuentes de posibles errores, ya que tienen un efecto aislante. En esos casos, el error consiste en que la distancia total medida es menor que la distancia real.

Para solucionar este problema se utilizan detectores capacitivos provistos de un electrodo de compensación, con lo que en la mayoría de los casos se evita una conmutación indebida.

Aplicaciones:

Como los sensores inductivos, su utilización es muy apropiada en sistemas de fabricación automáticos. Normalmente estos detectores vienen provistos con una rosca para facilitar su montaje. Se utiliza generalmente en procesos de automatización para detectar la presencia y/o niveles de líquidos, detectar polvo en los objetos, y también para identificar sólidos.

4.5.3. Sensor de Proximidad Fotoeléctrico

La detección de la posición de objetos puede realizarse con detectores optoeléctricos que funcionan con luz del espectro luminoso visible o con luz infrarroja.

Estos sensores se utilizan especialmente para la detección de objetos no metálicos, ya que son capaces de detectar vidrio, de comprobar el nivel de llenado, de controlar la presencia de piezas, además de muchas otras aplicaciones nuevas que van surgiendo constantemente.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los sistemas ópticos son sensibles a la suciedad y a la humedad. Por ello, los modernos detectores de este tipo disponen de un sistema de indicación de reserva operativa para informar sobre su capacidad de recepción.

Si en el ambiente hay mucha suciedad, es posible limpiar las lentes de los detectores con chorros de aire comprimido.

Los sistemas más conocidos son las barreras de luz y los detectores de reflexión directa. En la tabla IV-I se incluye una lista no exhaustiva de este tipo de sensores. (14Blue Digest on Automation Pag.25-45)

Denominación	Esquema	Explicación
Barrera de luz sin reflexión		Emisor y receptor separados y opuestos. Para efectuar la medición se aprovecha la interrupción del haz de luz. Utilización en distancias de hasta 30 metros.
Barrera de luz con reflexión		Emisor y receptor en un solo cuerpo. Adicionalmente se necesita un reflector en el lado opuesto. Se mide la interrupción del haz. Utilización en distancias de hasta 4 metros.
Detector de reflexión directa		Emisor y receptor en un solo cuerpo. La luz se refleja y vuelve al receptor. En este caso, el propio objeto hace de reflector. Utilización en distancias desde 0,1 hasta 0,4 metros.
Detector de transmisión		Emisor y receptor separados y opuestos. Ambos están enfocados en el punto de paso de los objetos. Utilización para la detección de objetos transparentes o de superficies claras.
Barreras de haces múltiples		Barreras de corta distancia, con un emisor y varios receptores. Por ello, la disposición de los emisores "S" y de los receptores "E" tiene que ser alterna.

Tabla IV-I.- Tipos de Sensores Ópticos

4.5.4. Sensores Fotoeléctricos Directos.

Como se muestra en la fig. IV-14 el emisor (integrado en el sensor juntamente con el receptor) genera un flujo de luz modulado. Si un objeto se sitúa en este flujo de luz entonces la luz se refleja en el objeto, una parte de esta luz reflejada va a parar en el sensor. El receptor la capta y dependiendo de la superficie, intensidad y color se puede evaluar los cambios, estos nos da información exacta sobre el objeto.

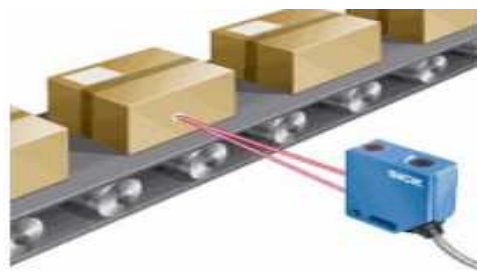


Fig.IV-14.- Sensor Fotoeléctrico Directo

4.5.5. Sensores Fotoeléctricos Unidireccionales

Estos sensores (fig. IV-15), el receptor y el emisor están separados, el haz de luz es proyectado desde el emisor al receptor creando un cordón que sensa cuando un objeto interrumpe el haz de luz. Se pueden lograr grandes alcances y una detección fiable de

objetos reflectantes o brillantes. Cuando la fuente de luz es láser, el alcance se puede incrementar considerablemente.

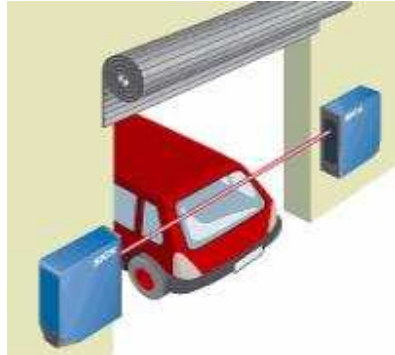


Fig. IV-15.- Sensor Fotoeléctrico Unidireccional

4.5.6. Sensores Fotoeléctricos Con Fibra Óptica

Por lo general son utilizados en espacios especialmente limitados, los conductores de fibra óptica resultan, a menudo, la única manera de colocar un sensor en su posición. Podemos encontrar conductores: de plástico flexible y de fibra óptica.

Son muy recomendados para detectar pequeñas piezas de ensamblaje como se ilustra en la fig. IV-16.

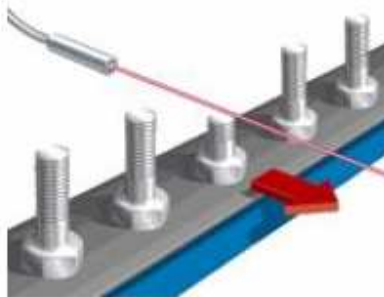


Fig. IV-16.- Sensor Fotoeléctrico Con Fibra Óptica

4.5.7. Sensores Neumáticos:

En muchos casos los captadores tienen que detectar el objeto sin contacto con él. Por eso se pueden emplear captadores neumáticos. Luego la señal que captamos la tenemos que transformar en una señal eléctrica.

Estos captadores pueden ser de tres tipos:

- Detectores de paso
- De proximidad
- De presión dinámica

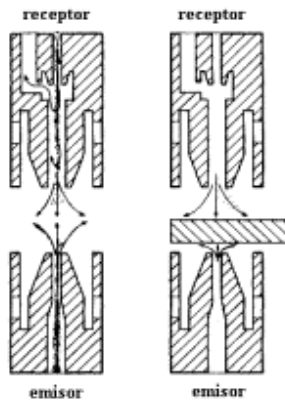
4.5.8. Sensor Detector de paso (barrera de aire)



Funcionamiento:

Se emite aire de ambas toberas (emisor y receptor). Por lo tanto, el chorro de aire del conducto emisor perturba la salida libre del aire del conducto receptor. Se crea una turbulencia, que produce una señal. Esta, puede ser reforzada hasta la presión deseada con un amplificador. Si se introduce un objeto entre emisor y receptor, desaparece la señal y la válvula (que está conectada) puede cambiar: la señal se vuelve 0.

Para un funcionamiento ideal:



-Se emplea un filtro regulador de presión baja para mantener el aire de alimentación limpio.

-El conducto receptor emite un poco de aire para no acumular suciedad.

-Debería estar en un lugar sin corrientes de aire porque desvían el flujo del aire.

-La distancia entre emisor y receptor no debe sobrepasar los 10cm.

Aplicación:

Por ejemplo se podría usar en puestos de montaje, en control de objetos (para saber si hay o no un objeto en ese momento) y en salas en que existe el riesgo de explosiones entre otras aplicaciones.

Inconvenientes:

- Solo puede determinar si hay o no un objeto. No da ninguna información más
- Solo puede detectar objetos de una anchura inferior a 10cm, difícil aplicación en cadenas de montaje de objetos medianos y grandes.
- Al ser dos conductos independientes del uno del otro, necesita un conducto de aire para el emisor y otro para el receptor.

4.5.9. Final de Carrera

El final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit swicht, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. (Figura IV-17)

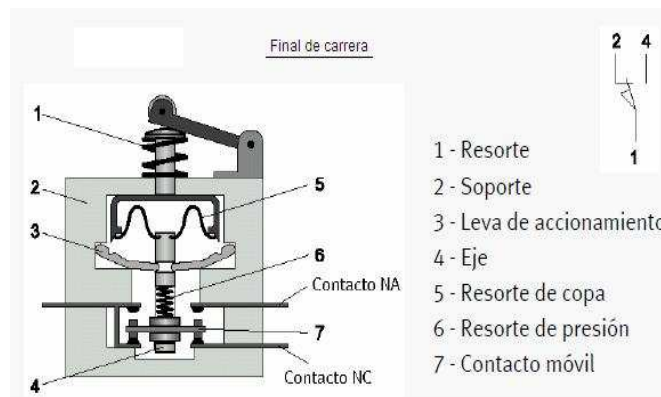


Fig. IV-17.- Final De Carrera

4.5.10. Sensores Ultrasónicos

Los sensores ultrasónicos (fig. IV-18), tienen como función principal la detección de objetos a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas. Funcionan emitiendo un pulso ultrasónico contra el objeto a censar, y al detectar el pulso reflejado, separa un contador de tiempo que inicio su conteo al emitir el pulso. Este tiempo es referido a distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta con ello manda una señal eléctrica digital o analógica.

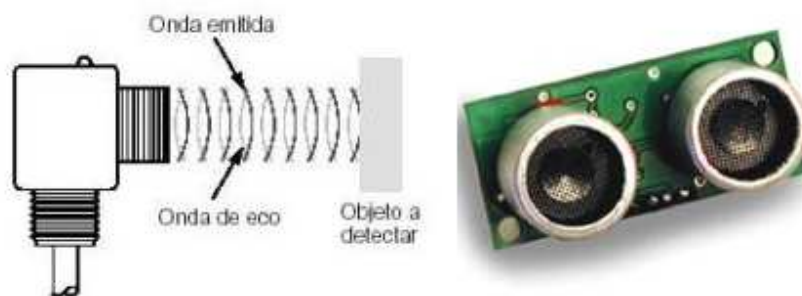


Fig. IV-18.- Sensor Ultrasónico

4.5.11. Sensores Magnéticos

El detector Reed es un detector de proximidad clásico (reed significa lengüeta en inglés). Este detector reacciona a los campos magnéticos. En la fig. IV-19 se explica su funcionamiento. El detector tiene 2 lengüetas de contacto elásticas y ferromagnéticas (de aleación Fe-Ni) que se encuentran en un tubo de vidrio hermético lleno de un gas inerte.

Si se acerca un campo magnético al tubo, las lengüetas se tocan, con lo que se cierra un circuito eléctrico. La reacción es de apenas una milésima de segundo. Los detectores Reed no se desgastan.

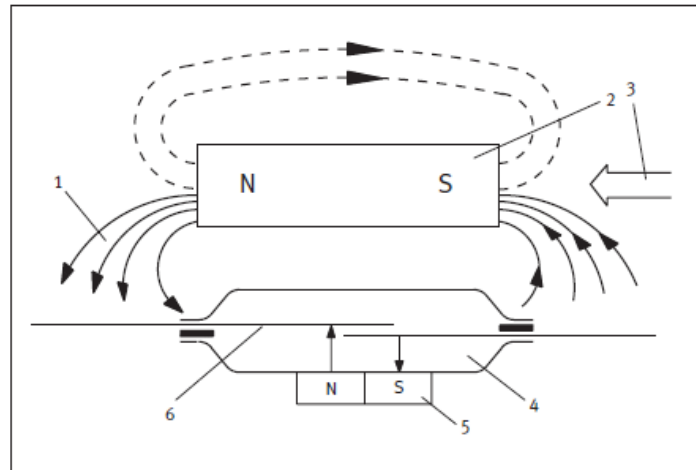


Fig. IV-19.- Funcionamiento del Sensor Magnético

Estos interruptores, utilizados como detectores de posición, ofrecen una precisión de conmutación de $\pm 0,1$ mm. Claro está que hay que evitar que se encuentre otro campo magnético en las cercanías. De ser así, es necesario apantallar de modo apropiado al detector.

Los detectores de proximidad tipo Reed suelen utilizarse como detectores para cilindros (su construcción y funcionamiento se explican en la fig. IV-20). La conmutación está a cargo de un imán anular incorporado en el embolo.

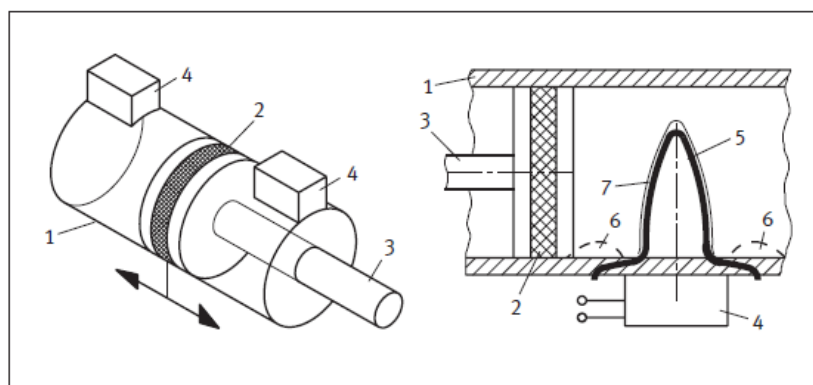


Fig. IV-20.- Principio de funcionamiento de un detector para cilindros magnético

Los detectores Reed pueden crear una zona de conmutación secundaria además de la zona de conmutación primaria, lo que constituye un efecto no deseado.

La existencia de una zona secundaria resulta conflictiva siempre que la fuerza de las lengüetas de contacto del detector reed no esté ajustada con precisión en función de la fuerza de la inducción magnética.

Si se desea utilizar un detector magnético como detector para cilindro, puede elegirse un generador de señales de accionamiento magnético de pequeñas dimensiones.

Este puede montarse en la ranura perfilada de un actuador neumático (fig. IV-21) para emitir las señales correspondientes en las posiciones finales. Estos detectores aprovechan el efecto inductivo-magnético, el efecto Hall o el efecto Wiegand. Si se acerca un imán, cambia el campo electromagnético del detector. Este cambio se transforma en una señal de salida mediante un amplificador.

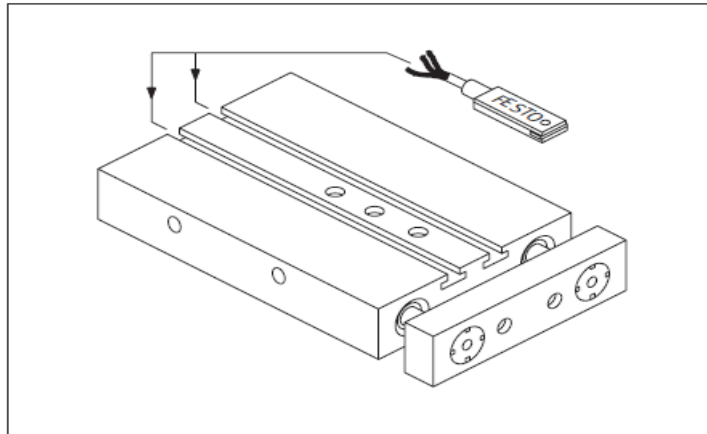


Fig. IV-21 Ejemplo De Montaje De Detectores Magnéticos En Actuadores Lineales Neumáticos

4.5.12. Sensor de Humedad

La detección de humedad puede ser muy importante en un sistema si éste debe desenvolverse en entornos que no se conocen de antemano.

Una humedad excesiva puede afectar los circuitos, y también la mecánica de un robot. Por esta razón se deben tener en cuenta una variedad de sensores de humedad disponibles, entre ellos los capacitivos y resistivos, más simples, y algunos integrados con diferentes niveles de complejidad y prestaciones.

- **Sensores resistivos:** Los sensores de humedad resistivos están hechos sobre una delgada tableta de un polímero capaz de absorber agua, sobre la cual se han impreso dos contactos entrelazados de material conductor metálico o de carbón.
- **Sensores capacitivos:** Son sensores capacitivos para uso en aplicaciones de gran escala y efectividad de costo en el control climático de interiores. En el rango de

humedad relativa de 20–90% es posible realizar una aproximación lineal, manteniendo el error en valores menores a $\pm 2\%$ de la humedad relativa medida.

4.5.13. Encoders

Se usan para posicionamiento y control de motores. Se acoplan al eje del motor y van rodando con él. Se basan en una rueda con unos agujeros. En un lado hay un emisor de luz y en el otro un receptor. Cuando el encoder gira el receptor va dando pulsos y se logra saber la velocidad y la posición del motor. Fig.IV-22

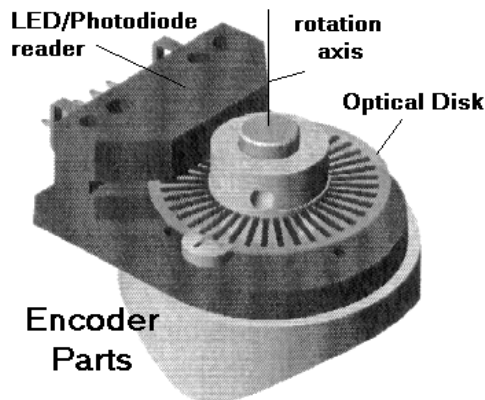


Fig. IV-22.- Encoder Acoplado A Un Motor

4.5.14. Sensor de Temperatura:

Suelen ser unas resistencias que varían su valor dependiendo de la temperatura. Las mismas que cuando aumenta el calor, aumentan la resistencia (PTC) y otras que cuando el calor aumenta disminuyen su valor (NTC), su estructura se muestra en la fig. IV-23.

Existen sensores de temperatura que están formados por un par de metales (como una uve "V") que crean en sus bornes un voltaje proporcional a la diferencia de temperatura de éstos. Este tipo de dispositivos se denominan termopares o termocuplas.



Fig. IV-23.- Sensores De Temperatura

CAPITULO V

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

5.1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de control discreto realizados con relés se tenía una lógica de control fija, alambrada en un panel. Hoy en día, mediante los controladores programables, se consigue una lógica de control configurable por programa que es fácil de modificar.

Los primeros controladores programables fueron introducidos a partir del año 1969, en los cuales las funciones de relé fueron reemplazadas por una lógica de estado sólido, manteniendo la notación lógica de diagrama de escalera, usada para especificar y documentar lógica de relés. Estos primeros controladores operaban en base a un programa fijo, definido por las conexiones entre dispositivos.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería una estricta manutención planificada.

Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80. El último estándar (IEC 1131-3) intenta unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional.

Ahora disponemos de PLC's que pueden ser programados en diagramas de bloques, lista de instrucciones, C y texto estructurado al mismo tiempo.

5.2. ASPECTOS GENERALES

5.2.1. Historia Del PLC

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores.

Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, MODular DIGital CONtroller) a un gran fabricante de coches. Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

Los PLC fueron inventados en respuesta a las necesidades de la automatización de la industria automotriz norteamericana por el ingeniero Estadounidense Dick Morley. Antes de los PLC, el control, la secuenciación, y la lógica para la manufactura de automóviles era realizada utilizando relés, contadores, y controladores dedicados.

El proceso para actualizar dichas instalaciones en la industria año tras año era muy costoso y consumía mucho tiempo, y los sistemas basados en relés tenían que ser recableados por electricistas especializados. En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisiones automáticas de General Motors) ofertó un concurso para una propuesta del reemplazo electrónico de los sistemas cableados.

La propuesta ganadora vino de Bedford Associates de Boston, Masachusets. El primer PLC, fue designado 084, debido a que fue el proyecto ochenta y cuatro de Bedford Associates. Bedford Associates creó una nueva compañía dedicada al desarrollo,

manufactura, venta y servicio para este nuevo producto: Modicon (MOdular DIgital CONtroller o Controlador Digital Modular).

Una de las personas que trabajo en ese proyecto fue Dick Morley, el que es considerado como "padre" del PLC. La marca Modicon fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía Alemana AEG y más tarde por Schneider Electric, el actual dueño.

Uno de los primeros modelos 084 que se construyeron se encuentra mostrado en la sede de Modicon en el Norte de Andover, Masachusets. Fue regalado a Modicon por GM, cuando la unidad fue retirada tras casi veinte años de servicio ininterrumpido.

La industria automotriz es todavía una de las más grandes usuarias de PLC, y Modicon todavía numera algunos de sus modelos de controladores con la terminación ochenta y cuatro. Los PLC son utilizados en muchas diferentes industrias y máquinas tales como máquinas de empaquetado y de semiconductores.

Algunas marcas con alto prestigio son ABB Ltd., Koyo, Honeywell, Siemens, Trend Controls, Schneider Electric, Omron, Rockwell (Allen-Bradley), General Electric, fraz max, Tesco Controls, Panasonic (Matsushita), Mitsubishi e Isi Matrix machines. Tambien existe un rango de PLCs fabricados para aplicaciones en automotores, embarcaciones, ambulancias y sistemas móviles para el mercado internacional de SCM International,Inc. Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido. Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.

Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas, apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

5.2.2. Concepto de PLC

El término PLC de amplia difusión en el medio significa en inglés, Controlador Lógico Programable. Originalmente se denominaban PCs (Programmable Controllers), pero con la llegada de las IBM PCs, para evitar confusión se emplearon definitivamente las siglas PLC. En Europa, el mismo concepto es llamado Autómata Programable. La definición más apropiada es: Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas.

Es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, e industrial por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles encontrados en la industria. Esta familia de aparatos se distingue de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros muchos que, solamente pueden controlar un tipo específico de aparato.

Además de poder ser programados, se insiste en el término "Control Automático", que corresponde solamente a los aparatos que comparan ciertas señales provenientes de la máquina controlada de acuerdo con algunas reglas programadas con anterioridad para emitir señales de control para mantener la operación estable de dicha máquina.

Las instrucciones almacenadas en memoria permiten modificaciones así como su monitoreo externo.

El desarrollo e introducción de los relés, hace muchos años, fue un paso gigantesco hacia la automatización e incremento de la producción. La aplicación de los relés hizo posible añadir una serie de lógica a la operación de las máquinas y de esa manera reducir la carga de trabajo en el operador, y en algunos casos eliminar la necesidad de operadores humanos. Por ejemplo, los relés hicieron posible establecer automáticamente una secuencia de operaciones, programar tiempos de retardo, conteo de eventos o hacer un evento dependiente de que ocurrieran otros.

Los relés con todas sus ventajas, tienen también naturalmente sus desventajas, tienen sólo un período de vida; su naturaleza electromecánica dictamina, que después de un tiempo de uso serán inservibles, sus partes conductores de corriente pueden en un momento quemarse o fundirse, desbaratando la lógica establecida y requiriendo su reemplazo.

Tal vez la inconveniencia más importante de la lógica con relés es su naturaleza fija. La lógica de un panel de relés es establecida por los ingenieros de diseño, se implementa entonces colocando relés en el panel y se cablea como se prescribe.

Mientras que la máquina dirigida por el panel de relés continúa llevando a cabo los mismos pasos en la misma secuencia, todo está perfecto, pero cuando existe un re diseño en el producto o un cambio de producción en las operaciones de esa máquina o en su secuencia, la lógica del panel debe ser re diseñada.

Si el cambio es lo suficientemente grande, una opción más económica puede ser desechar el panel actual y construir uno nuevo.

Este fue el problema encarado por los productores de automóviles a mediados de los setenta.

A lo largo de los años se habían altamente automatizado las operaciones de producción mediante el uso de los relés, cada vez que se necesitaba un cambio, se invertía en él una gran cantidad de trabajo, tiempo y material, sin tomar en cuenta la gran cantidad de tiempo de producción perdido.

La computadora ya existía en esos tiempos y se les dio la idea a los fabricantes de que la clase de control que ellos necesitaban podría ser llevado a cabo con algo similar a la computadora. Las computadoras en sí mismas, no eran deseables para esta aplicación por un buen número de razones.

La comunidad electrónica estaba frente a un gran reto: diseñar un artefacto que, como una computadora, pudiese efectuar el control y pudiese fácilmente ser re programada, pero adecuado para el ambiente industrial.

El reto fue enfrentado y alrededor de 1969, se entregó el primer controlador programable en las plantas ensambladoras de automóviles de Detroit, Estados Unidos.

5.2.3. Estructura del PLC

Un Controlador Lógico Programable es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa. En la fig. V-24 se muestra la estructura de un PLC.

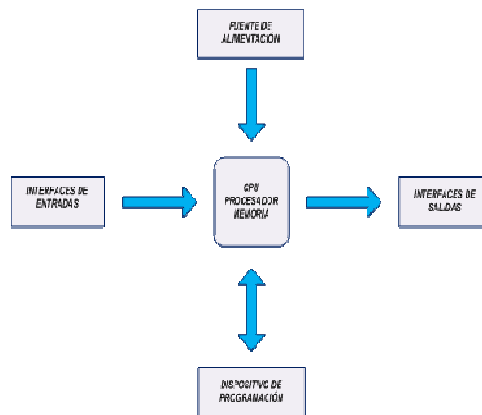


Fig. V-24.- Estructura Lógica de un PLC

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

El controlador Programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora.

5.2.4. Estructura Básica Del Hardware

La estructura básica del hardware de una consola Programable propiamente dicha está constituido por:

- a. Fuente de alimentación
- b. Unidad de procesamiento central (CPU)
- c. Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S)
- d. Modulo de memorias
- e. Unidad de programación

En algunos casos cuando el trabajo que debe realizar el controlador es más exigente, se incluyen Módulos Inteligentes.

a. Fuente De Alimentación

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

+ 5 V para alimentar a todas las tarjetas

+ 5.2 V para alimentar al programador

+ 24 V para los canales de lazo de corriente 20 mA.

b. Unidad De Procesamiento Central (C.P.U.)

Es la parte más compleja e imprescindible del controlador programable, que en otros términos podría considerarse el cerebro del controlador.

La unidad central está diseñada a base de microprocesadores y memorias; contiene una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores, memorias internas tipo relé, imágenes del proceso entradas/salidas, etc. Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad.

c. Módulos o Interfaces De Entrada y Salida (E/S)

Son los que proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de máquinas del proceso.

5.2.5. Tipos de Módulos de Entrada y Salida

Debido a que existen gran variedad de dispositivos exteriores (captadores, actuadores), encontramos diferentes tipos de módulos de entrada y salidas, cada uno de los cuales sirve para manejar cierto tipo de señal (discreta o analógica) a determinado valor de tensión o de corriente en DC o AC.

- Módulos de entradas discretas
- Módulos de salidas discretas
- Módulos de entrada analógica
- Módulos de salida analógica

d. Módulos de Memorias

Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente.

Se cuenta con dos tipos de memorias:

- Volátiles (**RAM**)
- No volátiles (**EPROM y EEPROM**)

e. Unidad de Programación

Los terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización.

Existen tres tipos de programadores los manuales (Hand Held) tipo de calculadora, Los de video tipo (PC), y la (computadora).

5.2.6. Funcionamiento del CPU

Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído, en la fig.V-25 se muestra el ciclo de funcionamiento del CPU. Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación. Al final del ciclo se actualizan las salidas. El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.



Fig. V-25.- Ciclo de Funcionamiento del CPU de un PLC

Las ventajas en el uso del PLC comparado con sistemas basados en relé o sistemas electromecánicos son:

- **Flexibilidad:** Posibilidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito impreso de un sistema electrónico, mediante un programa que corre en un PLC.
- **Tiempo:** Ahorro de tiempo de trabajo en las conexiones a realizar, en la puesta en marcha y en el ajuste del sistema.
- **Cambios:** Facilidad para realizar cambios durante la operación del sistema.
- **Confiabilidad**
- **Espacio**
- **Modularidad**
- **Estandarización**

5.3. PARTES DE UN PLC

Cada Controlador Lógico Programable se compone de dos partes básicas:

- Sección operativa (SO)
- Sección de comando (SC)

Sección Operativa (SO).

Es la que opera la materia prima y el producto en general. Se compone de los medios y herramientas necesarias para transformar la materia prima, por ejemplo: bombas, utensilios, taladros, etc.

Los accionadores destinados a mover y poner en funcionamiento estos medios, por ejemplo:

- Motores eléctricos para accionar una bomba.
- Gatos hidráulicos para cerrar una válvula.
- Gatos neumáticos para taladrar un cabezal de perforación.

Sección De Comando (SC)

Es la que emite las órdenes hacia la sección operativa (SO) y recoge las señales de retorno para sus acciones. Cada vez más, la sección de comando (SC) se basa en técnicas de lógica programada. Como parte central de la sección de comando (SC) está el tratamiento, que conste en la unión de tres diálogos:

1. El Diálogo con la Máquina:

Consiste en el comando de los accionadores, (motores) a través de los pre-accionadores (contadores, distribuidores, variadores), y de la adquisición de las señales de la retroalimentación provenientes de los sensores que dependen de la evolución del proceso.

2. El Diálogo Hombre-Máquina:

Para manejar, regular, calibrar la máquina, el personal introduce mensajes y comandos y recoge informaciones del autómata.

3. El Diálogo con otras Máquinas:

Varias máquinas pueden operar en una misma producción. Su coordinación está asegurada por el diálogo entre las secciones de comando.

5.4. COMPONENTES DE UN PLC

a. Entradas

Constituyen la etapa de entrada del PLC. Desde la parte externa del PLC lucen como una bornera donde se deben colocar los cables con las señales que provienen de los transductores, pero internamente están conformadas por circuitos electrónicos que acoplan esas señales a las especificaciones de señales que el PLC puede manipular.

Según la naturaleza de la señal que se recibe de los transductores, las entradas se clasifican en:

1. Entradas digitales

Estas entradas se diseñan para recibir señales cuantificadas de los sensores de campo. Dichas señales varían sólo entre dos estados. El PLC codifica estas señales según su amplitud en: 1 lógico para el valor de amplitud mayor, y 0 lógico para el nivel de amplitud menor. Los niveles de amplitud que el PLC entenderá son definidos por el fabricante.

Este tipo de señales generalmente provienen de transductores como: interruptores, botoneras, sensores de fin de carrera, etc.

2. Entradas analógicas

Son las que reciben señales analógicas de los transductores de campo. Estas señales generalmente provienen de sensores que miden el valor instantáneo de una variable física. Ejemplos de este tipo de señales son: la salida de una tacométrica, de un fotosensor o de un sensor de nivel.

El valor de la señal analógica se transforma en una señal digital de tal forma que el procesador la pueda manipular. Un aspecto importante de esta transformación es la resolución con que se realiza en el interior del PLC. Por resolución se entenderá la cantidad de valores cuantificados disponibles para representar una señal analógica.

Por ejemplo, si se tiene sólo dos valores cuantificados para representar una señal que varía de 0 a 5 V, se dice que se tiene una resolución de dos. La resolución depende de las características de la entrada.

La cantidad de valores cuantificados es igual a 2^n , con n el número de bits del registro donde se almacena la variable digital que resulta de la transformación. Generalmente, en los controladores más sofisticados, se asocia un registro de 16 bits a cada una de las entradas analógicas, con lo que se tiene una resolución de 216.

Según el tipo de señal eléctrica que reciban, las entradas también se clasifican en: de corriente y de voltaje. A las entradas está asignado un espacio de memoria del PLC llamado imagen de entradas, el cual contiene la información de todas las entradas en todo momento.

b. Salidas

Internamente son circuitos electrónicos que realizan el acople entre las señales digitales utilizadas por el PLC y las señales analógicas o cuantificadas que utilizan los actuadores. Externamente lucen como una bornera donde se realizan las conexiones entre el PLC y los actuadores.

Las salidas se clasifican, al igual que en el caso de las entradas, en digitales y analógicas. Las salidas digitales se aplican a actuadores como bobinas de contactores, electroválvulas, etc.

Existen salidas digitales: de voltaje y de relé. Las salidas de voltaje asignan una magnitud de voltaje, que depende del fabricante, al estado 1 lógico y de 0 V al estado 0 lógico. Las salidas de relé consisten en un contacto seco que se cierra en el estado 1 y se abre en el estado 0.

En el caso de salidas analógicas, los valores de salida están generalmente entre 0 Vdc a 10 Vdc para las salidas de voltaje y de 4 mA a 10 mA para las de corriente, aunque estos valores varían según el fabricante. Estas señales comandan actuadores como válvulas solenoides, servomotores, etc.

A las salidas se les asigna un espacio de memoria del PLC llamado imagen de salida, el cual contiene la información de todas las salidas en todo momento.

c. Unidad central de proceso

CPU por sus siglas en inglés. Es el elemento principal de procesamiento del PLC. Una vez digitalizadas, las señales de entrada son pasadas al CPU, el cual les aplica el algoritmo de

control para generar las salidas. El algoritmo de control está almacenado en la memoria interna del PLC en forma de un programa, el cual es creado y almacenado por el usuario.

Además de ejecutar el programa, el CPU realiza acciones como verificación del sistema, actualización de las imágenes de entrada y salida y la medición del tiempo de ejecución del programa.

d. Memoria del PLC

Es el lugar físico donde residen el sistema operativo, el programa, los datos de ejecución y las imágenes de entrada y salida. El sistema operativo es un programa que utiliza el PLC para iniciar su operación y realizar las configuraciones propias de su funcionamiento.

La memoria del PLC se clasifica en diferentes clases dependiendo de su modo de acceso y volatilidad.

- **EEPROM:** es una memoria de sólo lectura que puede ser escrita por medios electrónicos.

No necesita de una fuente de poder para mantener sus datos. Por su característica no volátil, se utiliza para guardar datos esenciales, tal como el sistema operativo y el programa.

- **RAM:** es una memoria que se puede sobrescribir, de acceso aleatorio que se utiliza para guardar los datos generados mientras se ejecuta el programa. Es volátil, por lo que los datos almacenados se pierden si se le suspende la alimentación.

e. FUENTE DE PODER:

Es el elemento que brinda la alimentación a todos los componentes del PLC. Generalmente los componentes funcionan a bajos voltajes de corriente continua. La fuente realiza la transformación de los voltajes corriente alterna de las líneas de potencia a esos niveles corriente continua.

5.5. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

5.5.1. Definición

De acuerdo con la definición de la "Nema" (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es: "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1 5 VDC, 4 20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos.

La arquitectura básica de un PLC se muestra en la fig. V-26, así como también la estructura interna de los buses de comunicación del PLC mostrados en la fig. V-27.

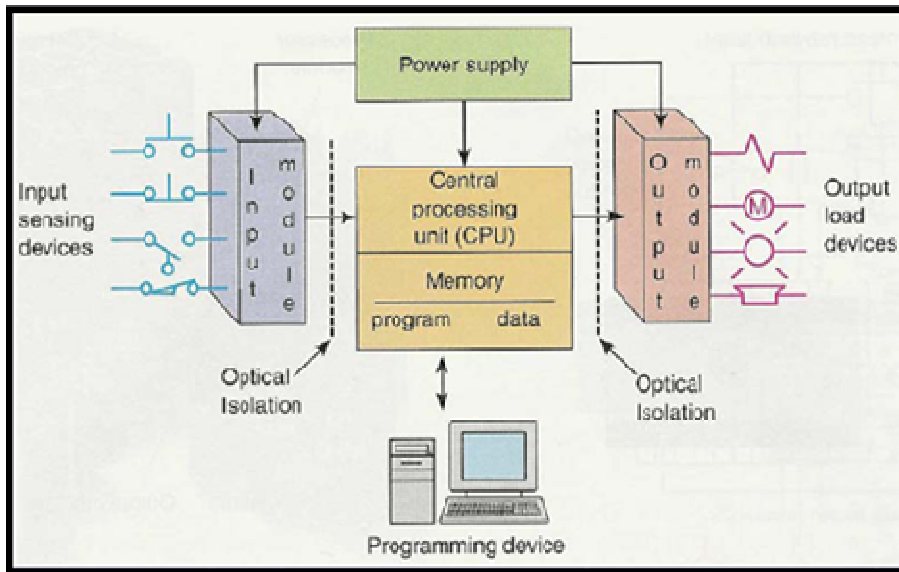


Fig. V-26.- Arquitectura básica de un PLC

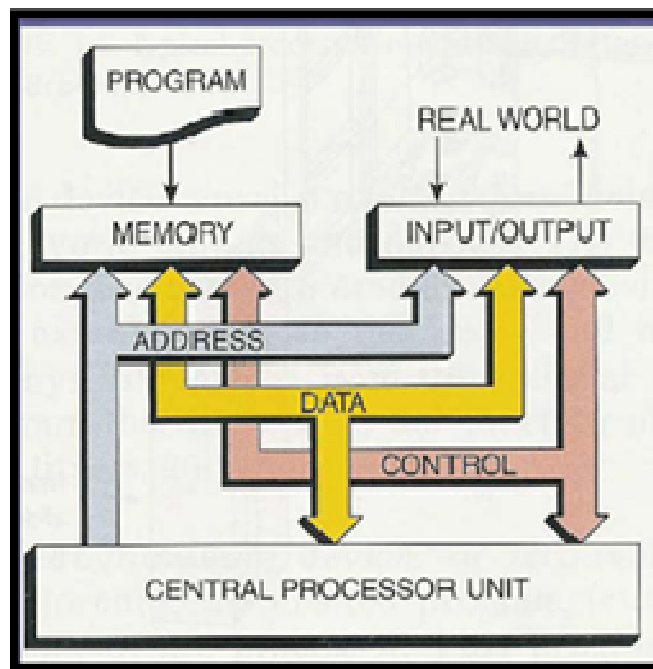


Fig. V-27.- Estructura interna de los buses de comunicación del PLC

5.6. CONFIGURACIONES DESTACADAS DEL PLC

- FIXED. (Fig.V-28)

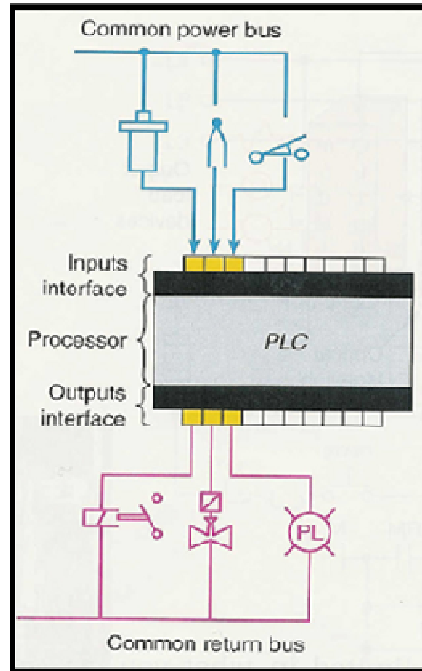


Fig. V-28.- Configuración fixed

- MODULAR (Fig. V-29)

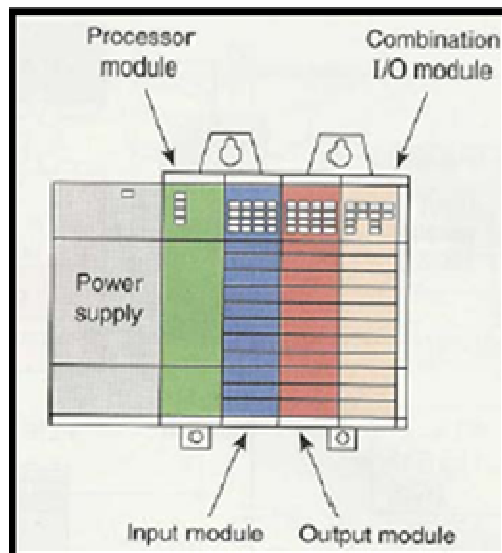


Fig. V-29.- Configuración Modular

Montaje de los módulos (fig. V-30)

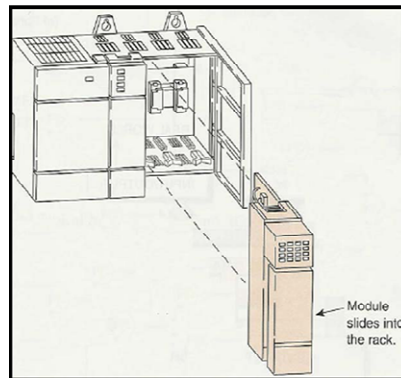


Fig. V-30.- Montaje de los Módulos

- Módulo De Entrada (fig. V-31)

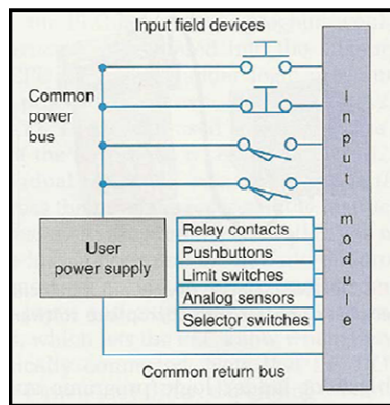


Fig. V-31.- Módulo de Entrada

- Módulo De Salida. (Fig. V-32)

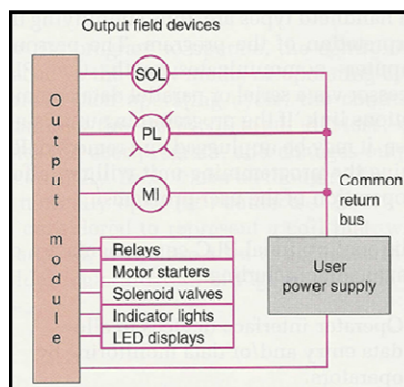


Fig. V-32.- Módulo De Salida

5.7. SECUENCIA DE OPERACIONES EN UN PLC.

1. Al encender el procesador, este efectúa un autochequeo de encendido e inhabilita las salidas. Entra en modo de operación normal.
2. Lee el estado de las entradas y las almacena en una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de entradas.
3. En base a su programa de control, el PLC modifica una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de salida.
4. El procesador actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (estas controlan el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, etc.).
5. Vuelve paso 2

A cada ciclo de ejecución de esta lógica se le denomina ciclo de barrido (scan) que generalmente se divide en:

- I/O scan
- Program Scan

En la actualidad estamos habituados a compartir nuestra vida con unas máquinas llamadas ordenadores.

El autómatas también llamado PLC o dispositivo lógico programable podemos definirlo como un ordenador especializado en la automatización de procesos ya sean estos industriales, domésticos, militares y otros.

Como los ordenadores, el PLC, va a constar de dos partes fundamentales (fig. V-33):

-Hardware: es la parte física o tangible del ordenador y del autómatas.

-Software: es la parte que no es tangible; es el programa o programas que hacen que el ordenador o el autómatas hagan un trabajo determinado.

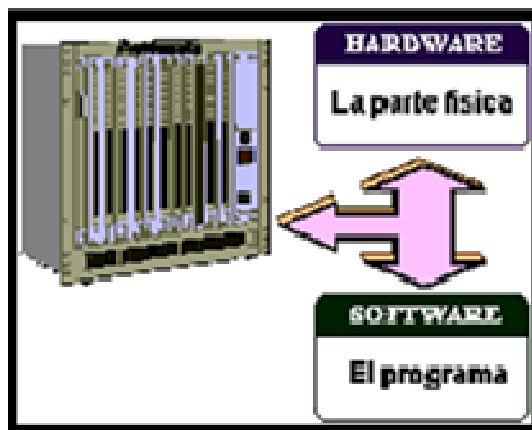


Fig. V-33 Partes Componentes del PLC

5.8. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE UN PLC

La imagen muestra la arquitectura interna de un PLC, ya teniendo el concepto de todo su esquema externo, ahora profundizaremos las características del interior de un PLC:

Memoria Programable

En esta parte se encuentra las instrucciones para la secuencia de control lógico.

Memoria De Datos

En esta parte se ubican las condiciones de los cambios, interbloqueo, valores pasados de datos y otros datos de trabajo.

Procesador Central

En esta parte se encuentra la lógica que será manipulada por el software de la Unidad de Programación, aquí se encuentra el lenguaje ensamblador del PLC.

Circuito De Entrada

En esta parte se encuentran los equipos de entradas como:

- Botoneras
- Selectores
- Interruptor de Límite
- Interruptor de Nivel
- Sensores Fotoeléctricos
- Sensores de Proximidad
- Contactores de Arrancador de Motor.

Circuito De Salida

En esta parte se encuentran los equipos de salidas como:

- Válvulas
- Arrancador de Motor
- Solenoides
- Alarmas
- Luces
- Ventiladores
- Bocinas

Puerto De Comunicaciones

Es la parte que enlaza con la PC, para poder editar, monitorear la secuencia lógica del PLC.

La fig.V-34 muestra el esquema al detalle de todo lo que conforma un PLC internamente:

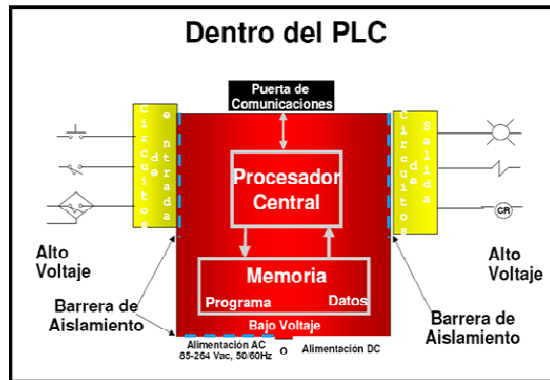


Fig. V-34.- Estructura interna del PLC

La siguiente imagen muestra (fig.V-35), el esquema al detalle del lado izquierdo que conforma un PLC internamente:

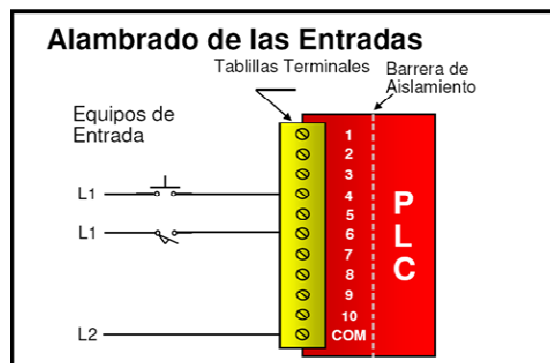


Fig. V-35.- Esquema De Entradas Del PLC

La siguiente imagen (fig. V-36), muestra el esquema al detalle del lado derecho que conforma un PLC internamente:

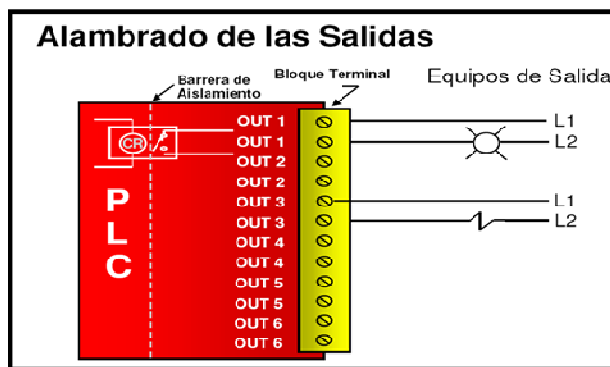


Fig. V-36.- Esquema De Salidas Del PLC

5.9. HARDWARE PLC

El hardware del autómata, al ser básicamente un ordenador, podemos dividirlo de la siguiente forma:

- La Fuente de Alimentación, provee a suministrar lo que necesitan los circuitos electrónicos del autómata para poder funcionar.
- La CPU o Unidad de Control de Proceso, en la que va alojado el microprocesador que es el cerebro del sistema, junto con los dispositivos necesarios para que éste realice su función; las tarjetas de memoria, el reloj, las VIAS (Integrados que ayudan al microprocesador en sus tareas de comunicación con otros dispositivos).
- Las tarjetas de entradas/salidas o tarjetas I/O, en las que otros circuitos integrados se encargan de que el microprocesador sea capaz de comunicarse con otros dispositivos, ya sean estos otros microprocesadores, un teclado, una pantalla, etc.

Debajo del bastidor central, junto en la parte inferior, existen unos ventiladores que tiene por misión refrigerar todos los elementos que componen el PLC, ya que tanto la Fuente de Alimentación como la CPU pueden alcanzar temperaturas peligrosas para la circuitería de uno y otro componente; un fallo en dichos ventiladores provocará una alarma que nos saldrá por pantalla e impresora ("Avería ventiladores PLC").

Pero si peligrosa es la temperatura, no es menos peligroso el polvo y las partículas en suspensión que hay en el aire como con los ventiladores, estas provocan una corriente de aire forzada que recorre las distintas tarjetas para evitar la entrada de partículas en suspensión en dichos elementos, entre los ventiladores y el PLC se han instalado unos filtros que es conveniente revisar y cambiar de vez en cuando.

Si examinamos la fig.V-37, la configuración del hardware de uno de los autómatas, la disposición física de los elementos sería la siguiente:

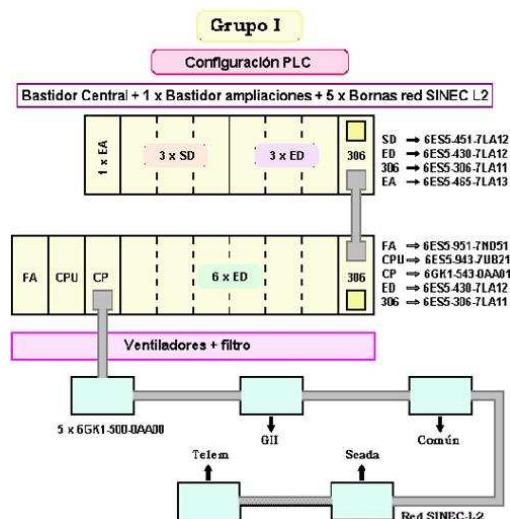


Fig. V-37.- Disposición física de los elementos del PLC

En el bastidor o rack central tenemos situada a la izquierda la fuente de alimentación (F.A). En la parte superior de esta tarjeta tenemos una especie de trampilla que nos permite acceder a la batería de la fuente de alimentación.

Al lado de la F.A. está situada la CPU, en la parte superior de esta tarjeta tenemos una ranura en la que se inserta la memoria EPROM. Este tipo de memoria tiene la particularidad de que mantiene la información aunque no esté alimentada. En esta tarjeta, que normalmente debe estar extraída, está grabado el programa que va a ejecutar el PLC; nos va a servir para recargar el programa en el PLC si, por cualquier motivo, éste se borrara de la memoria RAM.

La memoria RAM es un tipo de memoria que se caracteriza por su extremada rapidez, en ella podemos leer y escribir cuantas veces queramos; su única pega es que pierde todo su contenido si le quitamos la alimentación. El microprocesador del PLC utiliza esta memoria para escribir los datos (estado de las entradas, órdenes de salida, resultados intermedios, otros) y recurre a ella para leer el programa. No se utiliza otro tipo de memoria (la EPROM, por ejemplo) porque, aunque tienen la ventaja de no perder los datos cuando no tienen alimentación, son memorias más lentas y que requieren procesos más complicados para su borrado y regrabación: otra de las ventajas de la memoria RAM es que no necesitamos borrar los datos que contiene, escribimos directamente los nuevos datos sobre los que ya tiene grabados.

Inmediatamente debajo tenemos un conmutador con las indicaciones RN-ST. Si el conmutador está hacia la posición RN, el PLC ejecuta el programa que tiene grabado (Como se dice: "El programa está corriendo"). Si el conmutador se pone hacia la posición ST (Stop), el programa se detiene en la instrucción que esté ejecutando en ese momento el autómatas.

Debajo del conmutador RN-ST, la CPU dispone de dos leds que nos indican, cuando están encendidos, si el autómatas está corriendo el programa (RN) o si bien el programa se ha detenido (ST).

Debajo de los dos leds de funcionamiento, existen otros tres leds con las indicaciones: OV, ZV y BA. Estos tres leds nos indican si la CPU ha detectado algún error interno. Por debajo de los leds existe un conmutador con las indicaciones NR-RE-OR, que debemos mantener siempre hacia la posición NR.

En la parte inferior izquierda de la CPU existe un conector cuya finalidad es enganchar en él una maleta de programación o un PC con los que varía el programa, introducir un nuevo programa, visualizar el funcionamiento del programa, etc.

A la derecha de la CPU está instalada la tarjeta de comunicaciones (CP), esta tarjeta sirve para comunicar el autómatas, a través de una red (SINEC L-2), con:

- Los otros autómatas existentes de la instalación.
- El ordenador que sirve para la comunicación con el operador (SCADA)

- El sistema de telemando sirve para que en el despacho reciban las distintas señales y desde el despacho se transmitan las órdenes hacia los elementos de la instalación.

A continuación de la CP están instaladas 6 tarjetas de entradas digitales (ED), estas tarjetas tienen una serie de lámparas que nos indican el estado de la entrada (Si la entrada está activada el led está encendido, si no lo está el led está apagado).

Con el fin de proveer un aislamiento galvánico del PLC con campo (La instalación fig.V-38), las tarjetas de entradas digitales no se conectan directamente a los elementos de campo; los elementos de campo no se conectan a unas bornas relé (BE) situadas en la parte posterior de los armarios, de los contactos libres de potencial de estas bornas relé se toman las señales que entran en las tarjetas.

Solo en algunos casos específicos las señales de campos llegan directamente a las tarjetas de entradas digitales.

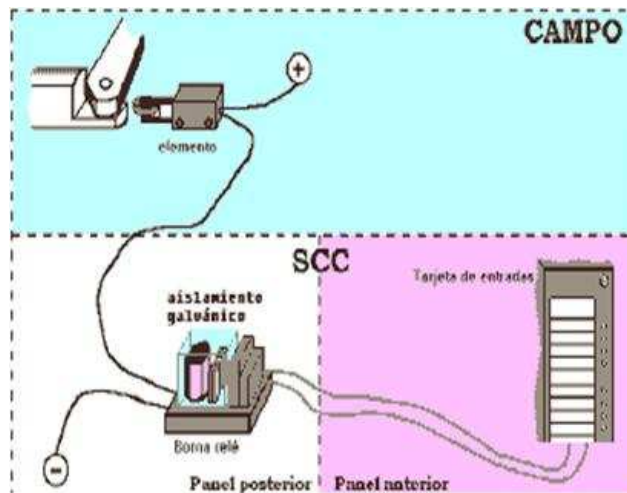


Fig.V-38.- Conexión De Tarjetas Digitales

Tenemos cuatro tipos de módulos:

- **DB:** Son módulos que contienen datos
- **FB:** módulos que contienen funciones
- **OB:** módulos que sirven para organizar otros módulos
- **PB:** módulos que contienen las órdenes

De todos los módulos los que más nos interesan a nosotros son los módulos PB ya que en estos tenemos las distintas secuencias que realiza el programa.

5.10. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN PLC

Las condiciones favorables son las siguientes:

a) Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.

b) Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.

c) Mínimo espacio de ocupación

d) Menor coste de mano de obra de la instalación

e) Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismo autómatas pueden detectar e indicar averías.

f) Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.

g) Menor tiempo para la puesta de funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

h) Si por alguna razón la maquina queda fuera de servicio, el autómata útil para otra máquina o sistema de producción.

Las condiciones desfavorables son las siguientes:

a) Hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a unos de los técnicos de tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades y/o institutos superiores ya se encargan de dicho adiestramiento.

b) El costo inicial que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente en amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su actitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidrnos por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

5.11. CLASIFICACION DEL PLC

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

PLC tipo Nano:

Generalmente PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

PLC tipo Compactos:

Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- Entradas y salidas análogas
- Módulos contadores rápidos
- Módulos de comunicaciones
- Interfaces de operador
- Expansiones de I/O

PLC tipo Modular:

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack
- Fuente de Alimentación
- CPU
- Módulos de I/O

De estos tipos existen desde los denominados Micro PLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O. (12)

CAPITULO VI

COMUNICACIÓN AUTOMATA LABVIEW

6.1. LABVIEW

6.1.1. Definición

LabView es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y GNU/Linux. La última versión es la 2011.

Los programas desarrollados con LabView se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida. Un lema tradicional de LabView es: "La potencia está en el Software", que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más potente. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo. LabView consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes.

6.1.2. Principales Usos

Es usado principalmente por ingenieros y científicos para tareas como:

- Adquisición de datos y análisis matemático
- Comunicación y control de instrumentos de cualquier fabricante
- Automatización industrial y programación de PLCs (Controlador Lógico Programable)
- Diseño de controladores: simulación, diseño de prototipos
- Diseño embebido de micros y chips
- Control y supervisión de procesos
- Visión artificial y control de movimiento
- Robótica
- Domótica y redes de sensores inalámbricos
- En 2008 el programa fue utilizado para controlar el LHC, el acelerador de partículas más grande construido hasta la fecha.
- Pero también instrumentos de aprendizaje como el Lego Mindstorms o el WeDo lo utilizan, llevando la programación gráfica

6.1.3. Principales Características

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales. También es muy rápido hacer programas con LabView y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él.

Para los amantes de lo complejo, con LabView pueden crearse programas de miles de VIs (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, proyectos para combinar nuevos VIs con VIs ya creados, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación.

A partir de LabView 7.0 introduce un nuevo tipo de subVI llamado VIs Expreso (Express VIs). Estos son VIs interactivos que tienen una configuración de caja de diálogo que permite al usuario personalizar la funcionalidad del VI Expreso. El VIs estándar son VIs modulares y personalizables mediante cableado y funciones que son elementos fundamentales de operación de LabView.

Presenta facilidades para el manejo de:

- Interfaces de comunicaciones:
 - Puerto serie
 - Puerto paralelo
 - GPIB
 - PXI

- VXI
- TCP/IP, UDP, DataSocket
- Irda
- Bluetooth
- USB
- OPC
- Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones:
 - DLL: librerías de funciones
 - .NET
 - ActiveX
 - Multisim
 - Matlab/Simulink
 - AutoCAD, SolidWorks, etc
- Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).
- Tiempo Real estrictamente hablando.
- Programación de FPGAs para control o validación.
- Sincronización entre dispositivos.

6.2. SERVIDOR OPC

Un servidor OPC es una aplicación de software que actúa como una API (Application Programming Interface) o convertidor de protocolo. Un servidor OPC se conecta a un dispositivo como un PLC , DCS , RTU , una fuente de datos como una base de datos o interfaz de usuario , y traduce los datos a un formato estándar basado en OPC.

Las aplicaciones compatibles con OPC tales como un HMI (Human Machine Interface), hojas de cálculo, aplicaciones de tendencias, etc. se pueden conectar con el servidor OPC y lo utilizan para leer y escribir los datos del dispositivo. Un servidor OPC es similar a la función de un controlador de impresora para permitir al ordenador comunicarse con una impresora a chorro de tinta. Un servidor OPC se basa en una arquitectura cliente / servidor.

6.2.1 OPC

Basado en tecnología de Microsoft Windows, OPC se ubica actualmente para el control de proceso abierto. Anteriormente se propuso para el Control de Procesos OLE, actualmente la tecnología OLE ha sido sustituido por Active X.

OPC (originalmente OLE for Process Control) es un estándar creado con la colaboración de una serie de líderes de hardware de automatización de todo el mundo y proveedores de software, trabajando en colaboración con Microsoft. La norma define los métodos para el intercambio de datos en tiempo real entre la automatización basados en clientes que utilizan sistemas operativos de Microsoft. La organización que gestiona este estándar es la Fundación OPC .

La especificación OPC es una especificación técnica no propietaria que define un conjunto de interfaces estándar basado en OLE de Microsoft / COM / plataforma DCOM y la tecnología .NET. La aplicación de la interfaz estándar OPC permite la interoperabilidad entre las aplicaciones de automatización / control, sistemas de campo / dispositivos y aplicaciones de negocio / oficina.

Tradicionalmente, cada desarrollador de software o aplicación debía escribir una interfaz personalizada, o un servidor / driver, para intercambiar datos con dispositivos de campo del hardware. OPC elimina este requisito mediante la definición de una interfaz común y de alto rendimiento que permite que este trabajo solo se haga una vez, y luego sea reutilizado fácilmente por HMI , SCADA , control y aplicaciones personalizadas.

Un servidor OPC se refiere a menudo como un driver OPC. Los dos términos son sinónimos.

6.3. ETIQUETAS DE SISTEMA (TAGS)

Las etiquetas de sistema (tags) se utilizan para proporcionar información en las aplicaciones cliente, para permitir que el control operativo cuando un dispositivo se activa, la recolección de datos y para permitir que los parámetros estándar de un objeto, canal o dispositivo se hayan cambiado en el momento en una aplicación cliente OPC.

El número de etiquetas disponible en el sistema, ya sea en el nivel del canal o el nivel de dispositivo variará dependiendo de la naturaleza del controlador que está utilizando.

Además de los de nivel de canal y nivel de dispositivo para etiquetas del sistema, ahora hay etiquetas de nivel de aplicación del sistema que permiten a las aplicaciones de cliente controlar el estado del servidor. Etiquetas de sistemas también pueden ser agrupados de acuerdo a su propósito sea de estado (lectura) y el control (lectura y escritura) manipulación de parámetros.

6.2.1. Tags como Parámetros de Control

Mientras que las etiquetas estándar del sistema proporcionar la retroalimentación necesaria sobre el funcionamiento del servidor, las etiquetas de control de parámetros proporcionan la característica más potente. Las etiquetas de parámetro de control se pueden utilizar para modificar las características de funcionamiento de la aplicación de servidor.

Esto proporciona una gran flexibilidad en sus aplicaciones OPC. Usando las etiquetas de control de parámetro se puede implementar la redundancia cambiando enlaces de comunicaciones o de cambiar el ID de dispositivo de un dispositivo de destino, todo sobre la marcha.

También podría facilitar el acceso a estas etiquetas especiales a través de las pantallas de supervisión que permiten a un ingeniero de planta para realizar cambios en los parámetros de comunicación del servidor si es necesario.

6.3. MODBUS

6.3.1. Introducción

La designación Modbus Modicon corresponde a una marca registrada por Gould Inc. Como en tantos otros casos, la designación no corresponde propiamente al estándar de red, incluyendo todos los aspectos desde el nivel físico hasta el de aplicación, sino a un protocolo de enlace (nivel OSI 2). Puede, por tanto, implementarse con diversos tipos de conexión física y cada fabricante suele suministrar un software de aplicación propio, que permite parametrizar sus productos. No obstante, se suele hablar de MODBUS como un estándar de bus de campo, cuyas características esenciales son las que se detallan a continuación.

6.3.2. Estructura de la red

Medio Físico

El medio físico de conexión puede ser un bus semidúplex (half duplex) (RS-485 o fibra óptica) o dúplex (full duplex) (RS-422, BC 0-20mA o fibra óptica).

La comunicación es asíncrona y las velocidades de transmisión previstas van desde los 75 baudios a 19.200 baudios. La máxima distancia entre estaciones depende del nivel físico, pudiendo alcanzar hasta 1200 m sin repetidores.

Acceso al Medio

La estructura lógica es del tipo maestro-esclavo, con acceso al medio controlado por el maestro. El número máximo de estaciones previsto es de 63 esclavos más una estación maestra.

Los intercambios de mensajes pueden ser de dos tipos:

- Intercambios punto a punto, que comportan siempre dos mensajes: una demanda del maestro y una respuesta del esclavo (puede ser simplemente un reconocimiento acknowledge).
- Mensajes difundidos. Estos consisten en una comunicación unidireccional del maestro a todos los esclavos. Este tipo de mensajes no tiene respuesta por parte de los esclavos y se suelen emplear para mandar datos comunes de configuración, reset, etc.

Protocolo

La codificación de datos dentro de la trama puede hacerse en modo ASCII o puramente binario, según el estándar RTU (Remote Transmission Unit). En cualquiera de los dos casos, cada mensaje obedece a una trama que contiene cuatro campos principales, según se

muestra en la figura VI-39. La única diferencia estriba en que la trama ASCII incluye un carácter de encabezamiento (3AH) y los caracteres CR y LF al final del mensaje.

Pueden existir también diferencias en la forma de calcular el CRC, puesto que el formato RTU emplea una fórmula polinómica en vez de la simple suma en módulo 16. Con independencia de estos pequeños detalles, a continuación se da una breve descripción de cada uno de los campos del mensaje:

:	Nº Esclavo (00-3F _H)	Código de Operación	Subfunciones, Datos	LRC(16) H L	CR (0D _H)	LF (0A _H)
---	--	---------------------------	---------------------	----------------	--------------------------	--------------------------

Codificación ASCII

Nº Esclavo (00-3F _H)	Código de Operación	Subfunciones, Datos	CRC(P16) H L
--	---------------------------	---------------------	-----------------

Codificación RTU

Fig. VI-39 Trama Genérica Del Mensaje Según El Código Empleado

Número de esclavo (1 byte):

Permite direccionar un máximo de 63 esclavos con direcciones que van del 01H hasta 3FH. El número 00H se reserva para los mensajes difundidos.

Código de operación o función (1 byte):

Cada función permite transmitir datos u órdenes al esclavo. Existen dos tipos básicos de órdenes:

- Ordenes de lectura/escritura de datos en los registros o en la memoria del esclavo.
- Ordenes de control del esclavo y el propio sistema de comunicaciones (RUN/STOP, carga y descarga de programas, verificación de contadores de intercambio, etc.)

La tabla VI-I muestra la lista de funciones disponibles en el protocolo MODBUS con sus correspondientes códigos de operación.

Campo de sub funciones/datos (n bytes):

Este campo suele contener, en primer lugar, los parámetros necesarios para ejecutar la función indicada por el byte anterior. Estos parámetros podrán ser códigos de subfunciones en el caso de órdenes de control (primera función 00H) o direcciones del primer bit o byte, número de bits o palabras a leer o escribir, valor del bit o palabra en caso de escritura, etc.

Palabra de control de errores (2 bytes):

En código ASCII, esta palabra es simplemente la suma de comprobación ('checksum') del mensaje en módulo 16 expresado en ASCII. En el caso de codificación RTU el CRC se calcula con una fórmula polinómica según el algoritmo mostrado en la figura VI-40.

Función	Código	Tarea
0	00 _H	Control de estaciones esclavas
1	01 _H	Lectura de <i>n</i> bits de salida o internos
2	02 _H	Lectura de <i>n</i> bits de entradas
3	03 _H	Lectura de <i>n</i> palabras de salidas o internos
4	04 _H	Lectura de <i>n</i> palabras de entradas
5	05 _H	Escritura de un bit
6	06 _H	Escritura de una palabra
7	07 _H	Lectura rápida de 8 bits
8	08 _H	Control de contadores de diagnósticos número 1 a 8
9	09 _H	No utilizado
10	0A _H	No utilizado
11	0B _H	Control del contador de diagnósticos número 9
12	0C _H	No utilizado
13	0D _H	No utilizado
14	0E _H	No utilizado
15	0F _H	Escritura de <i>n</i> bits
16	10 _H	Escritura de <i>n</i> palabras

Tabla VI-I.- Funciones Básicas y Códigos De Operación.

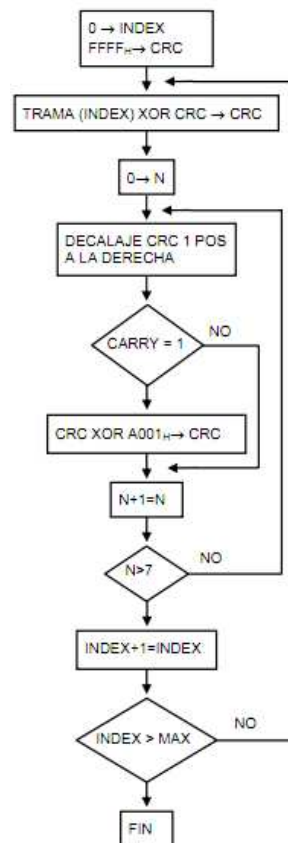


Fig. VI-40.- Cálculo del CRC codificación RTU

6.3.3. Descripción de las Funciones del Protocolo

Función 0:

Esta función permite ejecutar órdenes de control, tales como marcha, paro, carga y lectura de programas de usuario del autómeta. Para codificar cada una de las citadas órdenes se emplean los cuatro primeros bytes del campo de datos. La trama resultante es la representada en la figura 3 y la interpretación de los códigos de sub-función se especifica en la tabla VI-II.

En caso de las órdenes de marcha y paro, el campo de información de la trama representada en la fig. VI-41 está vacío y, por tanto, el mensaje se compone simplemente de 6 bytes de función más 2 bytes de CRC. La respuesta del esclavo a estas órdenes es un mensaje idéntico al enviado por el maestro. Cabe señalar, además, que después de un paro el autómeta sólo acepta ejecutar subfunciones de la función 00H.

Nº Esclavo (00-3F _H)	00 _H	Código Subfunción SF0 SF1	Datos Subfunción D0 D1	Información	CRC(16) H L
----------------------------------	-----------------	---------------------------	------------------------	-------------	-------------

Fig. VI-41.- Trama Genérica De Las Subfunciones De Control De Esclavos (Cód. Función 00H)

Código subfunción SF0 SF1		Datos subfunción D0 D1		Tarea
00 _H	00 _H	00 _H	00 _H	Paro del esclavo sin inicializar
00 _H	01 _H	00 _H	00 _H	Marcha del esclavo sin inicializar
00 _H	02 _H	00 _H	00 _H	Marcha e inicialización del esclavo
00 _H	03 _H	00 _H	XX _H	Lectura de la secuencia XX de programa de usuario en el esclavo
00 _H	04 _H	YY _H	XX _H	Carga de una secuencia de programa de usuario en el esclavo Petición: YY = secuencia a cargar, XX = próxima secuencia Respuesta: XX = código error, YY = 00

Tabla VI-II.- Subfunciones Correspondientes A La Función =00H

Funciones 1 y 2:

Lectura de bits del autómeta. La trama es la indicada en la figura VI-42. La forma de direccionamiento de los bits es a base de dar la dirección de la palabra que los contiene y luego la posición del bit. Obsérvese también que la respuesta es dada siempre en octetos completos.

Petición del maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	01 _H o 02 _H	Dirección 1 ^{er} Bit PP PB	Nº de Bits NN NN	CRC H L
-------------------------------------	---	---	---------------------	------------

PPP = Dirección de la palabra (hex), B= Dirección del bit dentro de la palabra 0 a F_H.

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	01 _H o 02 _H	Nº Octetos leídos NN NN	1 ^{er} Octeto B7..B0	Otros Octetos Hasta máx. 256	CRC H L
-------------------------------------	---	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------

Fig. VI-42.- Petición y Respuesta De La Función: Lectura De Bits (01H, 02H)

Funciones 3 y 4:

Lectura de palabras del autómeta. La trama es la indicada en la figura VI-43. Obsérvese que la petición indica el número de palabras a leer, mientras que en la respuesta se indica el número de octetos leídos.

Petición del maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	03 _H o 04 _H	Dirección 1 ^a Palabra PP PP	Nº de Palabras NN NN	CRC H L
-------------------------------------	---	--	-------------------------	------------

PPPP = Dirección de la palabra (hex)

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	03 _H o 04 _H	Nº Octetos leídos NN NN	1 ^{er} Palabra H L	Otras Palabras Hasta máx. 128 H L,H L,HL,...	CRC H L
-------------------------------------	---	-------------------------------	--------------------------------	--	------------

Fig. VI-43.- Petición y Respuesta De La Función: Lectura De Palabras (03H, 04H)

Función 5:

Escritura de un bit. La trama es la indiada en la figura VI-44. El direccionamiento del bit se efectúa tal como se ha indicado para las funciones 1 y 2.

Petición del maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	05 _H	Dirección Bit PP PB	XX _H	00 _H	CRC H L
----------------------------------	-----------------	------------------------	-----------------	-----------------	------------

PPP = Dirección de la palabra (hex), B= Dirección del bit dentro de la palabra 0 a F_H.

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	05 _H	Dirección Bit PP PB	XX _H	00 _H	CRC H L
----------------------------------	-----------------	------------------------	-----------------	-----------------	------------

XX_H = 00H para bit = 0 y XX_H = FF_H para bit = 1

Fig. VI-44.- Petición y Respuesta de la Función: Escritura de un Bit (05H)

Función 6:

Escritura de una palabra. La trama es la indicada en la figura VI-45.

Petición del maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	06 _H	Dirección Palabra PP PP	Valor Palabra DD DD	CRC H L
----------------------------------	-----------------	----------------------------	------------------------	------------

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	06 _H	Dirección Palabra PP PP	Nº de Palabras DD DD	CRC H L
----------------------------------	-----------------	----------------------------	-------------------------	------------

Fig. VI-45.- Petición y Respuesta de la Función: Escritura de una Palabra (06H)

Función 7:

Petición de lectura rápida de un octeto. La trama es la mostrada en la figura VI-46. Obsérvese que la petición no tiene campo de dirección, esto es debido a que el octeto legible por esta función es fijo en cada esclavo y viene fijado en su configuración.

Petición del maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	07 _H	CRC H L
----------------------------------	-----------------	------------

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	07 _H	Valor Octeto DD	CRC H L
----------------------------------	-----------------	--------------------	------------

Fig. VI-46.- Petición y Respuesta de la Función: Lectura Rápida de un Octeto (07H)

Función 8:

Petición del contenido y control de los 8 primeros contadores de diagnóstico de un esclavo (véase tabla VI-III). Las tramas de petición y respuesta pueden verse en la figura VI-47.

Petición del maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	08 _H	Código Subfunción SF0 SF1	Dato Subfunción D0 D1	CRC H L
--	-----------------	---------------------------------	-----------------------------	------------

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	08 _H	Código Subfunción SF0 SF1	Valor Contador H L	CRC H L
--	-----------------	---------------------------------	--------------------------	------------

Fig. VI-47.- Petición y Respuesta de la Función: Control de Contadores (08H)

Subfunción Nº Código		Datos D0 D1		Tarea
0	00 _H 00 _H	XY _H	ZT _H	El esclavo envía el eco XYZT de petición como test.
3	00 _H 03 _H	ZZ _H	00 _H	Modifica el carácter de fin de trama en modo ASCII por ZZ _H
10	00 _H 0A _H	00 _H	00 _H	Puesta a cero de los contadores
11	00 _H 0B _H	00 _H	00 _H	Lectura del contador 1
12	00 _H 0C _H	00 _H	00 _H	Lectura del contador 1
13	00 _H 0D _H	00 _H	00 _H	Lectura del contador 1
14	00 _H 0E _H	00 _H	00 _H	Lectura del contador 1
15	00 _H 0F _H	00 _H	00 _H	Lectura del contador 1
18	00 _H 12 _H	00 _H	00 _H	Lectura del contador 1

Tabla VI-III.- Petición de un Esclavo

Función 11:

La petición del contenido del contador de diagnóstico número 9, no se realiza por la función 8, sino por la función 11. Las tramas de petición y respuestas son las indicadas por la figura VI-48.

Petición del maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	0B _H	CRC H L
--	-----------------	------------

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	0B _H	00 00	Valor Contador H L	CRC H L
--	-----------------	-------	--------------------------	------------

Figura VI-48.- Petición y respuesta de la función: Contenido contador 9 (0BH)

Función 15:

Escritura de bits del autómeta. La trama es la indicada en la figura VI-49. La forma de direccionamiento es análoga a la indicada para las funciones 1 y 2.

Petición maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	0F _H	Dirección 1º Bit: PP PB	Nº de Bits NN NN	Nº de Octetos M	Valor de los bits 8xM valores	CRC H L
----------------------------------	-----------------	-------------------------	------------------	-----------------	-------------------------------	---------

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	0F _H	Dirección 1º Bit: PP PB	Nº de Bits NN NN	CRC H L
----------------------------------	-----------------	-------------------------	------------------	---------

Fig. VI-49 Petición y respuesta: Escritura de bits (0FH)

Función 16:

Escritura de palabras del autómeta. La trama es la indicada en la figura VI-50.

Petición maestro

Nº Esclavo (00-3F _H)	10F _H	Dirección 1ª Palabra PP PP	Nº de Palabras NN NN	Nº de Octetos M	Valor de las palabras HL, HL, ...	CRC H L
----------------------------------	------------------	----------------------------	----------------------	-----------------	-----------------------------------	---------

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	10 _H	Dirección 1ª Palabra PP PP	Nº de Palabras NN NN	CRC H L
----------------------------------	-----------------	----------------------------	----------------------	---------

Fig. VI-50 Petición y Respuesta: Escritura De Palabras (10H)

Mensajes de error:

Puede ocurrir que un mensaje se interrumpa antes de terminar. Cada esclavo interpreta que el mensaje ha terminado si transcurre un tiempo de silencio equivalente a 3,5 caracteres. Después de este tiempo el esclavo considera que el carácter siguiente es el campo de dirección de esclavo de un nuevo mensaje.

Cuando un esclavo recibe una trama incompleta o errónea desde el punto de vista lógico, envía un mensaje de error como respuesta, excepto en el caso de mensajes de difusión. La trama del mensaje de error es la indicada en la figura VI-51.

Respuesta del esclavo

Nº Esclavo (00-3F _H)	Código Función	Código Error	CRC H L
----------------------------------	----------------	--------------	---------

Fig. VI-51.- Trama de Mensaje de Error

Código Función = Código función recibido + 80H
Código Error = 01 Código de Función erróneo:
 02 Dirección incorrecta
 03 Datos incorrectos
 06 Autómata ocupado

Si la estación maestra no recibe respuesta de un esclavo durante un tiempo superior a un límite establecido, declara el esclavo fuera de servicio, a pesar de que al cabo de un cierto número de ciclos hace nuevos intentos de conexión.

6.3.4. Nivel de aplicación

Como se ha dicho a nivel general de buses de campo, el nivel de aplicación de MODBUS no está cubierto por un software estándar, sino que cada fabricante suele suministrar programas para controlar su propia red. No obstante, el nivel de concreción en la definición de las funciones permite al usuario la confección de software propio para gestionar cualquier red, incluso con productos de distintos fabricantes.

6.4. VARIANTES DE MODBUS

6.4.1 JBUS

JBUS es una designación utilizada por la firma APRIL para un bus propio que presenta gran similitud con MODBUS, con protocolos prácticamente idénticos.

La designación JBUS, de la misma forma que MODBUS, corresponde a un protocolo de enlace más que a una red propiamente dicha. Puede, por tanto, implementarse con cualquiera de las conexiones físicas normalizadas.

6.4.2. Comparación entre JBUS y MODBUS

La arquitectura de la red, el formato general de la trama y muchos de los códigos de función de ambos buses coinciden exactamente. Existen, sin embargo, algunos códigos de función cambiados, otros que presentan ligeras diferencias o funciones añadidas.

Como diferencias más relevantes citaremos las siguientes:

- Posee un registro de estado en cada estación que permite un diagnóstico de la estación.
- El número de esclavo para JBUS (1er byte de la trama) permite valores que van del 01H hasta el FFH. Permite, por tanto, direccionar 255 esclavos en vez de 63. El número 00H se reserva igualmente para mensajes difundidos.

- Las funciones disponibles son prácticamente las mismas en ambos protocolos, pero algunos códigos de función (2º byte de la trama) y de las subfunciones no coinciden estas funciones se muestran en la tabla VI-IV.

Función	Código	Tarea
1	01 _H	Lectura de n bits de salida o internos
2	02 _H	Lectura de n bits de entradas
3	03 _H	Lectura de n palabras de salidas o internos
4	04 _H	Lectura de n palabras de entradas
5	05 _H	Escritura de un bit
6	06 _H	Escritura de una palabra
7	07 _H	Lectura rápida de 8 bits
15	0F _H	Escritura de n bits
16	10 _H	Escritura de n palabras

Tabla VI-IV.- Funciones idénticas Modbus-Jbus

6.4.3. MODBUS TCP/IP

MODBUS TCP/IP es una variante o extensión del protocolo Modbus que permite utilizarlo sobre la capa de transporte TCP/IP. De este modo, Modbus-TCP se puede utilizar en Internet, de hecho, este fue uno de los objetivos que motivó su desarrollo (la especificación del protocolo se ha remitido a la IETF=Internet Engineering Task Force).

En la práctica, un dispositivo instalado en Europa podría ser direccionado desde EEUU o cualquier otra parte del mundo.

Las ventajas para los instaladores o empresas de automatización son innumerables:

- Realizar reparaciones o mantenimiento remoto desde la oficina utilizando un PC, reduciendo así los costes y mejorando el servicio al cliente.
- El ingeniero de mantenimiento puede entrar al sistema de control de la planta desde su casa, evitando desplazamientos.
- Permite realizar la gestión de sistemas distribuidos geográficamente mediante el empleo de las tecnologías de Internet/Intranet actualmente disponibles.

MODBUS TCP/IP se ha convertido en un estándar industrial de facto debido a su simplicidad, bajo coste, necesidades mínimas en cuanto a componentes de hardware, y sobre todo a que se trata de un protocolo abierto.

En la actualidad hay cientos de dispositivos MODBUS TCP/IP disponibles en el mercado. Se emplea para intercambiar información entre dispositivos, así como monitorizarlos y gestionarlos. También se emplea para la gestión de entradas/salidas distribuidas, siendo el protocolo más popular entre los fabricantes de este tipo de componentes.

La combinación de una red física versátil y escalable como Ethernet con el estándar universal de interredes TCP/IP y una representación de datos independiente de fabricante, como MODBUS, proporciona una red abierta y accesible para el intercambio de datos de proceso.

El protocolo Modbus TCP

Modbus/TCP simplemente encapsula una trama Modbus en un segmento TCP. TCP proporciona un servicio orientado a conexión fiable, lo que significa que toda consulta espera una respuesta como se muestra en la figura VI-52.

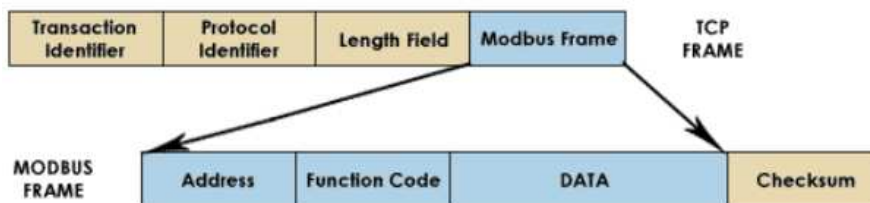


Figura VI-52.- Encapsulamiento de la Trama Modbus en TCP

Esta técnica de consulta/respuesta encaja perfectamente con la naturaleza Maestro/Esclavo de Modbus, añadido a la ventaja del determinismo que las redes Ethernet conmutadas ofrecen a los usuarios en la industria. El empleo del protocolo abierto Modbus con TCP proporciona una solución para la gestión desde unos pocos a decenas de miles de nodos.

Prestaciones en un Sistemas MODBUS TCP/IP

Las prestaciones dependen básicamente de la red y el hardware. Si se usa MODBUS TCP/IP sobre Internet, las prestaciones serán las correspondientes a tiempos de respuesta en Internet, que no siempre serán las deseables para un sistema de control. Sin embargo pueden ser suficientes para la comunicación destinada a depuración y mantenimiento, evitando así desplazamientos al lugar de la instalación.

Si disponemos de una Intranet de altas prestaciones con conmutadores Ethernet de alta velocidad, la situación es totalmente diferente.

En teoría, MODBUS TCP/IP, transporta datos hasta $250/(250+70+70)$ o alrededor de un 60% de eficiencia cuando se transfieren registros en bloque, y puesto que 10 Base T proporciona unos 1.25 Mbps de datos, la velocidad de transferencia de información útil será:

$$1.25M / 2 * 60\% = 360000 \text{ registros por Segundo}$$

En 100BaseT la velocidad es 10 veces mayor.

Esto suponiendo que se están empleando dispositivos que pueden dar servicio en la red Ethernet aprovechando todo el ancho de banda disponible. En los ensayos prácticos realizados por Schneider Automation utilizando un PLC Ethernet Momentum con entradas/salidas Ethernet, demostró que se podían escanear hasta 4000 bloques I/O por segundo, cada uno con hasta 16 I/O analógicas de 12-bits o 32 I/O digitales (se pueden actualizar 4 bases por milisegundo). Aunque estos resultados están por debajo del límite teórico calculado anteriormente, pero debemos recordar que el dispositivo se probó con una CPU de baja velocidad (80186 a 50MHz con 3 MIPS).

Además, el abaratamiento de los ordenadores personales y el desarrollo de redes Ethernet cada vez más rápidas, permite elevar las velocidades de funcionamiento, a diferencia de otros buses que están inherentemente limitados una sola velocidad.

Cómo podemos comunicar dispositivos MODBUS existentes sobre MODBUS TCP/IP?

Puesto que MODBUS TCP/IP es simplemente un protocolo MODBUS encapsulado en TCP, es muy sencillo comunicar dispositivos MODBUS existentes sobre MODBUS TCP/IP. Para ello se requiere una pasarela que convierta el protocolo MODBUS a MODBUS TCP/IP. (13)

CAPITULO VII

DESARROLLO DEL MÓDULO DIDÁCTICO

7.1. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

El módulo de simulación de procesos industriales en una banda transportadora está diseñado para hacer una clasificación de latas circulares cuyas dimensiones varíen entre 80 y 130 mm de altura mientras su diámetro debe ser de 105mm para todas las latas.

La máquina clasificadora tiene la capacidad de ordenar las latas tanto por color como por altura utilizando el módulo de visión artificial de LabView. Para el transporte de las latas se usa una banda transportadora acoplada por una polea a un motor de 24 VDC. Consta de tres estaciones: una de procesamiento y dos de salida para las latas procesadas, el desplazamiento de las latas se realiza con cilindros neumáticos.

7.2. ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO

Las etapas de funcionamiento de la banda son:

1. Presionar el botón START (físico o virtual) para arrancar la banda.
2. La lata se desplaza hacia la zona de procesamiento.
3. El sensor de reflexión directa detecta la lata acercándose.
4. La lata es retenida en la estación de proceso.

5. Se toma una imagen con la cámara.
6. La imagen es analizada en LabView cada pixel es normalizado para obtener el color dominante.
7. Se realiza una sumatoria de los colores dominantes en cada pixel para obtener el color dominante por línea analizada.
8. Una suma de todas las líneas analizadas determina el color dominante en toda la imagen y la misma suma determina la altura de la lata.
9. LabView toma la decisión dependiendo de la forma de clasificación deseada, sea por color o por altura y envía el mensaje al PLC.
10. El PLC ejecuta la orden recibida y retira la lata por la estación correcta.
11. La siguiente lata entra en la estación de procesa para repetir el proceso desde el paso 5.

En cualquier etapa el proceso puede ser detenido presionando el botón STOP (físico o virtual).

7.3. LISTA DE COMPONENTES DEL MÓDULO.

- Aluminio perfilado.- Es el componente fundamental en la construcción del bastidor de la banda.
- Cilindros.- Utilizados para el retener y desplazar las latas transversalmente.
- Unidad de mantenimiento.- Consta de un filtro, un regulador de presión y un lubricador para acondicionar el aire que circula por los cilindros.
- Motor.- Proporciona tracción para el movimiento de la banda funciona con 24V DC.
- Caja de control.- Utilizada para la ubicación de los botones de control y lámparas indicadoras. Sensores magnéticos.- Utilizados para detectar el desplazamiento del émbolo del cilindro. Sensores de reflexión directa.- Se utilizaron para detectar la presencia de las latas en las estaciones de la banda.
- Interfaz de conexión eléctrica.- Se utiliza para facilitar la conexión y desconexión de las entradas y salidas hacia el PLC.
- Electroválvulas.- Se utilizaron para el accionamiento de los cilindros de doble efecto con un accionamiento por relé y retorno por muelle.
- Relé.- Se utilizó para activar el motor de corriente continua.
- PLC.- Se utilizó un PLC Telemecanique de 24 entradas/16 salidas para el comando de la banda.
- Fuente de alimentación.- Se usó una fuente variable de 24V DC de 15 A para activar el motor.

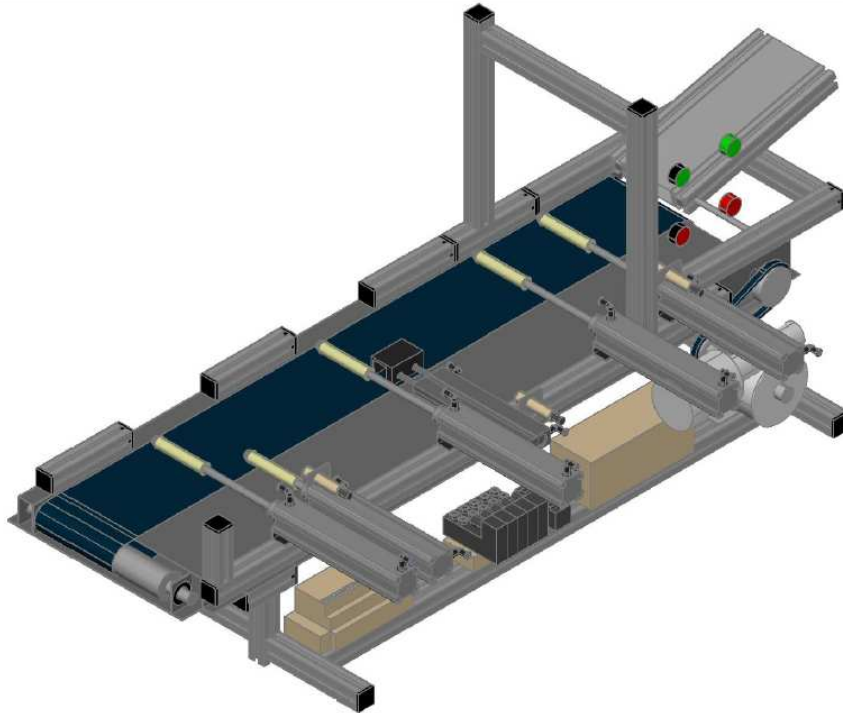


Fig. VII-53 Diseño en 3D de la Banda Transportadora.

7.4. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA BANDA

7.4.1. Generalidades del Diseño.

Es evidente que lo primero que debe conocerse al construir una Banda Transportadora, son las características del material a transportar, el lado de arriba de la banda, que hace el trabajo, es soportado mediante rodillos locos o por travesaños de deslizamiento. Algún dispositivo debe mantener la tensión en la banda, que se estira o afloja con el uso

7.4.2. Banda Transportadora Plana

Usada para cargas unitarias, como cajas o bolsas, este tipo de banda transportadora se muestra en la figura VII-54.

La banda es soportada por rodillos o por travesaños planos.



Fig. VII-54.- Banda Transportadora Plana

7.4.3. Partes de la Banda Transportadora

- Banda.
- Rodillos.
- Estructura de soporte.
- Poleas.
- Mecanismo tensor.
- Alimentador.
- Descargador.

• **Banda:** Es el elemento esencial, el que transmite el movimiento al producto. Normalmente están hechas con un tejido base de poliéster/nylon (EP), nylon (NN), algodón, pvc o acero, cubierto con goma sintética. Tejido y cubiertas deben escogerse en base a la resistencia a la tracción, a los cortes, a los aceites y al fuego.

EP 200 significa tensión de trabajo de 200 N/mm/capa para una banda de poliéster y nylon.

- **Rodillos:** Consisten en cilindros de metal que giran sobre rodamientos anti-fricción.

Existen dos clases de rodillos en una cinta:

- **De trabajo:** Son los rectos en el tramo superior y los que están en el retorno. Soportan carga.
- **De dirección:** En las cintas cóncavas mantienen los bordes levantados. En las cintas planas mantienen la banda centrada.

Las dimensiones de los rodillos están estandarizadas por CEMA y por ISO.

7.4.4. Métodos De Diseño

Dos métodos son incluidos para los requisitos de potencia a utilizar, ambos son exactos dentro de sus límites definidos, estos son el Método Gráfico y el Método Analítico.

- **Método Gráfico**

Está preparado para cintas transportadoras que son relativamente simples o para aproximar requisitos para el diseño de cintas transportadoras más grandes.

- **Método Analítico**

Es necesario para los resultados precisos al diseñar cintas transportadoras.

A continuación se describe en orden todos los pasos necesarios para el diseño de cintas transportadoras cualquiera sea su modelo.

Paso A: “Describir los datos básicos que se requieren para el diseño”.

Principalmente recorrido (distancia) a cubrir, flujo de material (Kg/hora o bolsas/min) y pendiente a superar.

Paso B: “Determinamos si la cinta transportadora es conveniente para las características del material a ser transportado”.

Se describen ciertas características de los materiales que limitan el uso de cintas transportadoras. Es necesario tener toda la información posible del material a ser transportado, tales como:

- Distribución granulométrica (tamaños de las partículas)
- Peso específico.
- Ángulos de reposo, estático y dinámico.
- Acción química del producto (corrosivo, oleoso)
- Condiciones medioambientales como polvo, corrosión, humedad, temperatura ambiente, viento.

Paso C: “Determinamos si el ángulo de inclinación puede establecerse dentro de los límites seguros”

Los ángulos de inclinación o la pendiente está determinada por la topografía del terreno para el cual se diseñará la cinta transportadora pero también depende altamente de las características específicas del material tales como su tamaño, uniformidad, volumen, humedad, ángulo de reposo y facilidad de flujo. Existen distintos tipos de cintas para distintas pendientes, en la figura VII-55 se muestran los tipos de bandas según la inclinación del terreno.

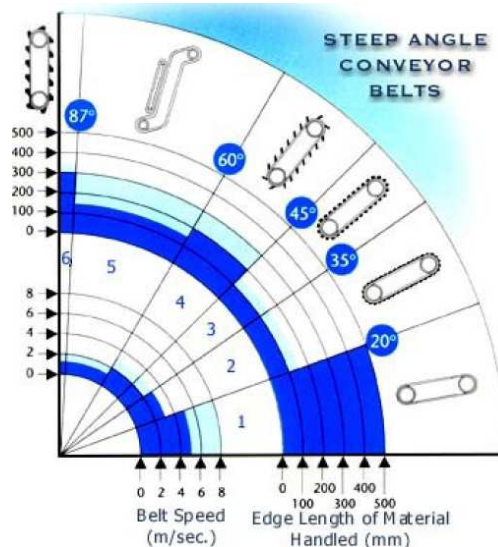


Fig. VII-55.- Tipos de Bandas según la inclinación del terreno.

Paso D:

Consideraciones para el ancho y velocidad de la cinta:

- Material a ser transportado.
- Clase de carga.
- Capacidad requerida.
- Tamaño de trozo del material.

La combinación adecuada del ancho de la cinta y velocidad, depende de la capacidad a transportar, ángulo de inclinación, tensiones de la cinta, tamaño del paquete y otras características del material a ser transportado.

Paso E:

Selección adecuada de las estaciones rodillos y espacios apropiados para el montaje de la cinta, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El tipo para el propósito requerido.
- La serie para la clase de servicio.
- Espacio de separación.
- Operación de los rodillos.

Paso F: “Determinar la potencia requerida y las tensiones de la cinta por el método gráfico o por el Método Analítico, basado en las tensiones de la cinta”.

Se selecciona el motor, mandos y otros componentes del movimiento.

Al determinar las tensiones requeridas en la cinta, se analizan costo y vida útil de la cinta.

Existen tres tipos de fuerzas en cualquier cinta transportadora:

- Friccionales: en todas las partes móviles.
- Gravitatorias: al elevar el producto.
- Inerciales: en arranque y parada.

Paso G:

Determinar las especificaciones de la banda:

- Tensión admisible.
- Número de capas.
- Material y cobertura.
- Estiramiento.
- Facilidad de Transporte.
- Peso lineal.

Paso H:

Determinación de los equipamientos requeridos en los terminales:

- Las poleas.
- Los ejes, cojinetes y rodamientos.
- Sistemas de frenado.
- Los motores.

Paso I: “Medios de carga y descarga de la cinta”

El diseño y construcción de la zona de carga, descarga y transferencia del material son de mucha importancia ya que en ella se pueden producir daños y desgastes en la banda, degradación del producto y generación de polvo.

Paso J:

Considere otros elementos que puedan ser útiles:

- La regulación de la pendiente.
- Dispositivos de seguridad.
- Limpieza de la banda, poleas y rodillos.
- Controles de alineación.
- Controles de temperatura.

7.4.5. Parámetros De Diseño

Las características técnicas son:

- Diámetro máximo de latas a transportar 100mm.
- La longitud máxima de la banda debe ser de 1000mm.
- Productividad de la banda debe ser de 180 latas por hora.
- Por razones de espacio, los tambores no deben ser superiores a 50mm, la anchura de la banda debe tener 130mm.
- El peso máximo de los paquetes será de 1Kg.
- Pueden estar hasta 4 latas sobre la banda transportadora.

7.4.6. Subsistemas.

Sistema Motriz

El sistema motriz de la banda giratoria consiste de un motor de engranaje de tornillo sin fin tipo gusano de 24VDC a 5Amp conducido a la rueda motriz por medio de bandas.

La rueda motriz montada en el extremo del bastidor mueve la banda transportadora la cual gira sobre un rodillo al otro extremo de la banda. La banda transportadora se movilizan sobre una pletina de aluminio a todo lo largo del bastidor.

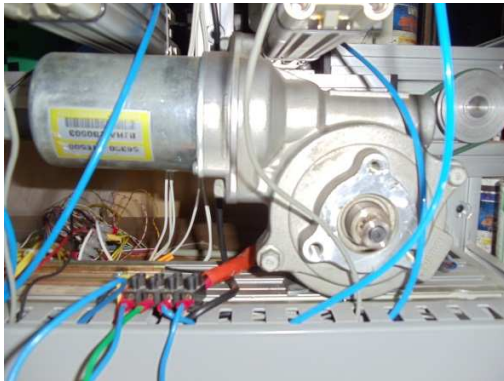


Fig. VII-56 Motor DC usado en la banda.



Fig. VII-57 Banda de tracción.

Sensores

La banda está equipada con 9 sensores, 3 sensores ópticos de reflexión directa y 6 sensores magnéticos todos de tipo PNP. Los sensores están conectados a borneras adecuadas para el manejo de sensores tipo REED. Los sensores son conectados a las entradas digitales de un PLC vía una interface; los sensores S1, S2 y S3 actúan a la presencia de la lata. Mientras que los sensores magnéticos montados sobre las camisas de los cilindros se activan con la salida de su respectivo vástago. Una señal (+24V) es transmitida a la entrada del PLC.

La alimentación de voltaje del motor proviene de una fuente externa. Se puede utilizar de forma opcional el potenciómetro para el control de la velocidad de la banda.



Fig. VII-58 Sensores de reflexión directa.



Fig. VII-59 Sensores magnéticos.

Actuadores

El motoreductor es controlado a través de un relé el cual es comandado por el PLC.

Los cilindros utilizados en esta banda son de tipo estándar como se indica en los anexos 12 y 13 respectivamente, estos cilindros son comandados por cinco electroválvulas, estos cilindros realizan el trabajo de clasificación de las latas dependiendo de su color y su altura.

El control de las electroválvulas consiste de cinco relés:

- K1 para el movimiento de Z1
- K2 para el movimiento de Z2
- K3 para el movimiento de Z3
- K4 para el movimiento de Z4 y Z6
- K5 para el movimiento de Z5
- K6, este relé se encarga del avance de la banda

Las bobinas de los relés son actuadas por medio de señales digitales del PLC.

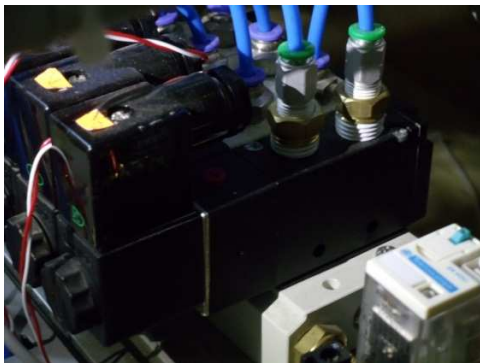


Fig. VII-60 Electroválvulas utilizadas

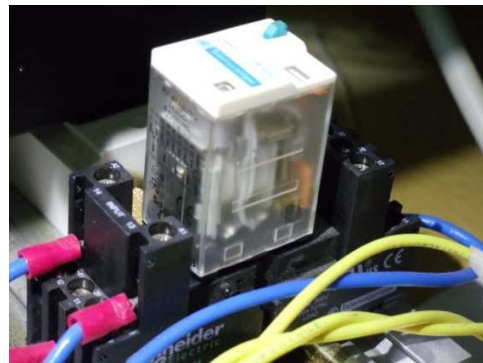


Fig. VII-61 Relé eléctrico.

Para la selección de los cilindros se partió de los siguientes conceptos:

Los cilindros estándar presentan una serie muy versátil, con diversas operaciones de combinaciones de las roscas de alimentación, canales para la instalación de los sensores y una de las más compactas del mercado, esta serie de cilindros está en condiciones de atender a una extensa gama de aplicaciones.

La serie está compuesta por cilindros con 10 diámetros diferentes, de 12 a 100 mm, con cursos (carreras) de 5 mm a 500 mm.

Son pre-lubricados, por tanto, normalmente no necesitan de lubricación adicional, pero, en caso que sea aplicada, esta deberá ser mantenida en régimen continuo a través de un lubricador de línea.

La flexibilidad de opciones de las roscas de alimentación, juntamente con una selección del tipo de montaje, garantiza que esta serie pueda ser usada en varias aplicaciones. Es indicado en las aplicaciones donde el espacio es limitado, como por ejemplo, en las industrias de embalajes, electrónicos y otros.

Las características técnicas de los cilindros estándar se muestran en la tabla VII-I

Diámetros	12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80 e 100 mm
Tipo	Doble Acción
Rango de Presión	Hasta 10 bar
Rango de Temperatura	-20°C a +80°C (Estándar) -10°C a +150°C (Viton)
Fluido	Aire Comprimido Filtrado, Lubricado o No

Tabla VII-I Características técnicas del cilindro estándar

Longitud de la carrera

La longitud de carrera en los cilindros neumáticos no debe exceder de 2000mm. Como émbolos de carrera muy larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son muy grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal.

Además al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y con ello, mejora la guía del vástago.

Velocidad del émbolo

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre elementos de mando y trabajo y de caudal que circula por el elemento. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera.

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

7.4.7 Sistema De Reconocimiento de imagen.

La imagen digital

Una imagen digital es una representación bidimensional de una imagen a partir de una matriz numérica, frecuentemente en binario (unos y ceros). Dependiendo de si la resolución de la imagen es estática o dinámica, puede tratarse de un gráfico rasterizado o de un gráfico vectorial.

Imágenes bitmap

Las imágenes de mapa de bits están construidas mediante una gran cantidad de cuadraditos, llamados pixel. Cada uno de estos cuadraditos está relleno de un color uniforme, pero la sensación obtenida es el resultado de integrar visualmente, en la retina, las variaciones de color y luminosidad entre píxeles vecinos.



Fig. VII-62 Ejemplo de una imagen bit map

Las imágenes de mapa de bits, también llamadas bitmap, son la alternativa ideal para reproducir objetos sutilmente iluminados y escenas con gran variación tonal. De hecho, es el tipo de imagen utilizado para la fotografía y el cine. Obviamente, la calidad de la imagen dependerá de la cantidad de píxeles utilizados para representarla.

Las imágenes bitmap no permiten el cambio de escala. Se puede observar, en la imagen siguiente, lo que pasa al hacer zoom sobre las flores de la imagen anterior: los píxeles son evidentes y la representación es totalmente irreal. Este efecto, que se conoce con el nombre de pixelado se hace más evidente en las líneas curvas y en las zonas en las que hay cambios bruscos de luminosidad.



Fig- VII-63 Ejemplo de pixelado

La resolución

La resolución de una imagen es la cantidad de píxeles que la componen. Suele medirse en píxeles por pulgada (ppi)1 o píxeles por centímetro (pcm). Cuanto mayor es la resolución de una imagen más calidad tendrá su presentación pero, desgraciadamente, más espacio ocupará en el disco el archivo gráfico que la contiene.

Píxel

Los píxeles son los puntos de color (siendo la escala de grises una gama de color monocromática). Las imágenes se forman como una sucesión de píxeles. La sucesión marca la coherencia de la información presentada, siendo su conjunto una matriz coherente de información para el uso digital. El área donde se proyectan estas matrices suele ser rectangular. La representación del píxel en pantalla, al punto de ser accesible a la vista por unidad, forma un área homogénea en cuanto a la variación del color y densidad por pulgada, siendo esta variación nula, y definiendo cada punto en base a la densidad, en lo referente al área.

Un píxel, comúnmente, se representa con: 8 bits (28 colores), con 24 bits (224 colores) o con 48 bits (240 colores). El último valor de precisión no es de muy frecuente uso y sólo se obtiene con escáneres o cámaras de alta gama (que usen formato de imagen raw o tiff, pero no jpg). Los primeros son los más utilizados, reservando el de 8 bits para imágenes de alta calidad pero en tonos de grises, o bien con 256 colores en formato "paletizado" para baja calidad colorimétrica; el de 24 bits es el más común y de alta calidad, se lo utiliza en la mayoría de las imágenes fotográficas.

Profundidad de color

Profundidad de color es el número de bits utilizados para describir el color de cada pixel de la imagen.

Es obvio que, cuanto mayor sea la profundidad de color de una imagen, más colores tendrá la paleta disponible y, por tanto, la representación de la realidad podrá hacerse con más matices, con colores más sutiles.

Por ejemplo, si sólo disponemos de 1 bit para describir el color de cada pixel, tan sólo podremos elegir entre dos colores: un color si el bit tiene el valor 0 (habitualmente negro) y otro color si el bit vale 1 (habitualmente blanco).

Si disponemos de 8 bit para describir el color de cada pixel, podremos elegir entre 256 colores, porque $2^8=256$. Esta es una profundidad de color suficiente para las imágenes construidas en el modo denominado escala de grises, porque con 8 bits cada pixel puede adoptar un tono entre 256 valores posibles de gris, entre el negro absoluto (00000000) y el blanco absoluto (11111111).

Y así, cuanto mayor sea la profundidad se utilizará una cantidad mayor de colores para describir la imagen. En la tabla siguiente se visualiza el cálculo de los colores disponibles para cada profundidad:

Profundidad	Colores
1 bit	2
4 bit	16
8 bit	256
16 bit	65536
32 bit	4294967296

Tabla VII-II Profundidad y número de colores posibles

Una imagen bitmap de calidad está compuesta por varias capas: una para cada color básico (rojo, verde y azul, por ejemplo) y una para la luminosidad (de oscuro absoluto a luz absoluta).

Por encima de 16 bits de profundidad, la descripción del color se divide por capas. Si la profundidad de color es de 16 bits, por ejemplo, se dedican 4 bits (128 niveles) a cada capa. Y si la profundidad es de 32 bits, cada capa utiliza 8 bits (256 niveles) para ajustar el color.

El tamaño del archivo

El tamaño del archivo es una cifra, en bits o en bytes, que describe la cantidad de memoria necesaria para almacenar la información de la imagen, el tamaño del archivo dependerá de varios factores, especialmente, de la resolución (R), las dimensiones de la imagen (Largo x Ancho) y la profundidad de color (P).

Se Puede calcular el tamaño de un archivo con la siguiente fórmula:

$$\text{Tamaño} = R^2 * L * A * P$$

Por ejemplo, una imagen de 10 x 15 cm, con una resolución de 96 ppi (38 pcm) y una profundidad de color de 32 bits, tendrá un tamaño bruto de:

$$9216 \times 3,94 \times 5,91 \times 32 = 6.857.144 \text{ bits}$$

es decir: 858.393 Bytes

o, lo que es lo mismo: 838 KBytes

Compresión de archivos

Cada sistema de compresión utiliza un algoritmo matemático propio para reducir la cantidad de bits necesarios para describir la imagen, y marca el archivo resultante con una extensión característica: bmp, wmf, jpg, gif, png, etc.

Algunos de estos algoritmos están patentados, son propiedad de una empresa. Otros algoritmos, en cambio, son de dominio público y pueden utilizarse libremente. También se distinguen entre si por las pérdidas producidas en la información de la imagen durante el proceso de compresión.

El modo de color

El ojo humano percibe los colores según la longitud de onda de la luz que le llega. La luz blanca contiene todo el espectro de color, mientras que la ausencia de luz es percibida por nuestro ojo como el color negro.

Los programas de edición de imágenes utilizan varios modos de color para definir y clasificar todos los colores posibles. La mayoría de los programas utilizan uno de estos tres modos de color: HSB (tono, saturación y brillo), RGB (rojo, verde y azul) y CMYK (cyan, magenta, amarillo y negro).

El modo HSB

El modo HSB clasifica los colores de acuerdo a tres características básicas: tono, saturación y luminosidad.

El tono (Hue)

Esta propiedad se refiere a la longitud de onda dominante en la luz emitida o reflejada por un objeto. Para asignar un valor al tono se utiliza una rueda de color normalizada, en la que los tres colores primarios (rojo, verde y azul) y los tres colores secundarios (cyan, magenta y amarillo) se alternan a lo largo de una circunferencia.

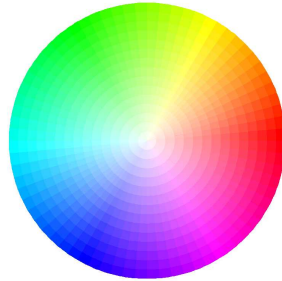


Fig. VII-64 Rueda de color HSB

De este modo, cada color está ubicado en el extremo opuesto a su complementario, es decir, el magenta está en el extremo opuesto al verde, el amarillo al azul y el cyan al rojo. El tono se mide en grados, de 0° a 360°, según su posición en la periferia de la rueda de color.

Cuando un programa trabaja en este modo, para añadir la proporción de un color en una zona de la imagen, lo que hace es rebajar la cantidad de su complementario.

La saturación

La saturación es la propiedad que describe la viveza del color. Un color muy saturado es un color con una tonalidad intensa y pura. Por el contrario, un color poco saturado es el que tiene una tonalidad apagada.

La saturación de un color se expresa en porcentaje y oscila entre el 100%, que corresponde a los colores puros, saturados al máximo y el 0%, que corresponde a los colores apagados en los que ya no se distingue la tonalidad.

En la rueda de color HSB, la saturación se representa a lo largo del radio de la circunferencia. Los colores muy saturados se encuentran cerca del borde y los colores poco saturados son los que están cerca del centro del círculo.

La luminosidad (brilliance)

La luminosidad describe la cantidad de luz reflejada. Se trata por tanto de una magnitud relativa, que se expresa también en forma de porcentaje, desde el 100% (luminosidad total) hasta el 0% (oscuridad total).

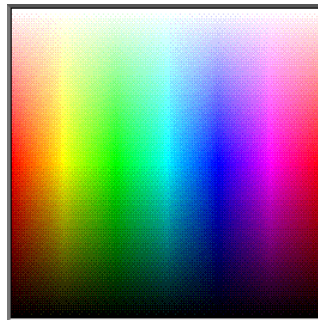


Fig. VII-65 Luminosidad de colores para el modo HSB.

En la figura VIII-4 superior se aprecia cómo evolucionan los colores con la luminosidad, desde los colores poco luminosos, en la parte inferior de la imagen, hasta los colores muy luminosos, en la parte superior.

El modo RGB

Este modo de color es el que se utiliza en todos los procesos en los que el color se obtiene por mezcla aditiva de luces: televisión, pantallas gráficas, iluminación artificial, etc.

En todos estos dispositivos, la gama completa de colores se obtiene a partir de la mezcla de tres colores primarios: rojo, verde y azul.

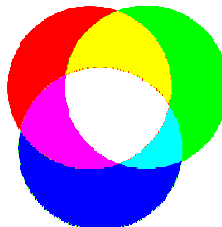


Fig. VII-66 Paleta de colores modo RGB.

En este caso, cualquier color se obtiene mezclando dos o más luces: al mezclarse luz verde y luz azul, por ejemplo, se obtiene el color cian, al mezclarse rojo y azul se obtiene el magenta, y así sucesivamente. La mezcla de proporciones variables de colores primarios produce la gama completa de color.

La mezcla de los tres colores básicos produce el color blanco, mientras que la ausencia de los tres colores produce el color negro.

Las aplicaciones de edición de imágenes suelen expresar las cantidades de cada color primario con un número que puede adoptar cualquier valor entre 0 (ausencia absoluta de ese color) y 255 (cantidad máxima). Así, por ejemplo, pueden describir un color RGB con las cifras (127, 52, 209).

El modo CMYK

El modo de color CMYK es el que se utiliza para describir el color que se obtendría si se tiñera un papel con tintas de colores a este modo de representar imágenes se le llama método sustractivo.

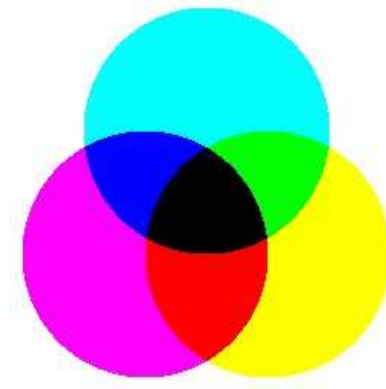


Fig. VII-67 de colores modo CMYK.

Este modo de color es el preferido cuando hay que utilizarlo en las imprentas bajo el nombre técnico de cuatricromía.

El sistema de control para la discriminación de color y altura ha sido realizado en LabView y su módulo de tratamiento de imágenes, la adquisición de la imagen se obtiene con una cámara web simple de 2mpx, al no ser una detección de bordes sino de un cuerpo de colores no es necesaria una cámara con una alta definición ni una imagen de un gran tamaño; el nivel de luz debe ser configurado óptimamente para la detección de los colores, evitando demasiado brillo y condiciones de baja luminosidad.

Con la misma herramienta de LabView debe ser configurado previamente los niveles de contraste y brillo de la imagen adquirida siempre asegurándose que la presencia de los colores base sobrepasen un valor de seteo mínimo considerado en la programación de LabView. Este valor se utiliza para discriminar el color negro de la presencia de colores.

Un caso similar sucede con los blancos y brillos, existe un valor de seteo máximo para saber si el pixel analizado representa una zona blanca.

Una vez adquirida la imagen se la transforma en una matriz numérica de valores decimales que representan cada pixel de la misma. Luego se procede a analizar la matriz en un bucle doble. Se obtiene el valor decimal de cada pixel y se lo transforma en números hexadecimales para descomponer el pixel en sus colores fundamentales RGB.

Obtenidos los valores RGB de pixel y si sus valores varían entre las escalas del negro y blanco previamente seteadas se obtiene el valor que sobresale entre los tres para determinar el color del pixel.

Estos pasos de normalizar e identificar el color dominante en cada pixel son realizados en toda la imagen con un barrido horizontal y luego vertical. Cada vez que se termina un barrido horizontal se hace un promedio de la línea para hacer un peso del color dominante por línea. Estos valores a su vez son también guardados en otro vector que almacena la suma de valores horizontales.

El vector de sumas horizontales sirve para obtener el color dominante en toda la imagen y también para determinar la altura de la lata. Ya que cada línea leída al declarar un color dominante suma en uno el valor del vector, dependiendo del número de unos en el vector se puede determinar la altura de la lata.

Una vez que se conoce el color de la lata y su altura se envía el comando respectivo hacia el PLC a través de una TAG previamente configurada en el servidor OPC para dicho propósito.

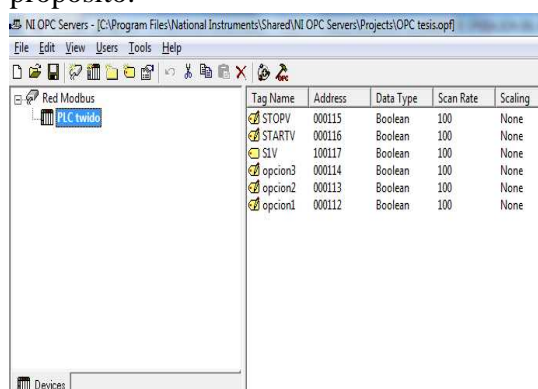


Fig. VII-68. Servidor OPC

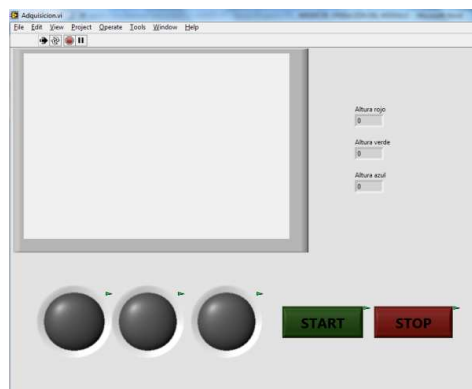


Fig. VII-69. Programa de monitoreo en Labview

7.4.8 Sistema De Control

El sistema de control de la banda se realizó con un PLC Telemecanique 24/16; un diagrama GRAFET especifica los pasos a ejecutar para el proceso de clasificación. El diagrama GRAFCET se puede observar en el Anexo 3. Las ecuaciones obtenidas del diagrama GRAFCET para el diagrama ladder son las siguientes:

$$M1 = (START + M_{13}\overline{SZ1} + M_1\overline{M_2})STOP$$

$$M2 = (M_1S_1 + M_2\overline{M_3})STOP$$

$$M3 = (M_2SZ_2 + M_3\overline{M_4})STOP$$

$$M4 = (M_3SZ_1 + M_4\overline{M_5})STOP$$

$$M5 = (M_4(OP_1 + OP_2 + OP_3) + M_5\overline{M_6M_9M_{12}})STOP$$

$$M6 = (M_5S_2OP_1\overline{OP_2OP_3} + M_6\overline{M_7})STOP$$

$$M7 = (M_6SZ_4 + M_7\overline{M_8})STOP$$

$$M8 = (M_7SZ_3 + M_8\overline{M_{13}})STOP$$

$$M9 = (M_5S_3OP_2\overline{OP_1OP_3} + M_9\overline{M_{10}})STOP$$

$$M10 = (M_9SZ_6 + M_{10}\overline{M_{11}})STOP$$

$$M11 = (M_{10}SZ_5 + M_{11}\overline{M_{13}})STOP$$

$$M12 = (M_5S_3OP_2\overline{OP_1OP_3} + M_9\overline{M_{10}})STOP$$

$$M13 = (M_8S_2 + M_{11}S_3 + M_{12}t + M_{13}\overline{M_{11}})STOP$$

4.6. ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL MÓDULO

Para comprobar la hipótesis se hizo una encuesta para verificar la aceptación de los alumnos de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales sobre el Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico para la Simulación de Procesos Industriales en una Banda Transportadora para el laboratorio de Control Automático de la Escuela y posteriormente se encuestó a 65 personas entre estudiantes de Octavo, Noveno y Décimo semestres de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, siendo los más indicados puesto que en estos niveles se dictan cátedras de Neumática, Control Automático y Mecatrónica, obteniendo los siguientes resultados (Anexo 14 Formato de la Encuesta):

7.5.1. Tabulación de Datos

Pregunta: ¿Está de acuerdo que la Implementación de un Módulo Didáctico para la Simulación de Procesos Industriales en una Banda Transportadora por medio de PLC, servirá a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales para fortalecer los conocimientos del estudio de control de procesos industriales en el área de neumática, automatización, sensores y mecatrónica?

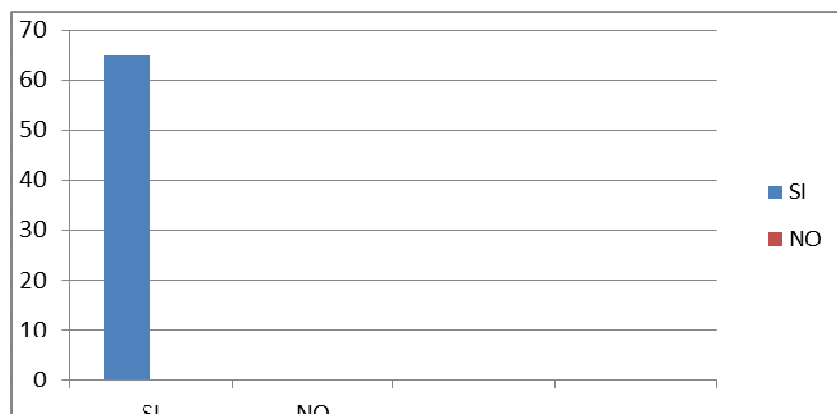


Figura VII-70.- Tabulación de datos de la encuesta

El resultado de la figura VII-70 refleja que el 100% de las personas encuestas está de acuerdo en que la Implementación de este Módulo fortalecerá los conocimientos de Control Industrial en las áreas de Neumática, Automatización, Sensores, Mecatrónica, al ser esta una carrera técnica requiere de mucha práctica, y conocer directamente los equipos utilizados en una industria para enfrentarse al campo industrial laboral.

7.5.2. Costo Total del Módulo Didáctico Electroneumático

Todos los gastos que se realizaron durante la construcción de la banda transportadora se detallan en la tabla VII-III.

Material Didáctico	100
Impresiones	30
Transporte	240
Dispositivos eléctricos y electrónicos	140
Sensores	400
Dispositivos neumáticos	570
Motores	200
Mecanismos y estructuras mecánicas	1500
Varios	300
Internet	300
Imprevistos	120
Caja y Borneras	50
Duralón	20
Pernos y Tuercas	5
Cable de Interfaz	40
Cámara Web	20
Manguera de polietileno	10
TOTAL	4045

Tabla VII-III.- Costo total de la Banda transportadora

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La implementación de un módulo didáctico para la simulación de procesos industriales en una banda transportadora por medio de PLC fortalecerá los conocimientos de los estudiantes de la Escuela de Electrónica Control y Redes Industriales en las áreas de neumática, automatización, sensores y mecatrónica.
2. Es necesaria la creación de un servidor OPC para lograr la comunicación entre Labview y el PLC.
3. La banda soporta directamente el material a transportar y lo desplaza hacia cualquier etapa de clasificación.
4. La banda puede transportar y clasificar hasta 4320 latas diarias trabajando 24 horas continuas
5. Es necesario la normalización de cada pixel examinado en las imágenes para determinar correctamente el color de la lata.
6. El aluminio perfilado es muy adecuado para la construcción de este tipo de estructuras pues es liviano, resistente y más fácil de manipular que otros materiales.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda la utilización de latas de 10cm de diámetro, con 8 hasta 13 cm de altura pues la banda está diseñada para envases con esas características.
2. Se recomienda la utilización de una fuente conmutada de al menos 10A para que pueda soportar la corriente de arranque requerida por el motor de DC.
3. Se recomienda hacer una correcta alineación de la cámara para que la imagen coincida con el área a analizar.
4. Se recomienda utilizar una interface de comunicación para la conexión entre los sensores y actuadores de la banda con el PLC.
5. Se recomienda siempre la utilización de una unidad de mantenimiento para mantener el buen estado de los actuadores y elementos de control.
6. Siempre realizar pruebas individuales de los subsistemas antes de comenzar a utilizar la banda

RESUMEN

El Diseño e implementación de un módulo didáctico de una banda transportadora para utilizarla como instrumento del laboratorio de Control en la Escuela De Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Mediante al método deductivo se pudo conocer que existe una deficiencia de equipos didácticos en el laboratorio de Control de la Escuela De Ingeniería Electrónica Control y Redes, esta banda transportadora forma parte de un proceso continuo de transporte de latas de café.

Esta banda transportadora soporta directamente el material a transportar y lo desplaza desde el punto de carga hasta el de descarga, se usara como componente en la distribución y almacenaje inteligente.

La banda ha sido construida en su totalidad con aluminio didáctico perfilado, es modular, pues permite la adición de procesos y estaciones de control en la misma, se han utilizado cilindros neumáticos para el desplazamiento transversal del producto. Un Controlador Lógico Programable (PLC) se encarga de automatizar la parte mecánica del proceso, mientras que la parte de control esta monitoreada a través de LabView.

Esta banda puede transportar hasta 4320 latas de café al día con un promedio de 3 latas por minuto, de tres distintos colores rojo, azul y verde en tres distintas alturas funcionando 24 horas de forma continua.

Concluimos que es necesario la creación un servidor OPC para establecer la comunicación entre el PLC y LabView y así controlar el funcionamiento y monitoreo de la banda transportadora.

Se recomienda la utilización de latas de 10cm de diámetro y desde los 8cm hasta los 13cm de altura pues la banda está diseñada para este tipo de envases, puede transportar 3 latas de forma simultanea de hasta 2kg de peso.

ABSTRACT

“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DIDACTIC MODULE FOR INDUSTRIAL PROCESS SIMULATION IN A CONVEYOR BELT BY PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER”

The present paper has been developed to fit out the controlling lab of FIE (Facultad de Ingeniería Electrónica) at Espoch (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)

The lack of didactic equipment and a few devices don't let students do practices at FIE that is why was necessary to design and implement a didactic module of a conveyor belt to use it as instrument of the lab mentioned above.

Deductive method was used to know the fault of didactic equipment in the lab, this conveyor belt takes part of a continue process to transport the cans of coffee.

This one supports directly the material to be transported and moves it from the loading point to unloading point and it will be used as distribution and intelligent storage component.

The conveyor belt has been constructed by shaped didactic aluminum. It is modular because it lets addition of processes and controlling stations. Pneumatic cylinders have been used for transversal moving of the product. A programmable logic controller (PLC) is in charge of automating the mechanical part of the process, as control is monitored by means Lab View.

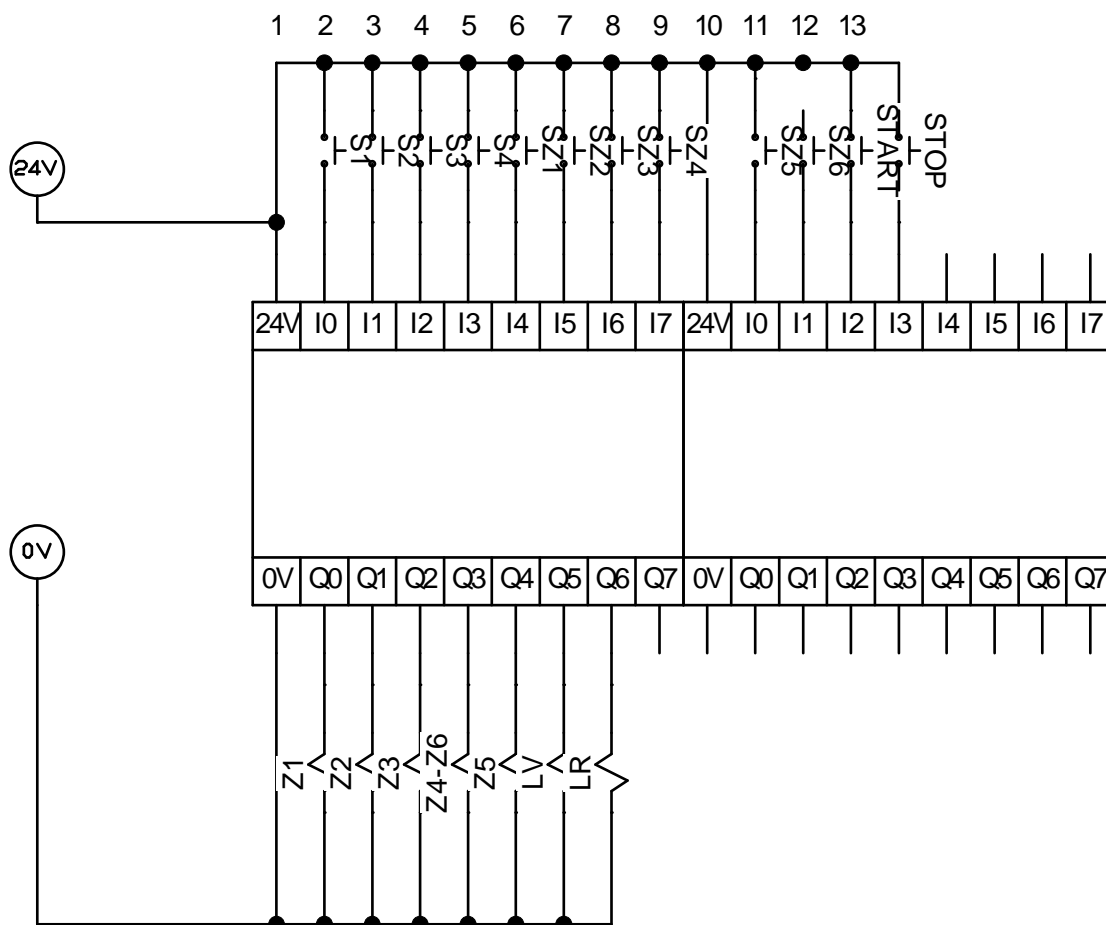
This conveyor belt can transport until 4320 cans of coffee per day with an average of three cans per minute of three different colors red, blue and green in three different heights by running 24 hours continuously.

It is concluded that a server OPC must be created to establish communication between PLC and Lab View in order to control running and monitoring of conveyor belt.

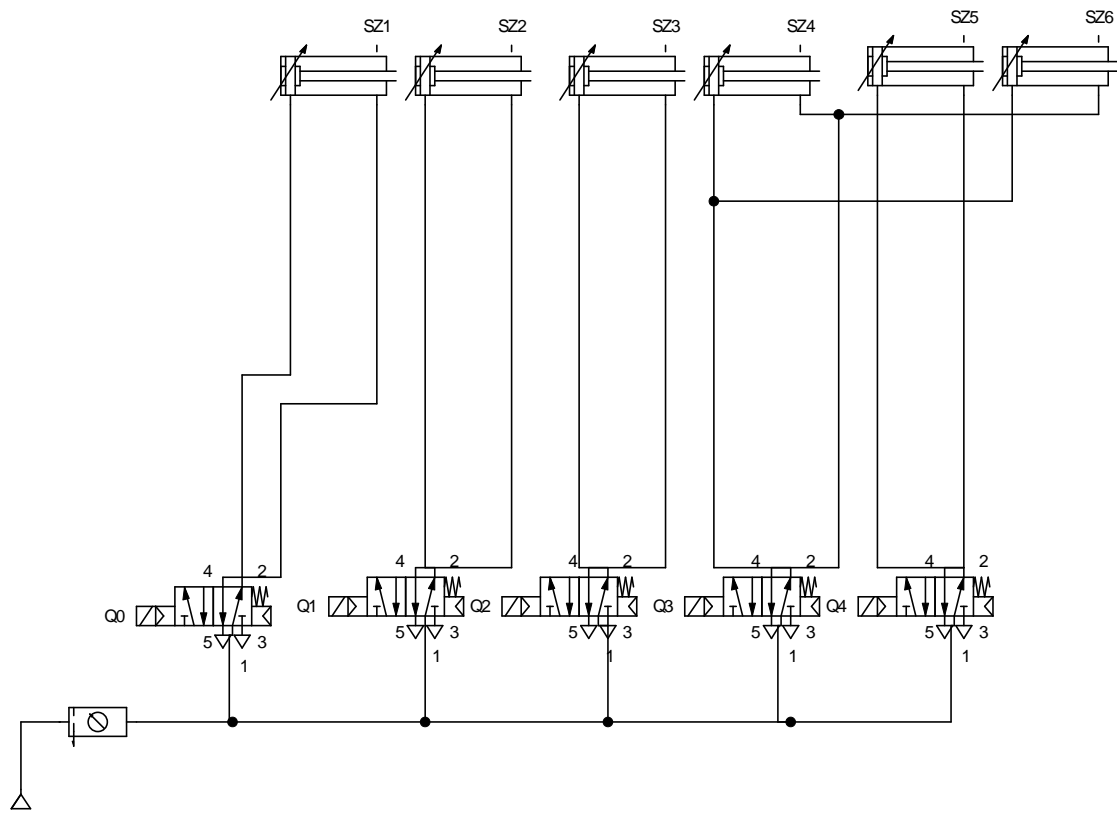
It is recommended to use these cans of 10 cm of diameter and from 8 cm to 13 cm of height since conveyor belt is designed for this kind of cans, and it can transport 3 cans simultaneously up to 2 kg of weight.

ANEXOS

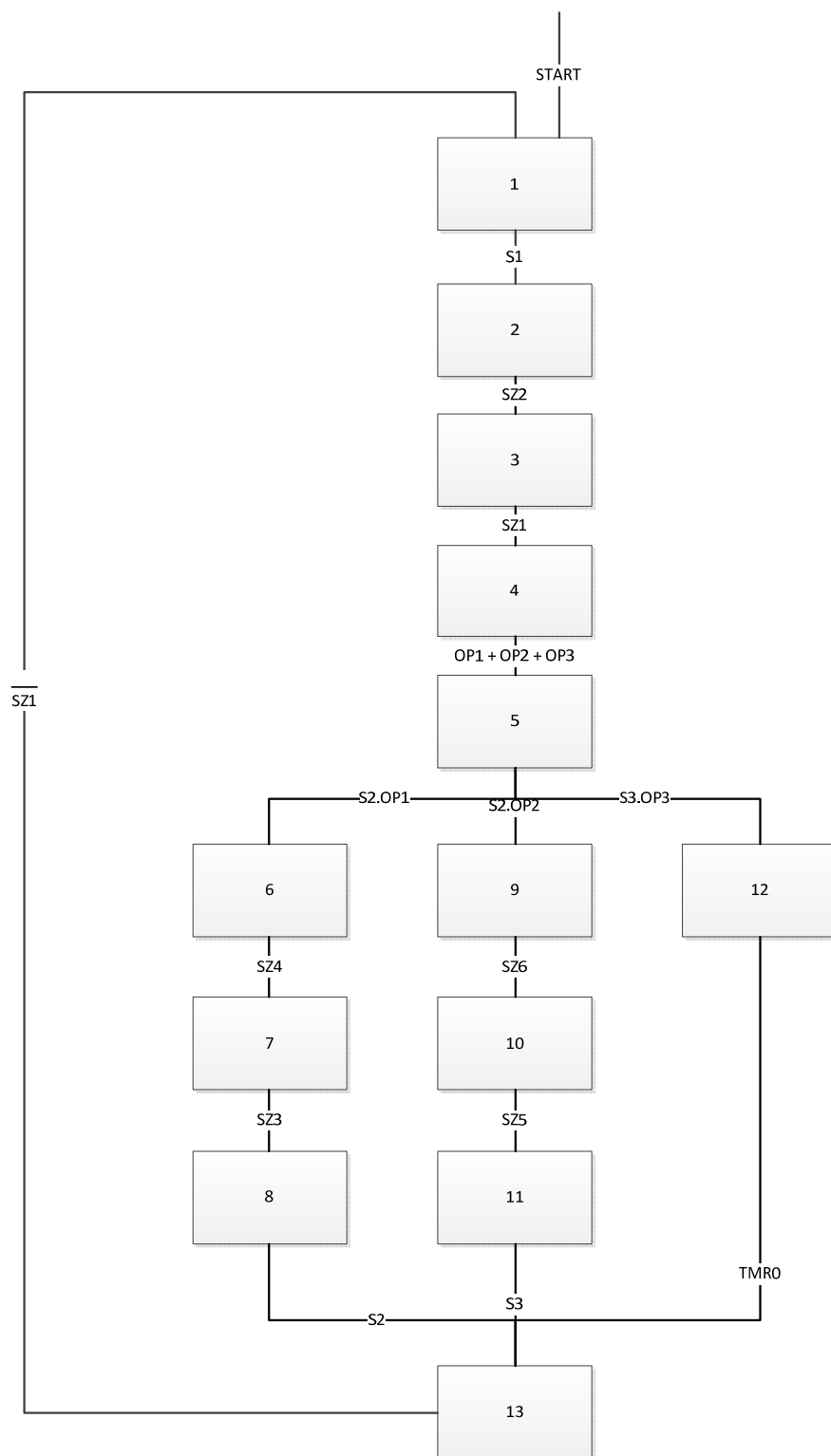
ANEXO 1. ESQUEMA ELECTRICO DE CONEXIONES



ANEXO 2. DIAGRAMA NEUMATICO



ANEXO 3. DIAGRAMA GRAFCET



ANEXO 4. DATASHEET DEL PLC TELEMECANIQUE TWDLCAE40DRF

Product Data Sheet

TWDLCAE40DRF

Programmable Logic Controller

Base Unit, Twido

Technical Characteristics

Integrated Communication Ports	Ethernet TCP/IP Marketing Trade Name	Twido
Connection Type	Screw Terminal Block (Non-Removable)	
Number of Input/Outputs	24 Inputs - 14 Relay (2A) and 2 Transistor Outputs	
Maximum Configuration	Expandable up to 7 I/O Modules Application	
Designed for small control systems	Supply Voltage	240VAC
Type	TWD	
Module Type	Compact	

Shipping and Ordering

Category	22531 - Discount Schedule	PC12
Article Number	785901697817	
Package Quantity	1	
Weight	1.66 lbs.	
Availability Code	Factory Item: This item is stocked at a	
Schneider Electric manufacturing plant. Returnability	Y	

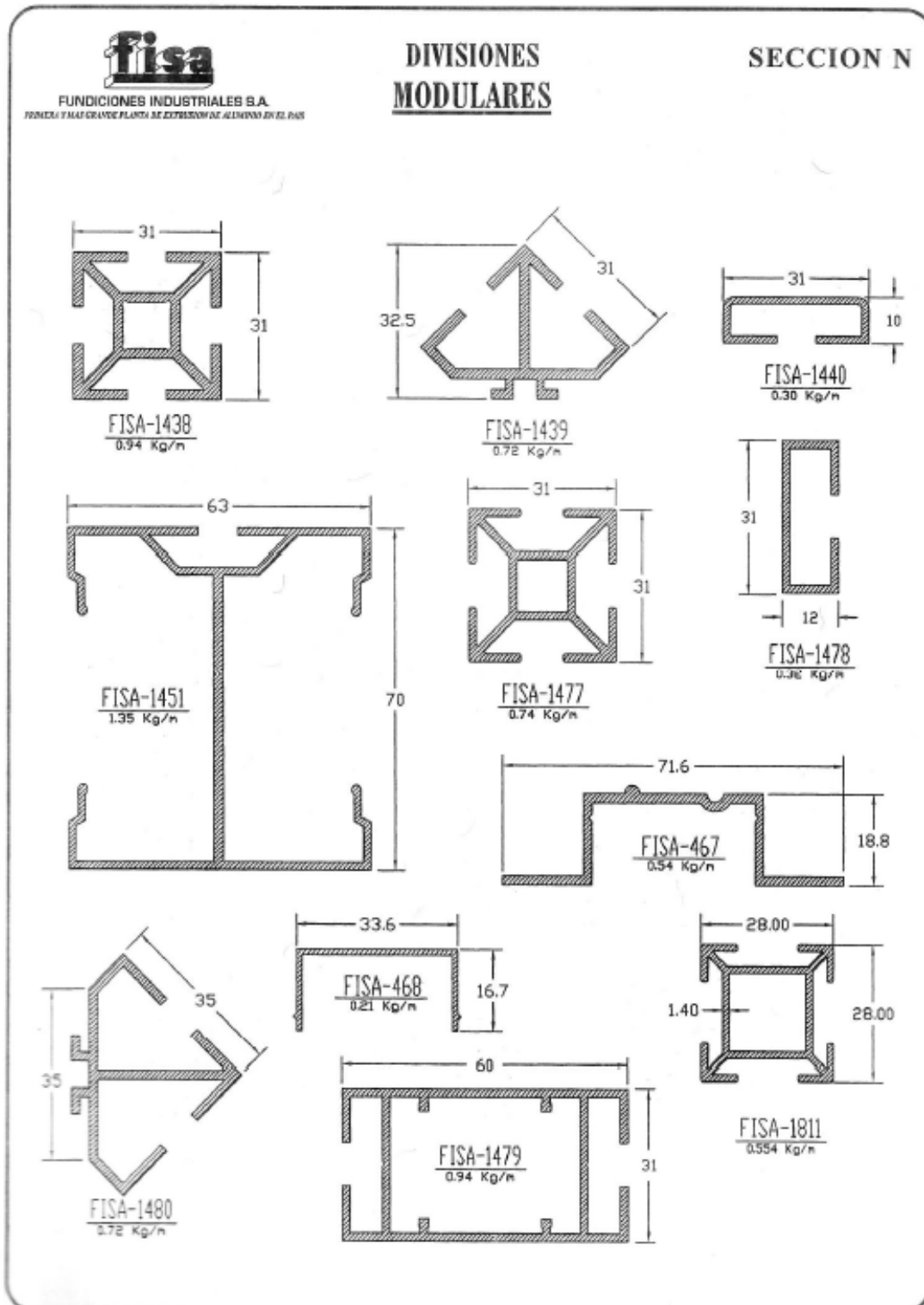
As standards, specifications, and designs change from time to time, please ask for confirmation of the information given in this document.

Generated: 06/07/2009 10:51:43

© 2009 Schneider Electric. All rights reserved.



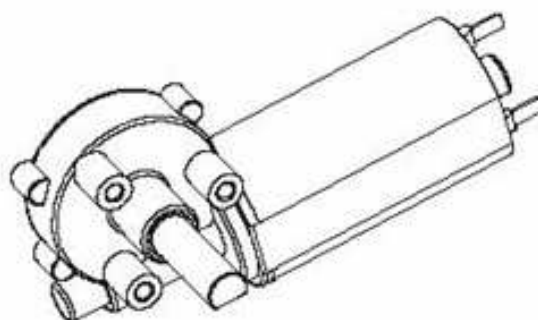
ANEXO 5. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ALUMINIO PERFILADO



ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MOTOR

374134

Getriebemotor



Aufbau

Der 24 V DC Motor ist fest mit dem Getriebe verschraubt. Motor- und Getriebeachse stehen im rechten Winkel zueinander. Der Getriebemotor kann mittels 3 Schrauben durch das Getriebegehäuse befestigt werden. Die Montagelöcher sind für Schrauben M5. Der elektrische Anschluss erfolgt über 2 Flachstecker.

Funktion

Der Getriebemotor dient als Antrieb für verschiedene Bänder.

Technische Daten

Parameter	Wert
Betriebsspannung	24V
Nominaler Strom	7,5 A
Drehzahl der Antriebswelle	65 U/min ¹
Einschaltdauer	10%
Reduzierstufen	1
Nominales Drehmoment	1 Nm
Drehrichtung umkehrbar	ja
Anlaufdrehmoment	7 Nm
Anschluss	2 Flachstecker
Gewicht	450 g

ANEXO 7. DESCRIPCION TECNICA DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Preparation unit—FR.L. combination GFC Series



Specification

Model	GFC200-06	GFC200-08	GFC300-08	GFC300-10	GFC300-15	GFC400-10	GFC400-15	GFC600-20	GFC600-25	
Fluid	Air									
Port size	1/8"	1/4"	1/4"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	
Filtering grade	40 μm or 5 μm									
Pressure range	Semi-auto and automatic drain: 0.15-0.9MPa(20-130Psi)									
	Manual drain: 0.05-0.9MPa(7-130Psi)									
Proof pressure	1.5 MPa(215Psi)									
Temperature range	-20-70°C									
Capacity of drain bowl	10CC		40CC			80CC		230CC		
Capacity of oil bowl	25CC		75CC			160CC		380CC		
Recommended lubricant	ISO VG 32 or equivalent									
Weight	430g			980g			1950g		4320g	
Constitute	Filter-Regulator	GFR200-06	GFR200-08	GFR300-08	GFR300-10	GFR300-15	GFR400-10	GFR400-15	GFR600-20	GFR600-25
	Lubricator	GL200-06	GL200-08	GL300-08	GL300-10	GL300-15	GL400-10	GL400-15	GL600-20	GL600-25

Ordering code

GFC200-08-M-L-□-F1-W-P-K

Drain type
Blank: Semi-auto drain
M: Manual drain
A: Automatic drain ①

Pressure gauge
Blank: Pressure gauge
N: No pressure gauge

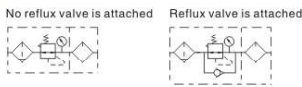
Filtering grade
Blank: 40 μm
W: 5 μm

Thread
P: PT
T: NPT
G: G

Model	Port size	Type code	Pressure gauge shape	Scale	Code of reflux valve
GFC200: G200 Series FR.L. unit	06: 1/8" 08: 1/4"	Blank: Standard L: Lower pressure ^②	F: Square C: Circular	1: MPa 2: psi 3: bar	Blank: No reflux valve is attached K: Reflux valve is attached
GFC300: G300 Series FR.L. unit	08: 1/4" 10: 3/8" 15: 1/2"				
GFC400: G400 Series FR.L. unit	10: 3/8" 15: 1/2"				
GFC600: G600 Series FR.L. unit	20: 3/4" 25: 1"				

① The function of automatic drain is not available for GFC200 series;
② The maximum work pressure of lower pressure type is 0.4MPa(58psi).

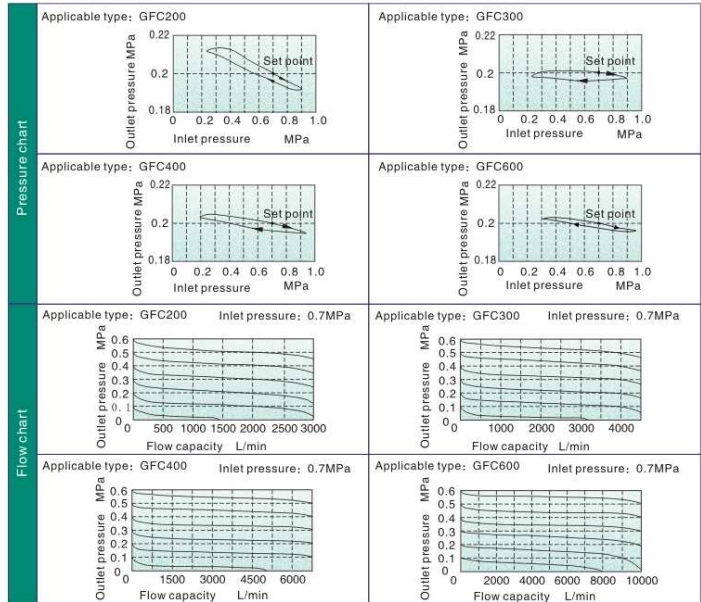
Symbol



Product feature

1. Quick and reliable fixation makes it convenient to install and use;
2. The performance of pressure adjustment is reliable with high precision;
3. The efficiency of eliminating moisture and solid grain is high;
4. Three drain types are available: manual drain, semi-auto drain and automatic drain.

Pressure and feature of flow



Preparation unit—FR.L. combination

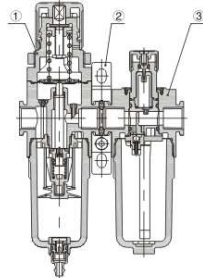


GFC Series

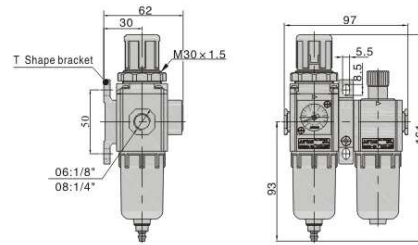
Inner structure

Dimensions

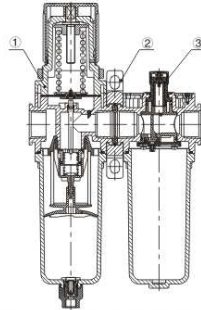
GFC200



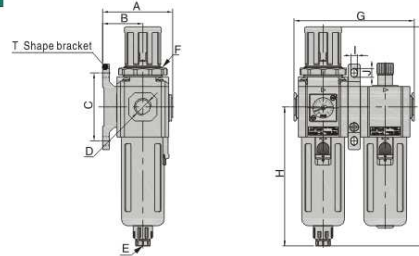
GFC200



GFC600



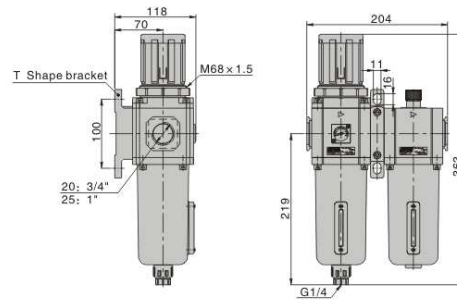
GFC300 GFC400



NO.	Item
①	G series filter-regulator
②	Bracket
③	G series lubricator

Model/Item	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
GFC300-08	72	41.5	70	1/4"	G1/8	M40 x 1.5	124	143	6.5	9	225.5
GFC300-10	72	41.5	70	3/8"	G1/8	M40 x 1.5	124	143	6.5	9	225.5
GFC300-15	72	41.5	70	1/2"	G1/8	M40 x 1.5	124	143	6.5	9	225.5
GFC400-10	89	50	80	3/8"	G1/4	M55 x 2.0	164	165.5	8.5	12	269.5
GFC400-15	89	50	80	1/2"	G1/4	M55 x 2.0	164	165.5	8.5	12	269.5

GFC600

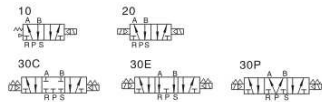


ANEXO 8. FICHA TECNICA DE LAS VÁLVULAS

Solenoid valve (5/2 、 5/3 way) 4V200 Series



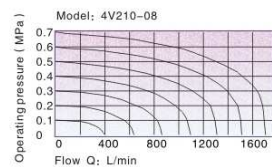
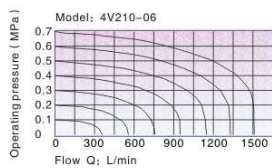
Symbol



Product feature

- 1、Pilot-oriented mode: optional for internal or external;
- 2、Structure in sliding column mode: good tightness and sensitive reaction;
- 3、Three position solenoid valves have three kinds of central function for your choice;
- 4、Double control solenoid valves have memory function;
- 5、Internal hole adopts special processing technology which has little attrition friction, low start pressure and long service life;
- 6、No need to add oil for lubrication;
- 7、It is available to form integrated valve group with the base to save installation space;
- 8、Affiliated manual devices are equipped to facilitate installation and debugging;
- 9、Several standard voltage grades are optional;

Flow chart



Specification

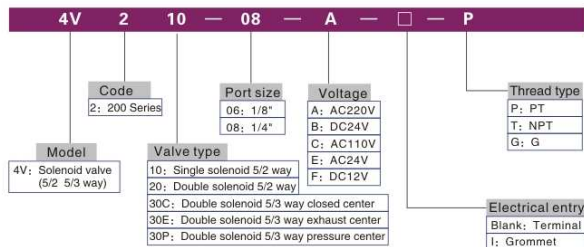
Model	4V210-06 4V220-06	4V230C-06 4V230E-06 4V230P-06	4V210-08 4V220-08	4V230C-08 4V230E-08 4V230P-08
Fluid	Air(to be filtered by 40um filter element)			
Acting	Pilotd			
Port size ①	In=Out=Exhaust=1/8"		In=Out =1/4"	Exhaust=1/8"
Orifice size	14.0mm ² (Cv=0.78)	12.0mm ² (Cv=0.67)	16.0mm ² (Cv=0.89)	12.0mm ² (Cv=0.67)
Valve type	5 port 2 position	5 port 3 position	5 port 2 position	5 port 3 position
Operating pressure	0.15-0.8MPa(21-114Psi)			
Proof pressure	1.5MPa(215Psi)			
Temperature °C	-20-70			
Material of body	Aluminum alloy			
Lubrication ②	Not required			
Max. frequency ③	5 cycle/sec	3 cycle/sec	5 cycle/sec	3 cycle/sec
Weight	4V210-06:220g 4V220-06:320g	360g	4V210-08:220g 4V220-08:320g	360g

- ① PT thread、NPT thread and G thread are available;
② It can not stop in the midway of lubricating. Lubricants like ISO VG32 or equivalent are recommended.
③ The maximum actuation frequency is in the no-load state.

Coil specification

Item	Specification
Standard voltage	AC220V、AC110V、AC24V、DC24V、DC12V
Scope of voltage	AC: ± 15% DC: ± 10%
Power consumption	AC: 3.5VA DC : 3.0W
Protection	IP65 (DIN40050)
Temperature classification	B Class
Electrical entry	Terminal、Grommet
Activating time	0.05 sec and below

Ordering code



Please refer to PI-34 for manifold specification and the order way.



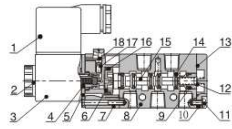
Solenoid valve (5/2 、 5/3 way)



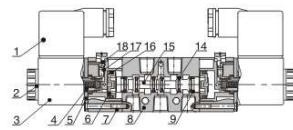
4V200 Series

Inner structure

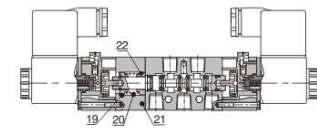
4V210



4V220



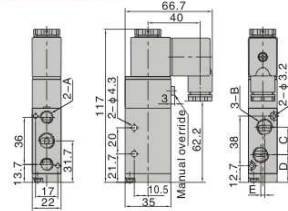
4V230C



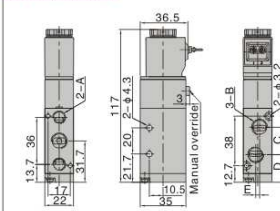
NO.	Item	NO.	Item	NO.	Item
1	Connector	9	Wear ring	17	Override spring
2	Coil nut	10	Bottom cover	18	Manual override
3	Coil	11	Fixed screw	19	Spring holder
4	Armature	12	Spool spring	20	Return spring
5	Fixed plate	13	Bottom cover gasket	21	Side cover
6	Piston	14	Spool O-ring	22	Spring holder
7	Pilot kit	15	Spool		
8	Body	16	Piston O-ring		

Dimensions

4V210(Terminal)

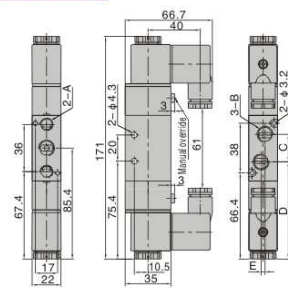


4V210(Grommet)

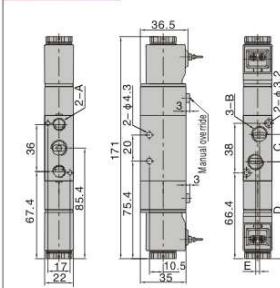


Model/Item	A	B	C	D	E
4V210-06	1/8"	1/8"	18	22.7	0
4V210-08	1/8"	1/4"	21	21.2	3

4V220(Terminal)

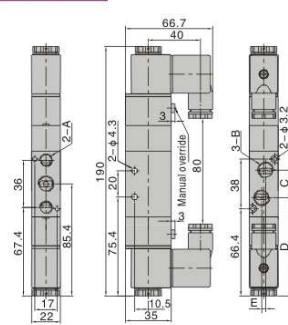


4V220(Grommet)

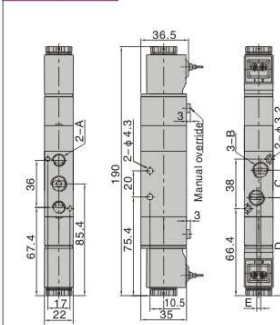


Model/Item	A	B	C	D	E
4V220-06	1/8"	1/8"	18	76.4	0
4V220-08	1/8"	1/4"	21	74.9	3

4V230(Terminal)



4V230(Grommet)



Model/Item	A	B	C	D	E
4V230-06	1/8"	1/8"	18	76.4	0
4V230-08	1/8"	1/4"	21	74.9	3

ANEXO 9. FICHA TECNICA DE LOS SENSORES DE REFLEXION DIRECTA

Product Catalog



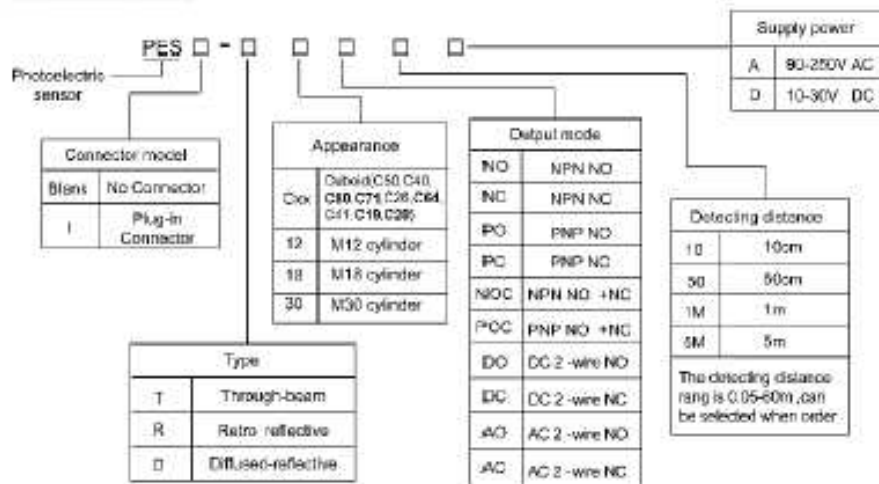
[Click to enlarge](#)

Code: M18 Series photoelectric sensor

Features:

- Style: cylinder, diameter: 18mm (through-beam type, retro-reflective type and diffused-reflective type).
- Material: brass Nickel plated or ABS
- DC 3 wire or DC 2 wire or AC 2 wire, with or without plug-in connector.
- Light resource: infrared LED
- Strong anti-shock and anti-vibration.
- Non-contact object detect: avoid the photoelectric sensor to contact the object directly, protect the including component from damage and extend the operation life of the sensor.
- Detect any objects with different materials: detect objects by the light quantities reflected and received, detect objects such as glass, metal, plastic, wood, fluid...etc.
- Long detect distance: Retro reflective: 3m / diffused-reflective type: 10cm or 30cm / through-beam type: 10m.
- Fast response: through-beam: <5ms / retro-reflective and diffused-reflective: <3ms
- Identify object colors: according to the colors' reflectivity and absorptivity, the sensors detect the light that the object reflected and identify the colors.
- High precision: precise electron circuit, can detect tiny objects with accurate position.

1. Product model is named:



2. Ordering Code:

Model and Type	Detecting type	Out type	Detecting distance range	Current output	Power supply	Buy
PES-T18NO10MD	Through-beam	NPN NO	10m	≤200mA	DC 10-30V	☐
PES-T18NC10MD	Through-beam	NPN NC	10m	≤200mA	DC 10-30V	☐
PES-T18PO10MD	Through-beam	PNP NO	10m	≤200mA	DC 10-30V	☐
PES-T18PC10MD	Through-beam	PNP NC	10m	≤200mA	DC 10-30V	☐
PES-T18NOC18MD	Through-beam	NPN NO+NC 4 Wire	10m	≤200mA	DC 10-30V	☐
PES-T18POC18MD	Through-beam	PNP NO+NC 4 Wire	10m	≤200mA	DC 10-30V	☐
PES-T18DO10MD	Through-beam	DC NO 2 Wire	10m	≤100mA	DC 10-30V	☐
PES-T18DC10MD	Through-beam	DC NC 2 Wire	10m	≤100mA	DC 10-30V	☐
PES-T18AO10MA	Through-beam	AC NO 2 Wire	10m	≤400mA	AC 90-250V	☐
PES-T18AC10MA	Through-beam	AC NC 2 Wire	10m	≤400mA	AC 90-250V	☐
PES-R18NO3MD	Retro-reflective	NPN NO	3m	≤200mA	DC 10-30V	☐
PES-R18NC3MD	Retro-reflective	NPN NC	3m	≤200mA	DC 10-30V	☐

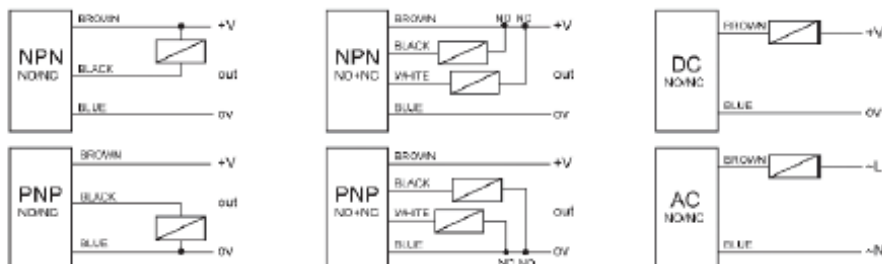
PE8-R18PO3MD	Retro-reflective	PNP NO	3m	≤200mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-R18PC3MD	Retro-reflective	PNP NC	3m	≤200mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-R18DO3MD	Retro-reflective	DC NO 2 Wire	3m	≤100mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-R18DC3MD	Retro-reflective	DC NC 2 Wire	3m	≤100mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-R18AO3MA	Retro-reflective	AC NO 2 Wire	3m	≤400mA	AC 90-250V	<input type="checkbox"/>
PE8-R18AC3MA	Retro-reflective	AC NC 2 Wire	3m	≤400mA	AC 90-250V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18NO10(30)D	Diffused-reflective	NPN NO	10cm / 30cm	≤200mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18NC10(30)D	Diffused-reflective	NPN NC	10cm / 30cm	≤200mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18PO10(30)D	Diffused-reflective	PNP NO	10cm / 30cm	≤200mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18PC10(30)D	Diffused-reflective	PNP NC	10cm / 30cm	≤200mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18DO10(30)D	Diffused-reflective	DC NO 2 Wire	10cm / 30cm	≤100mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18DC10(30)D	Diffused-reflective	DC NC 2 Wire	10cm / 30cm	≤100mA	DC 10-30V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18AO10(30)A	Diffused-reflective	AC NO 2 Wire	10cm / 30cm	≤400mA	AC 90-250V	<input type="checkbox"/>
PE8-D18AC10(30)A	Diffused-reflective	AC NC 2 Wire	10cm / 30cm	≤400mA	AC 90-250V	<input type="checkbox"/>

[Order List](#)
[Order Now](#)
[Order](#)

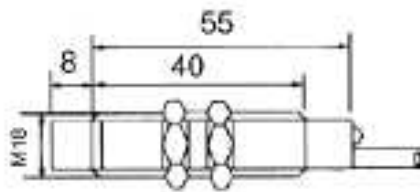
3. Technical Specifications:

Property project	Specific parameter
Detecting distance range	Through-beam:10m / Retro-reflective: 3m/ Diffusec-reflective: 10cm or30cm
Rated power supply	DC:10-30V / AC:90-250V
Current	DC 3 Wire: ≤200mA/ DC 2 Wire:≤100mA/ AC 2 Wire:≤400mA
Response time	Through-beam:<5ms / Retro-reflective & Diffused-reflective:<3ms
Working angle	Through-beam3°~20°/Retro-reflective: 1°~5°
Voltage for transistor	<1.5V
Current consumption	<20mA
Different distance	<15%
Polarity reverse protection	Yes
Ambient light(LUX)	Incandescent lamp:≤3000 / Sunlight:≤10000
IP ratings	IP 67
Material	Brass nickle plated or ABS

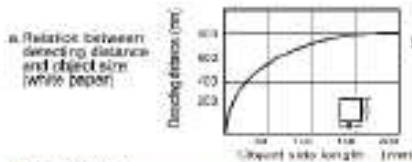
4. Electrical Connection Drawing:



6. The picture of product mix:



TECHNICAL INSTRUCTIONS



b. Influence of different objects to detecting distance (only for Diffused-reflective type)



c. Type instructions

	TYPE	SPECIALITY
Through-beam		Detect when an object shutoff the light between the sender and the receiver. <ul style="list-style-type: none"> • Detect long distance. • Stable detecting status. • Strong light beam. • Detect differ. objects (transparent or non-transparent, different appearance/color/materials, etc.)
Retractive		Detect when an object shutoff the light between the sender and the reflector. <ul style="list-style-type: none"> • The reflector can be installed in the very limited space. • The construction is easy. • Can adjust the light axis easily. • Detecting longer distance than diffused-reflective sensor. • Detect different objects (transparent or non-transparent, different appearance/color/materials, etc.)
Diffused-reflective		The diffused-reflective sensor detect the object when the object reflect the light beam sent from the diffused-reflective sensor. <ul style="list-style-type: none"> • Gives space (as sensor module needs to be installed only). • No need to adjust light axis. • Can detect the reflect light transparent object. • Can detect different colors.

d. Terms

	TERMS	DEFINITION
Detecting distance		The detecting distance of reflective photoelectric sensor is the distance between detecting distance and receiving distance.
Detecting angle		The angle ranges for the photoelectric sensor detect objects.
Response time		The min. time that the sensor detect light beam exist and output "ON" signal or the min. time that the sensor detect no light beam and output "OFF" signal.
Ambient light		The max. ambient light for the sensor receiving face to work appropriately.

e. Operation instructions

External interference	Solutions
<p>The receiver may detect the light beam reflected from installing surface.</p>	<p>Use a block to shield the light reflected from the object.</p> <p>Adjust the position of installing component.</p>
<p>Though the light beam may not hit light to receive, sensitive detecting.</p>	<p>Adjust the light axis or change the angle of the installing component.</p>
<p>The background light may reflect light to cause false detection.</p>	<p>Use background objects with ON reflection for block and to ensure the sensor have detecting the light from background objects.</p> <p>Try to increase the distance between the target object and the background object.</p>
<p>To prevent interference for the optical photoelectric sensor, the sender and receiver need to be crossed, as shown below:</p> <p>When install the sender and receiver, please avoid the light beam from each other, prevent by other sensor or beam.</p>	

6. Notice:

-When the high voltage cable, power cable and photoelectric sensor cable are placed in one tube, they might affect one another and cause misworking, therefore they must use different wire tube so as to avoid mistworking.
-Power supply must be within the specified range.
-Pay attention installation in the following conditions may cause misworking:

- Dust and corrosive gas environment
- Water, oil and medicament spurt environment
- Strong sunlight irradiate environment, high ambient temperature conditions
- Vibrate and shock environment

-Do not hammer the sensor when installing, otherwise can damage water-proof parts.



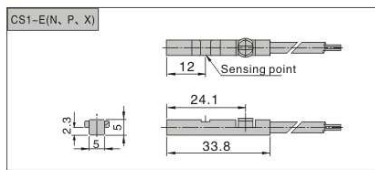
© copyright (2005) IBEST ELECTRICAL CO.LTD
No.1, GuangEr Industrial Zone, SanJiao Town, ZhongShan, GuangDong, China, P.R.C
Tel.: +86-760-85541651(technical) 85541652(sales)
Fax.: +86-760-85549680
www.ibestchina.com
sales@ibestchina.com
[粤icp证05028653号](#)

ANEXO 10. FICHA TECNICA DEL SENSOR ELECTROMAGNÉTICO

Sensor switch CS1-E(N, P, X) Series



■ Dimensions



■ Specification

Item/type	CS1-E	CS1-EX	CS1-EN	CS1-EP
Switch logic	STSP Normally opened type		Transistor without contact, Normally opened type	
Sensor type	Reed switch with contact		NPN type	PNP type
Operating voltage(V)	5-240V AC/DC		5-30V DC	
Max. Switching current (mA)	100		200	
Switching rating (W)	Max. 10		Max. 6	
Current consumption	NO		15mA Max. @24V	
Voltage drop	2.5V Max. @100mA DC		0.5V Max. @200mA DC	
Cable	φ 3.3, 2C, Gray oil resistant PVC (Flame retarded)		φ 3.3, 3C, Black oil resistant PVC (Flame retarded)	
Indicator	Red LED	NO	Red LED	
Leakage current	NO		0.01mA Max.	
Sensitivity(Gauss)	35-45		35-45	
Max. Frequency(Hz)	200		1000	
Shock(m/s ²)	300		500	
Vibration(m/s ²)	90		90	
Temperature range(°C) ①	-10-70		-10-70	
Enclosure classification	IP67(NEMA6)		IP67(NEMA6)	
Protection circuit	NO		Power reverse polarity, surge suppression	

① Note: Please contact us for high temperature resistant (125-150°C), low temperature resistant (-40--25°C) and explosion-proof sensor switch.

■ Ordering code

CS1 — E X — 020

Number of sensor switch		Connecting way ①
Specification of sensor switch		C08:M8 quick joint, length of wire is 150mm
E: E type(SE series)		C12:M12 quick joint, length of wire is 150mm
		020: length of wire is 2m
		030: length of wire is 3m
		050: length of wire is 5m
		100: length of wire is 10m
Mode of sensor switch		
Blank: two-line magnetic spring pipe with contact/normally opened		
N: three-line NPN with no contact (current flows in)/ normally opened		
P: three-line PNP with no contact (current flows out)/ normally opened		
X: two-line magnetic spring pipe with contact, without indicator light/normally opened		

① Note: The quick joint that is attached at the end of wire is three-needle-male joint-linear-rotary screw thread type. The female joint plug has to be ordered additionally. Please refer to PVI-49 for the specific data.

■ Mounting

No installation accessories are necessary for the sensor switch of CS1-E (N, P and X) series. It can be directly fixed onto the groove of the cylinder, which is convenient and fast.

CS1-E(N, P, X) (SE Series)

Installation method

Adjust the clamping screw on sensor switch to the parallel position that enables the sensor switch to enter the installation slot. Then lead the sensor switch to the installation slot and adjust it to the proper position and tighten the clamping screw to fix.



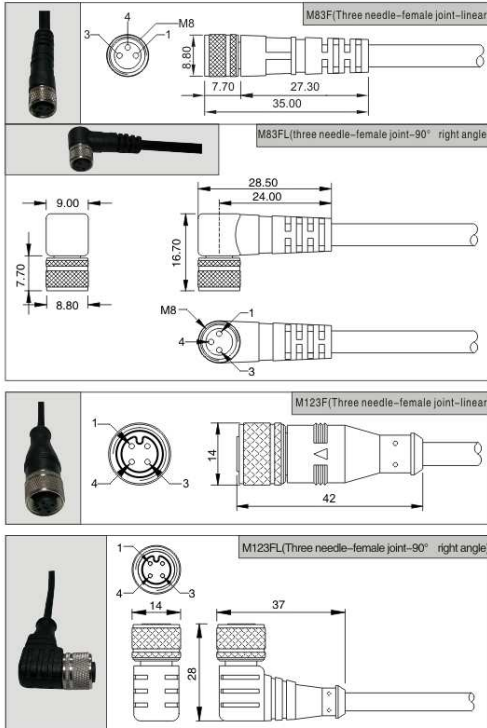
Sensor switch



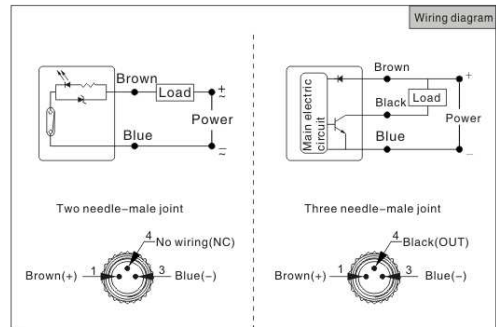
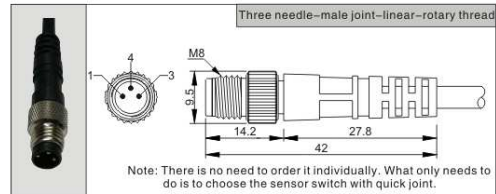
Joint attached to coil end of sensor switch

Female joint for male joint

Ordering code	
M83F — 4 B — 02 — PVC	
Joint type	Cable material
M83F: M8 x 1.0 three need-female joint (linear)	PVC: PVC tegument
M83FL: M8 x 1.0 three need-female joint (right angle)	PUR: PUR tegument
M123F: M12 x 1.0 three need-female joint (linear)	
M123FL: M12 x 1.0 three need-female joint (right angle)	
Cable OD	Wire length
2.9: OD 2.9mm	02: Wire length is 2m
3.3: OD 3.3mm	03: Wire length is 3m
4.0: OD 4.0mm	05: Wire length is 5m
4.5: OD 4.5mm	10: Wire length is 10m
5.2: OD 5.2mm	
Cable color	
B: Black (three core)	
G: Grey (two core)	



Male joint attached to coil end of sensor switch



ANEXO 11. FICHA TECNICA DEL RELE

Product data sheet Characteristics

RXM4AB2BD

miniature plug-in relay - Zelio RXM - 4 C/O - 24 V DC - 6 A - with LED



Main

Range of product	Zelio Relay
Series name	Miniature
Product or component type	Plug-in relay
Device short name	RXM
Status LED	With
Control type	Pushbutton
Control circuit voltage	24 V DC
Contacts type and composition	4 C/O
Contacts operation	Standard
Coil interference suppression	Without
[Ithe] conventional enclosed thermal current	6 A at $\leq 55^{\circ}\text{C}$
Contacts material	Silver alloy (Ag/Ni)
Resistive rated load	6 A at 250 V AC 6 A at 28 V DC
Utilisation coefficient	20 %
Rated operational voltage limits	19.2...26.4 V DC
Sale per indivisible quantity	10

Complementary

[U] rated insulation voltage	250 V conforming to IEC 300 V conforming to UL 300 V conforming to CSA
[Uimp] rated impulse withstand voltage	4 kV conforming to IEC 61000-4-5
[Ie] rated operational current	3 A (AC-1/DC-1) NC conforming to IEC 6 A (AC-1/DC-1) NO conforming to IEC 8 A (AC-1/DC-1) conforming to UL
Minimum switching current	10 mA
Maximum switching voltage	250 V AC/DC
Minimum switching voltage	17 V
Maximum switching capacity	168 W , DC circuit 1500 VA , AC circuit
Minimum switching capacity	170 mW
Operating rate	≤ 20 cycl/mn (under load) ≤ 300 cycl/mn (no-load)
Mechanical durability	1000000 cycles
Electrical durability	100000 cycles for resistive load
Average consumption in W	0.9 W , DC circuit
Average consumption in VA	1.2 , AC circuit
Drop-out voltage threshold	$\geq 0.15 U_c$ (AC control) $\geq 0.1 U_c$ (DC control)
Operating time	20 ms between coil de-energisation and making of the Off-delay contact (AC/DC) 20 ms between coil energisation and making of the On-delay contact (AC/DC)
Average resistance	650 Ohm , DC circuit at $20^{\circ}\text{C} \pm 10\%$
Protection category	RT I
Operating position	Any position
Product weight	0.037 kg

Environment

Dielectric strength	1500 V AC (between contacts) 1550 V AC (between coil and contact) 1550 V AC (between poles)
Product certifications	CSA UL
Standards	CSA C22-2 No 14 EN/IEC 61810-1 (iss. 2) UL 508
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Ambient air temperature for operation	-40...55 °C
Vibration resistance	3 gn (f = 10...150 Hz), amplitude +/- 1 mm (on opening) conforming to EN/IEC 60068-2-27 5 gn (f = 10...150 Hz), amplitude +/- 1 mm (on closing) conforming to EN/IEC 60068-2-27
IP degree of protection	IP40 conforming to EN/IEC 60529
Shock resistance	15 gn on closing conforming to EN/IEC 60068-2-27 15 gn on opening conforming to EN/IEC 60068-2-27
RoHS EUR conformity date	0801
RoHS EUR status	Compliant

ANEXO 12 FICHA TECNICA DE LOS CILINDROS



Standard cylinder—SE Series

— In accordance with ISO15552 and VDMA24562 standard

■ Installation and application ⚠

- 1、When load changes in the work, the cylinder with abundant output capacity shall be selected;
- 2、Relative cylinder with high temperature resistance or corrosion resistance shall be chosen under the condition of high temperature or corrosion;
- 3、Necessary protection measure shall be taken in the environment with larger humidity, much dust or water drops, oil dust and welding dregs;
- 4、Dirty substances in the pipe must be cleared away before cylinder is connected with pipeline to prevent the entrance of sundries into the cylinder;
- 5、The medium used by cylinder shall be filtered by the filter core of above 40um;
- 6、Anti-freezing measure shall be adopted under low temperature environment to prevent moisture freezing;
- 7、The cylinder shall be carried out test run without load before application. Prior to run, buffer shall be turned to the minimum and gradually released to avoid the damage on cylinder caused by excessive impact;
- 8、The cylinder shall avoid the influence of side load in operation to maintain the normal work of cylinder and extend the service life;
- 9、If the cylinder is dismantled and stored for a long time, please conduct anti-rust treatment to the surface. Anti-dust jam cap shall be added in air intake and outlet orifices.

■ Criteria for selection: Cylinder thrust

Unit: Newton (N)

Bore size(mm)	Rod size(mm)	Acting type	Pressure area (mm²)	Operating pressure (MPa)									
				0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
32	12	Double acting	Push side	804	80.4	160.8	241.2	321.6	402.0	482.4	562.8	643.2	723.6
			Pull side	690	69.0	138.0	207.0	276.0	345.0	414.0	483.0	552.0	621.0
40	16	Double acting	Push side	1256	125.6	251.2	376.8	502.4	628.0	753.6	879.2	1002.4	1130.4
			Pull side	1055	105.5	211.0	316.5	422.0	527.5	633.0	738.5	844.0	949.5
50	20	Double acting	Push side	1963	196.3	392.6	588.9	785.2	981.5	1177.8	1374.1	1570.4	1766.7
			Pull side	1649	164.9	329.8	494.7	659.6	824.5	989.4	1154.3	1319.2	1484.1
63	20	Double acting	Push side	3117	311.7	623.4	935.1	1246.8	1558.5	1870.2	2181.9	2493.6	2805.3
			Pull side	2803	280.3	560.6	840.9	1121.2	1401.5	1681.8	1962.1	2242.4	2522.7
80	25	Double acting	Push side	5026	502.6	1005.2	1507.8	2010.4	2513.0	3015.6	3518.2	4020.8	4523.4
			Pull side	4536	453.6	907.2	1360.8	1814.4	2268.0	2721.6	3175.2	3628.8	4082.4
100	25	Double acting	Push side	7853	785.3	1570.6	2355.9	3141.2	3926.5	4711.8	5497.1	6282.4	7067.7
			Pull side	7362	736.2	1472.4	2208.6	2944.8	3681.0	4417.2	5153.4	5889.6	6625.8
125	32	Double acting	Push side	12272	1227.2	2454.4	3681.6	4908.8	6136.0	7363.2	8590.4	9817.6	11044.8
			Pull side	11468	1146.8	2293.6	3440.4	4587.2	5734.0	6880.8	8027.6	9174.4	10321.2

■ Product series

Series name	Mounting type									Acting type	Bore size	Collocation of sensor switch			
	Basic	LB	FA	FB	CA	CB	CR	TC	FTC			CS1-E	CS1-EX	CS1-EN	CS1-EP
Double acting type: SE 	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Double acting	32	●	●	●	●
Double rod type: SED 	●	●	●	●	●	●	●	●	●		40	●	●	●	●
Adjustable stroke type: SEJ 	●	●	●	●	●	●	●	●	●		50	●	●	●	●
	●	●	●	●	●	●	●	●	●		63	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		80	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		100	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		125	●	●	●	●
Page III-02	III-04										VI-39				



ISO15552 Standard cylinder

SE Series



Specification

Bore size	mm	32	40	50	63	80	100	125				
Acting type	Double acting											
Fluid	Air (to be filtered by 40um filter element)											
Mounting type	SE	Basic	FA	FB	CA	CB	CR	LB	TC	FTC	TF	TM
	SED											
SEJ	Basic	FA	LB	TC	FTC	TF	TM					
Operating pressure	0.1~1.0MPa(14~145Psi)											
Proof pressure	1.5MPa(215Psi)											
Temperature	°C -20~80											
Speed range	mm/s	30~800						30~500				
Stroke tolerance	0~250 ^{+1.0}		251~1000 ^{+1.4}		1001~1500 ^{+1.8}							
Cushion type	Variable cushion											
Adjustable cushion stroke	mm	27		30		36		40				
Port size	^①	1/8"	1/4"	3/8"			1/2"					

^① PT thread, NPT thread and G thread are available;
Add: Refer to PVI-39-VI-50 for detail of sensor switch.

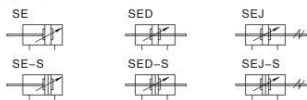
Stroke

Unit: mm

Bore size (mm)	Standard stroke										Max. Stroke	Available stroke						
	25	50	75	80	100	125	150	160	175	200			250	300	350	400	450	500
32	25	50	75	80	100	125	150	160	175	200	250	300	350	400	450	500	1000	1800
40	25	50	75	80	100	125	150	160	175	200	250	300	350	400			1200	1800
50											1200	1800						
63											1500	1800						
80	25	50	75	80	100	125	150	160	175	200	250	300	350	400			1500	1800
100	450	500	600	700	800	900	1000							1500	1800			
125											1500	1800						

Remark: Consult us for non-standard stroke.

Symbol



Product feature

1. ISO15552 and VDMA24562 standard cylinder;
2. The piston seal is composed of two Y-shape one-way seal structure, which has compensation function, long service life and low start-up pressure;
3. The square aluminum pipe without tie rod has good corrosion resistance;
4. The buffer adjustment of cylinder is smooth and steady;
5. Cylinders and accessories for installation with several specifications are optional.

Ordering code

SE-80 □ × **50** -S- □ - □ - □ -P
SED-80 □ × **50** -S- □ - □ - □ -P
SEJ-80 □ × **50-20-S** - □ - □ - □ -P

Stroke
 Blank: TPU
 H: Viton
 N: NBR

Thread type
 P: PT
 T: NPT
 G: G

Model
 SE: Double acting type
 SED: Double rod type
 SEJ: Adjustable stroke type

Bore size
 10: 10mm
 20: 20mm
 30: 30mm
 40: 40mm
 50: 50mm
 75: 75mm
 100: 100mm

Adjustable stroke
 10: 10mm
 20: 20mm
 30: 30mm
 40: 40mm
 50: 50mm
 75: 75mm
 100: 100mm

Rod Material
 Blank: Medium carbon steel
 A: SUS420J2
 B: SUS304
 C: SUS316

Magnet
 S: With magnet
 Blank: Without magnet

Mounting type
 Blank: [Symbol]
 LB: [Symbol]
 FA: [Symbol]
 FB: [Symbol]
 CA: [Symbol]
 CB: [Symbol]
 CR: [Symbol]
 FTC: [Symbol]
 TC: [Symbol]

Available series
 SE
 SED
 SEJ
 SE
 SE
 SEJ
 SEJ

Mounting type Memo
 Be used with CB
 Be used with TF, TM

^① Please refer to page III-04-III-06 for accessory parts.



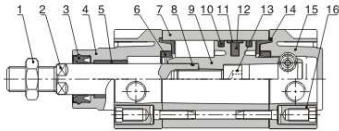
ISO15552 Standard cylinder



SE Series

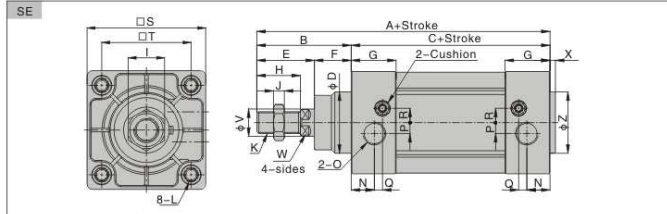
Inner structure and material of major parts

SE-S



NO.	Item	Material
1	Rod nut	Carbon steel /Stainless steel
2	Piston rod	Carbon steel with 20um chrome plated
3	Front cover packing	TPU
4	Front cover	Aluminum alloy
5	Bushing	Wear resistant material
6	Cushion O-ring	TPU
7	Barrel	Aluminum alloy
8	O-ring	NBR
9	Piston	Aluminum alloy
10	Piston O-ring	TPU
11	Wear ring	Wear resistant material
12	Magnet	Plastic / Rubber (φ 125)
13	Bolt	Carbon steel
14	Buffer gasket	TPU
15	Back cover	Aluminum alloy
16	Screw	Carbon steel /Stainless steel

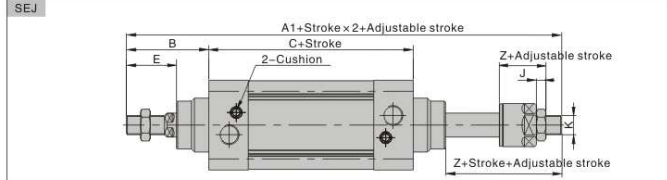
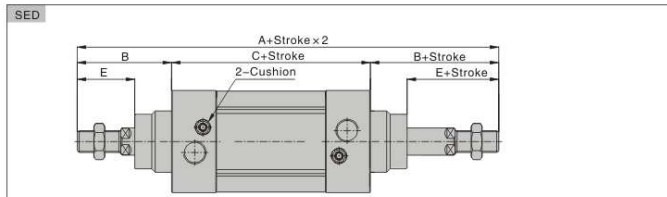
Dimensions



Remark: The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.

Item	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	N
32	142	48	94	30	29	19	27.5	22	17	6	M10 × 1.25	M6	13.5
40	159	54	105	35	33	21	32	24	17	7	M12 × 1.25	M6	17.5
50	175	69	106	40	42	27	31	32	23	8	M16 × 1.5	M8	14
63	190	69	121	45	42	27	33	32	23	8	M16 × 1.5	M8	17
80	214	86	128	45	53	33	33	40	26	10	M20 × 1.5	M10	16.5
100	229	91	138	55	55	36	37	40	26	10	M20 × 1.5	M10	19.5
125	279	119	160	60	74	45	46	54	41	13.5	M27 × 2	M12	23

Item	O	P	Q	R	S	T	V	W	X	Z
32	1/8"	5.8	6	6.3	46.5	32.5	12	10	3	30
40	1/4"	6	5.5	9	54	38	16	13	3.5	35
50	1/4"	8	5	10.5	64	46.5	20	17	3.5	40
63	3/8"	8	6	10.5	75	56.5	20	17	4	45
80	3/8"	8	8.5	12.5	93	72	25	22	4	45
100	1/2"	10	7	12	110	89	25	22	4	55
125	1/2"	11	12	11	134	110	32	27	4	60



Item	A	A1	B	C	E	Z	J	K
32	190	188	48	94	29	27	6	M10X1.25
40	213	208	54	105	33	28	7	M12X1.25
50	244	231	69	106	42	29	8	M16X1.5
63	259	246	69	121	42	29	8	M16X1.5
80	300	282.5	86	128	53	35.5	10	M20X1.5
100	320	300.5	91	138	55	35.5	10	M20X1.5
125	398	366.5	119	160	74	42.5	13.5	M27X2.0

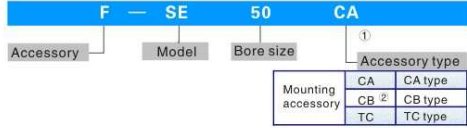
Remark:
 1. The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.
 2. The unmarked dimension is the same as SE standard type.

ISO15552 Standard cylinder



Accessories

Ordering code



- ① The listed accessories are for SE cylinder. Accessories that are adaptable to other cylinders are not shown. Please refer to accessory list on PIII-06 for selection and ordering information.
- ② CB is attached with relevant PIN.

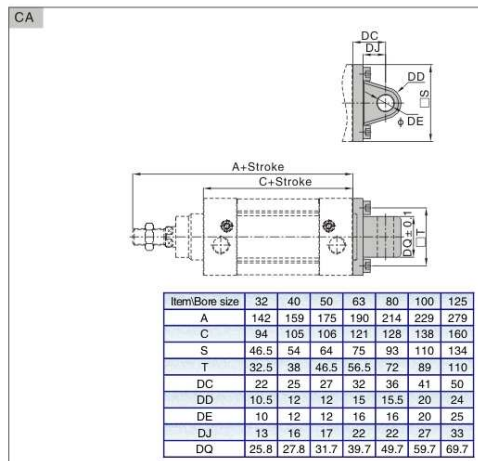
Accessory selection

Cylinder model Accessories	SE		SED		SEJ	
	Standard	With magnet	Standard	With magnet	Standard	With magnet
LB	●	●	●	●	●	●
FA	●	●	●	●	●	●
FB	●	●	×	×	×	×
CA	●	●	×	×	×	×
CB	●	●	×	×	×	×
CR	●	●	×	×	×	×
TC	●	●	●	●	●	●
FTC	●	●	●	●	●	●
TF	●	●	●	●	●	●
TM	●	●	●	●	●	●
Knuckle	●	●	●	●	●	●
① I	●	●	●	●	●	●
Y	●	●	●	●	●	●
U	●	●	●	●	●	●
F	●	●	●	●	●	●
Sensor						
② CS1-E	×	●	×	●	×	●
CS1-EX	×	●	×	●	×	●
CS1-EN	×	●	×	●	×	●
CS1-EP	×	●	×	●	×	●

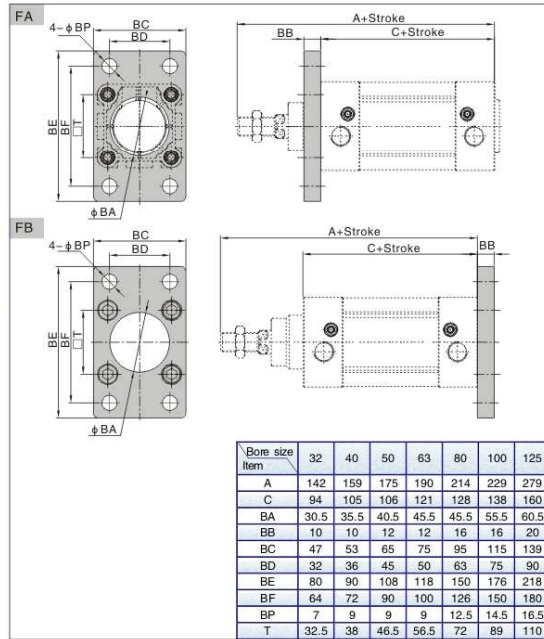
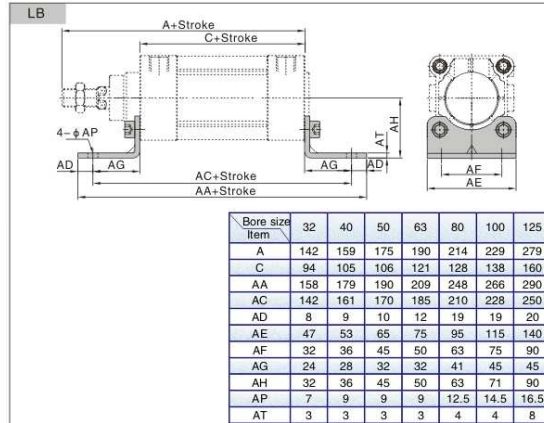
- ①: Please refer to PVI-33-VI-38 for knuckle detail.
- ②: Please refer to PVI-39-VI-50 for detail of sensor switch.

Material of accessories

Accessories	Mounting accessories								Joint accessories			
	Bore size	LB	FA	FB	TM	CR	CA	CB	FTC	TF	I, Y	F, U
32-100	Low carbon steel	Aluminum alloy			Nodular cast iron			Cast steel			Carbon steel	
125	Cast steel											



Dimensions



ISO15552 Standard cylinder

Accessories



TF

Note: The installation position of the accessories can not be adjusted arbitrarily.

Item/Bore size	32	40	50	63	80	100	125
A	142	159	175	190	214	229	279
AA	19	21	26	28	31	35	43
B	66	86.5	91.5	115	126	157.5	169.3
C	94	105	106	121	128	138	160
CA	40	54	54	70	70	90	90
D	11	11	11	11	11	19	19
E	9	12	12	12	12	18	18
F	60	75	75	85	85	115	115
G	80	100	100	110	110	155	155
H	52	65	75	90	112	135	170
I	12	16	16	20	20	25	25
J	20	27	31	42	54	68	80
K	50	63	75	90	110	135	160
L	62	79	91	110	130	157	185
M	77	98	110	133	153	185	213
N	12	16	16	20	20	25	25

CR (Be used with CB)

Note: The installation position of the accessories can not be adjusted arbitrarily.

Item/Bore size	32	40	50	63	80	100	125
A	142	159	175	190	214	229	279
AA	32	36	45	50	63	71	90
B	26	28	32	40	50	60	70
C	94	105	106	121	128	138	160
CC	10	12	12	16	16	20	25
CD	50	56	68	77	93	106	135
CJ	10	12	13	17	19	22	26

Item/Bore size	32	40	50	63	80	100	125
D	21	24	33	37	47	55	70
E	18	22	30	35	40	50	60
F	31	35	45	50	60	70	90
G	8	10	12	12	14	15	20
H	38	41	50	52	66	76	94
I	51	54	65	67	86	96	124
J	6.6	6.6	9	9	11	11	14
K	-	-	-	-	18	18	20
L	-	-	-	-	-	-	-

TM

Note: The installation position of the accessories can not be adjusted arbitrarily.

Item/Bore size	32	40	50	63	80	100	125
A	142	159	175	190	214	229	279
AA	14	17	17	20.5	20.5	24.5	24.5
B	52	65	75	90	112	135	170
CA	12	16	16	20	20	25	25
D	20	27	31	42	54	68	80
E	50	63	75	90	110	132	160
F	66	82	94	113.5	133.5	159.5	187.5
G	80	99	111	134	154	184	212
H	32	36	36	42	42	50	50
I	46	55	55	65	65	75	75
K	11	15	15	18	18	20	20
L	7	9	9	11	11	14	14
M	30	36	36	40	40	50	50

FTC

Item/Bore size	32	40	50	63	80	100	125
A	142	159	175	190	214	229	279
AA	74	95	107	130	150	182	210
B	50	63	75	90	110	132	160
C	94	105	106	121	128	138	160
CA	12	16	16	20	20	25	25
D	32.5	38	46.5	56.5	72	89	110
E	46	52	64	74	94	114	139
F	19	21	26	28	31	35	43
K	10	10	12	12	16	16	20

CB

Bore size	32	40	50	63	80	100	125
A	142	159	175	190	214	229	279
C	94	105	106	121	128	138	160
CC	22	25	27	32	36	41	50
CD	10.5	12	12	15	15.5	20	24
CE	10	12	12	16	16	20	25
CJ	13	16	17	22	22	27	33

Bore size	32	40	50	63	80	100	125
CP	26	28	32	40	50	60	70
CT	45	52	60	70	90	110	130
PA1	51	59	67	77	97	119	139
PB1	45.5	52.5	60.5	70.5	90.5	110.5	130.5
S	46.5	54	64	75	93	110	134
T	32.5	38	46.5	56.5	72	89	110



ISO15552 Standard cylinder



Accessories

List for ordering code of accessories

Cylinder model	32	40	50	63	80	100	125
Accessories							
LB	F-SI32LB	F-SI40LB	F-SI50LB	F-SI63LB	F-SI80LB	F-SI100LB	F-SI125LB
FA	F-SI32FA	F-SI40FA	F-SI50FA	F-SI63FA	F-SI80FA	F-SI100FA	F-SI125FA
FB							
CA	F-SE32CA	F-SE40CA	F-SE50CA	F-SE63CA	F-SE80CA	F-SE100CA	F-SE125CA
CB	F-SE32CB	F-SE40CB	F-SE50CB	F-SE63CB	F-SE80CB	F-SE100CB	F-SE125CB
CR	F-SI32CR	F-SI40CR	F-SI50CR	F-SI63CR	F-SI80CR	F-SI100CR	F-SI125CR
TC ①	F-SE32TC	F-SE40TC	F-SE50TC	F-SE63TC	F-SE80TC	F-SE100TC	F-SE125TC
FTC	F-SI32FTC	F-SI40FTC	F-SI50FTC	F-SI63FTC	F-SI80FTC	F-SI100FTC	F-SI125FTC
TF	F-SI32TF	F-SI40TF		F-SI63TF		F-SI100TF	F-SI125TF
TM	F-SI32TM	F-SI40TM		F-SI63TM		F-SI100TM	F-SI125TM
Knuckle							
H Knuckle	F-M10125H	F-M12125H	F-M16150H		F-M20150H		F-M27200H
Y.Y Knuckle	F-M10125YI	F-M12125YI	F-M16150YI		F-M20150YI		F-M27200YI
U.U Knuckle	F-M10125U	F-M12125U	F-M16150U		F-M20150U		F-M27200U
F.F Knuckle	F-M10125F	F-M12125F	F-M16150F		F-M20150F		-
Sens or SM/CGH							
CS1-E				CS1-E			
CS1-EX				CS1-EX			
CS1-EN				CS1-EN			
CS1-EP				CS1-EP			

①: TC accessories are under development.



ANEXO 13. FICHA TECNICA DEL CILINDRO TIPO TANDEM



Twin-rod cylinder—TN、TR Series

Installation and application ⚠

- When load changes in the work, the cylinder with abundant output capacity shall be selected;
- Relative cylinder with high temperature resistance or corrosion resistance shall be chosen under the condition of high temperature or corrosion;
- Necessary protection measure shall be taken in the environment with larger humidity, much dust or water drops, oil dust and welding dregs;
- Dirty substances in the pipe must be cleared away before cylinder is connected with pipeline to prevent the entrance of sundries into the cylinder;
- The medium used by cylinder shall be filtered by the filter core of above 40um;
- As both of the front cover and piston of the cylinder are short, typically too large stroke can not be selected;
- Anti-freezing measure shall be adopted under low temperature environment to prevent moisture freezing;
- The cylinder shall avoid the influence of side load in operation to maintain the normal work of cylinder and extend the service life;
- If the cylinder is dismantled and stored for a long time, please conduct anti-rust treatment to the surface. Anti-dust cap shall be jam in air intake and outlet orifices. As the precision of the manufacture and guide is high, never dismantle the fixed block or cylinder cover without permission.

Criteria for selection: Cylinder thrust

Unit: Newton (N)

Bore size(mm)	Rod size (mm)	Acting type	Pressure area(mm ²)	Operating pressure MPa							
				0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	
6	4	Double acting	Push-side	56.5	5.7	11.3	17.0	22.6	28.3	33.9	39.6
			Pull-side	31.4	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.8	22.0
10	6	Double acting	Push-side	157.1	15.7	31.4	47.1	62.8	78.5	94.2	110.0
			Pull-side	100.5	10.1	20.1	30.2	40.2	50.3	60.3	70.4
16	8	Double acting	Push-side	402.1	40.2	80.4	120.6	160.8	201.1	241.3	281.5
			Pull-side	301.6	30.2	60.3	90.5	120.6	150.8	181.0	211.1
20	10	Double acting	Push-side	628.3	62.8	125.7	188.5	251.3	314.2	377.0	439.8
			Pull-side	471.2	47.1	94.2	141.4	188.5	235.6	282.7	329.9
25	12	Double acting	Push-side	981.7	98.2	196.3	294.5	392.7	490.9	589.0	687.2
			Pull-side	755.6	75.6	151.1	226.7	302.2	377.8	453.3	528.9
32	16	Double acting	Push-side	1608.5	160.8	321.7	482.5	643.4	804.2	965.1	1125.9
			Pull-side	1206.4	120.6	241.3	361.9	482.5	603.2	723.8	844.5

Product series

TN Series						Page
						VI-10
TR Series						Page
						VI-12
Acting type	Double acting					Double acting
Bore size	10	16	20	25	32	6 10 16 20 25 32
Collocation of sensor switch	CS1-J	●	●	●	●	●
	CS1-JX	●	●	●	●	●
	CS1-JN	●	●	●	●	●
	CS1-JP	●	●	●	●	●
	CS1-G	●	●	●	●	●
CS1-GX	●	●	●	●	●	
CS1-GN	●	●	●	●	●	
CS1-GP	●	●	●	●	●	
						VI-39



Twin-rod cylinder

TR Series



■ Specification

Bore size (mm)	6	10	16	20	25	32
Acting type	Double acting type					
Fluid	Air(to be filtered by 40um filter element)					
Operating pressure	0.1~1.0MPa(14~145Psi)					
Proof pressure	1.5MPa(215Psi)					
Temperature °C	-20~70					
Speed range mm/s	30~500					
Adjustable stroke mm	-5~0					
Stroke tolerance	$\pm 0.1^{\text{①}}$					
Cushion type	Bumper					
Non-rotating tolerance ①	± 0.2°	± 0.15°				± 0.1°
Port size ②	M5 × 0.8					1/8"

① The non-rotating precision is the returnable angle of fixation plate of the cylinder in completely drawing back situation;

② PT thread, NPT thread and G thread are available; In addition, TR series are all attached with magnet. Please refer to PVI-39-VI-50 for the specific content of sensor switch.

■ Symbol



■ Product feature

1. JIS standard is implemented;
2. The non-rotating precision is high and deflection of the end of piston rod is low, which is suitable for precise guide;
3. It adopts lengthening type sliding supporting guide. No additional lubricant is needed and it has good performance of guide;
4. Three sides of the fixation plate have installation orifices, which is convenient to add load in multi-position;
5. It has good performance of bend and rotating resistance, which can bear certain radial load;
6. Except for the axial, each side of the cylinder has installation orifices to provide several installation and fixation ways for the customers;
7. There are two groups of air intake and outlet at two sides of the cylinder for the actual selection;
8. Bumper in front of the barrel can adjust the stroke of cylinder and relieve impact;
9. Standard configuration of this series has magnet and the type without magnet is not available.

■ Stroke

Bore size (mm)	Standard stroke (mm)										Max. stroke
	10	20	30	40	50	60	75	80	90	100	
6											50
10	10	20	30	40	50	60	75	80	90	100	100
16											200
20	10	20	30	40	50	60	75	80	90	100	200
25											200
32	125	150	175	200							200

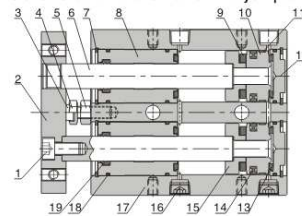
Note: 1. The non-standard stroke within 100mm stroke is transformed according to the standard stroke of the upper grade and its shape and dimension are equal to that of standard stroke cylinder of the upper grade. For instance, the non-standard stroke cylinder whose stroke is 28 is transformed from the standard cylinder whose standard stroke is 30, and their shape and dimension are the same.

■ Ordering code

TR		20	x	50	S	P
Model	Bore size	Stroke	Magnet	①	②	Thread type
TR: Twin-rod cylinder(Double acting type)			S: With magnet			P: PT T: NPT G: G

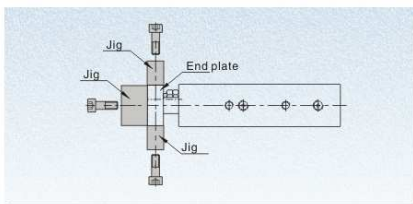
①: TR Series are all with magnet.
②: When the thread is M5, the code is blank.

■ Inner structure and material of major parts



NO.	Item	Bore size	Material					
			6	10	16	20	25	32
1	Screw		Carbon steel					
2	Fixing plate		Aluminum alloy					
3	Bumper		TPU					
4	Screw		Free cutting steel					
5	Nut		Carbon steel					
6	Piston rod		SUS304			Middle carbon steel		
7	C clip		Spring steel					
8	Front cover		Aluminum alloy					
9	Magnet		Sintered metal(Neodymium-iron-boron)				Plastic	
10	Piston		SUS304		Aluminum alloy			
11	Wear ring		Nylon 6					
12	Back cover		Aluminum alloy					
13	Bumper		TPU					
14	Piston O-ring		NBR					
15	Magnet holder		SUS304		Aluminum alloy			
16	Screw		Carbon steel					
17	Body		Aluminum alloy					
18	Front cover O-ring		NBR					
19	Front cover packing		NBR					

■ How to mount

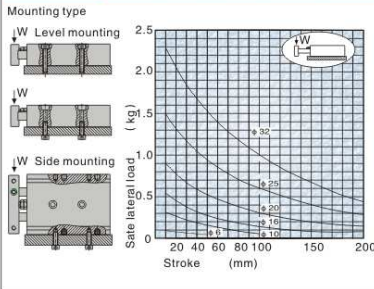


Twin-rod cylinder

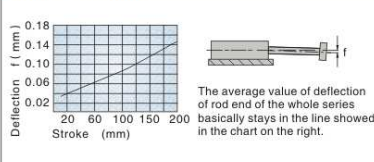
TR Series



Max. weight of allowable side-load



Safe deflection



Dimensions

$\phi 6 - \phi 16$

Bore size/Item	A	B	C	E	E1	F	H	I	K	L	M	N1	N2	R	S	T	V
6	58.5	13.5	45	13	10	25.8	8	16	28	35	14	24.5	6.5	4.5	37	16	4
10	72	17	55	20	20	36.5	9	20	35	44	15	30	8	3.5	46	17	6
16	79	19	60	30	30	46.5	9	25	45	56	18	38	8	5	58	20	8

Bore size/Item	P1	P2	P3	P4	P5	P6
6	One-side: $\phi 6.5dp3.3$ Thru.hole:3.4	-	M3 \times 0.5	M3 \times 0.5Thru.hole	M3 \times 0.5	M3 \times 0.5dp4.5
10	One-side: $\phi 6.5dp3.3$ Thru.hole:3.4	M4 \times 0.7dp7	M4 \times 0.7	M3 \times 0.5Thru.hole	M5 \times 0.8	M3 \times 0.5dp5
16	One-side: $\phi 8.0dp4.4$ Thru.hole:4.3	M5 \times 0.8dp8	M5 \times 0.8	M4 \times 0.7Thru.hole	M6 \times 1.0	M4 \times 0.7dp5

Bore size/Item	D	D1
Stroke	10-25	30-50
6	D=10+Stroke \times 0.6	D1=13+Stroke
10	30	40
16	25	35

$\phi 20 - 32$

Bore size/Item	A	B	C	E	F	H	I	K	L	M	N1
20	94	24	70	30	52	12	28	50	62	23	46
25	96	24	72	30	61	12	35	60	78	28	43
32	112	30	82	30	73	14	44	75	96	36	53

Bore size/Item	N2	R	S	T	V	W	P1
20	9	6.5	64	25	10	9.5	One-side: $\phi 9.5dp5.3$ Thru.hole:5.2
25	9	9	80	30	12	13	One-side: $\phi 11dp6.3$ Thru.hole:6.8
32	10	11.5	98	38	16	20	One-side: $\phi 11dp6.3$ Thru.hole:6.8

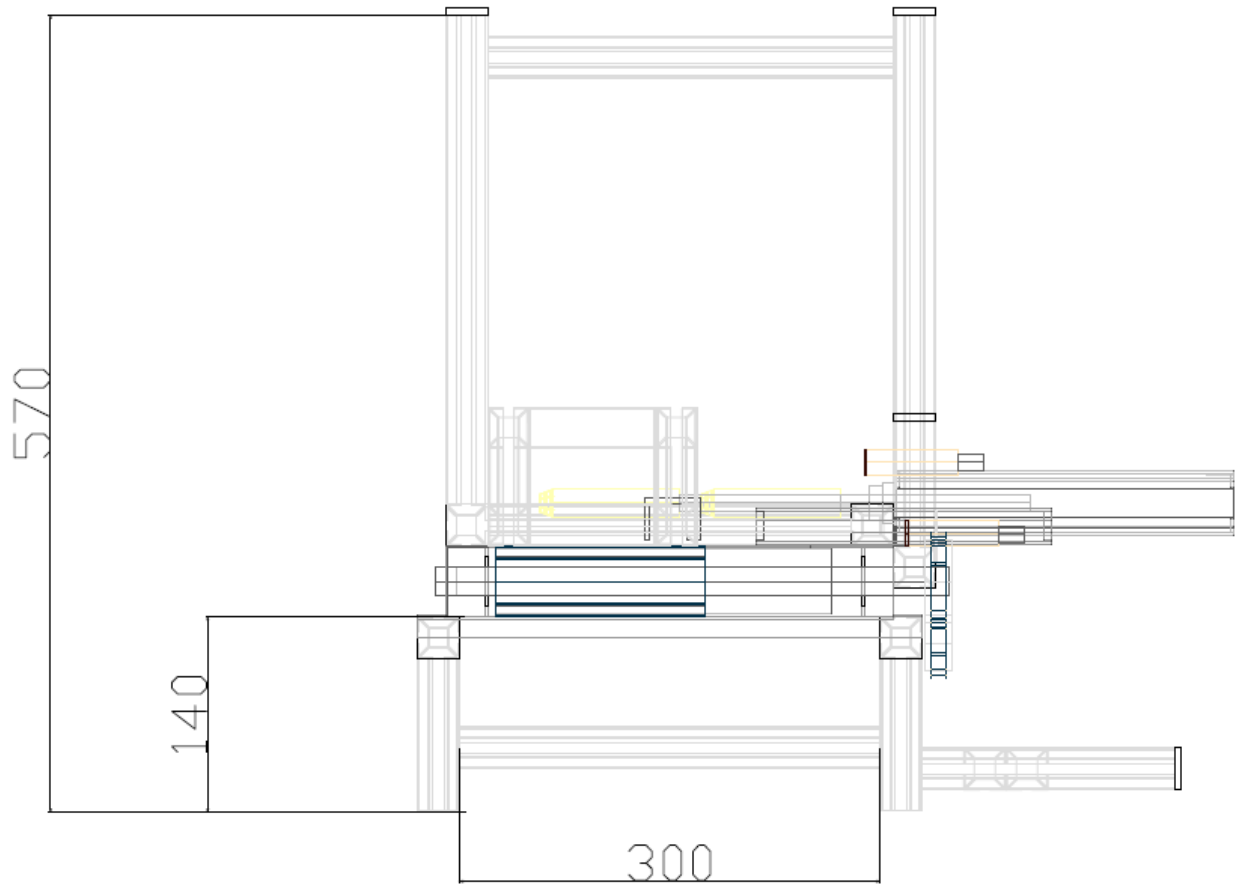
Bore size/Item	P2	P3	P4	P5	P6	P7
20	M6 \times 1.0dp10	M5 \times 0.8	M4 \times 0.7dp6	M8 \times 1.25	M4 \times 0.5dp7	M5 \times 0.8
25	M8 \times 1.25dp12	M6 \times 1.0	M5 \times 0.8dp7.5	M8 \times 1.25	M5 \times 0.8dp7	1/8"
32	M8 \times 1.25dp12	M6 \times 1.0	M5 \times 0.8dp8	M10 \times 1.5	M5 \times 0.8dp7	1/8"

Bore size/Item	D	D1
Stroke	10-25	30-50
20	30	40
25	30	40
32	40	50

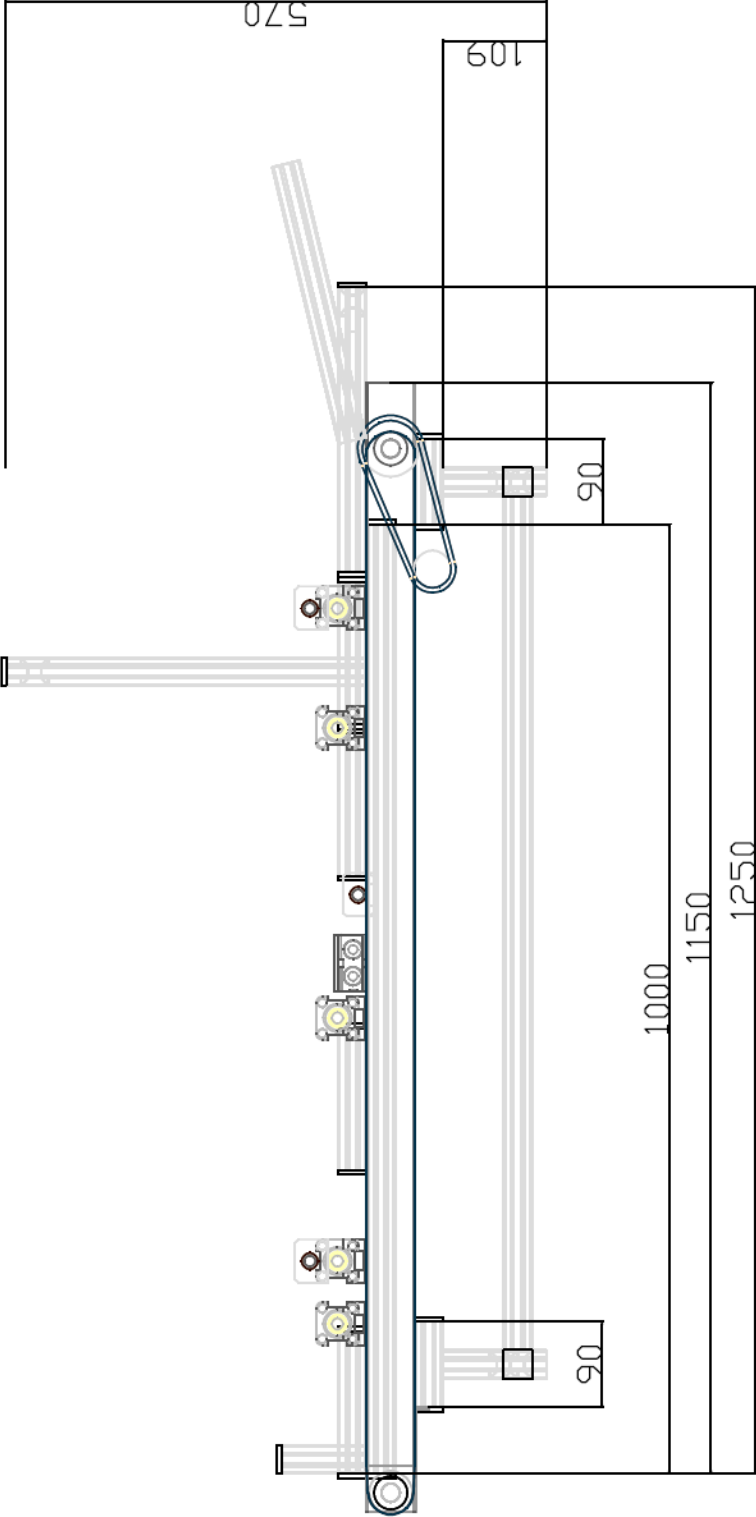


ANEXO 14. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA

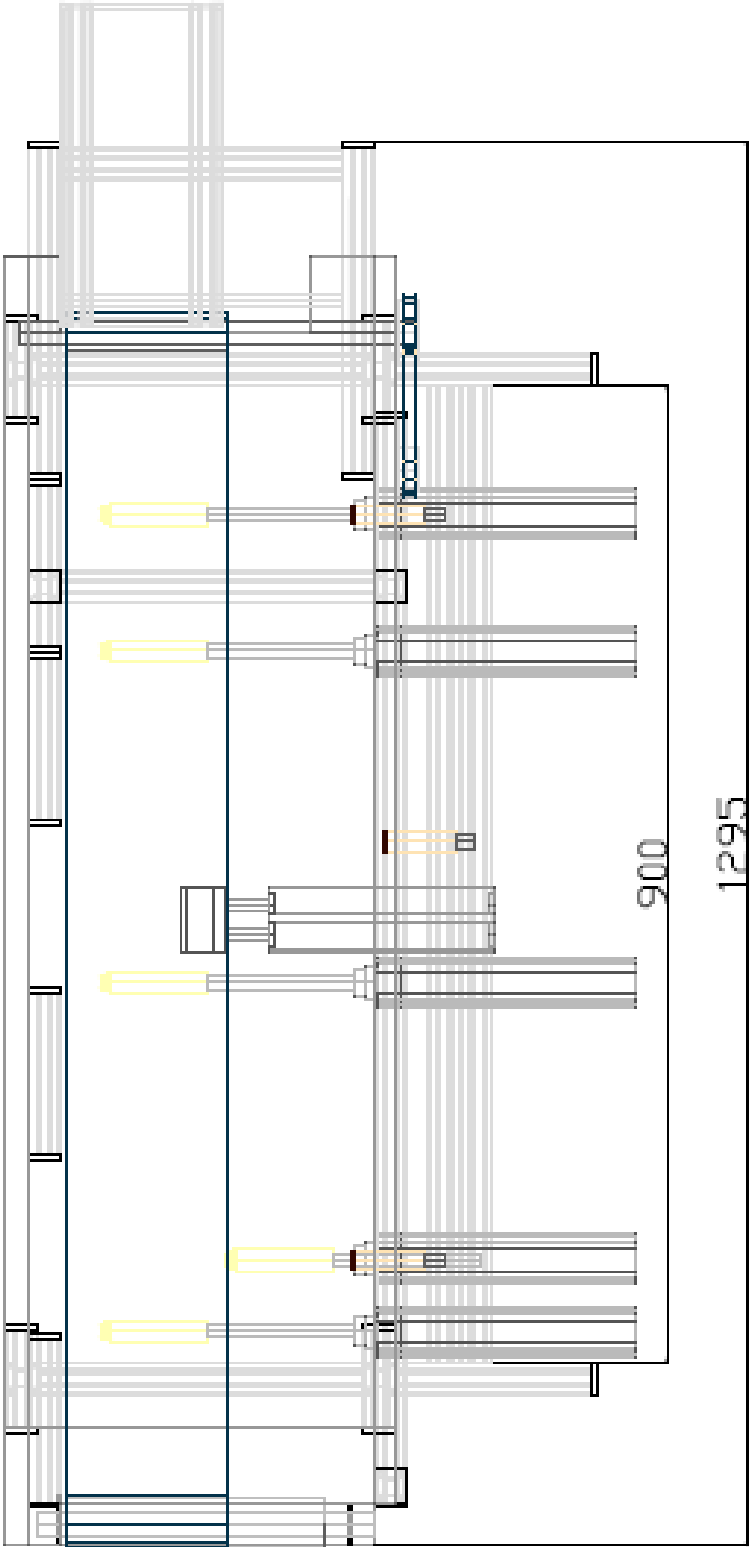
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



ANEXO 15. FORMATO DE LA ENCUESTA



FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

SEMESTRE:.....

FECHA:.....

Objetivo

Determinar si la Implementación de un Módulo Didáctico para la Simulación De Procesos Industriales fortalece los conocimientos de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales de la ESPOCH, en las áreas de Neumática, Automatización, Sensores y Mecatrónica.

Instrucciones

- Por favor lea detenidamente la pregunta y marque con una **X** la respuesta que usted considere sea la adecuada.
- En la justificación de la pregunta en cuestión (¿Por qué), responda con letra legible.

Pregunta

¿Está de acuerdo que la Implementación de un Módulo Didáctico para la Simulación de Procesos Industriales en una Banda Transportadora por medio de PLC, servirá a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales para fortalecer los conocimientos del estudio de control de procesos industriales en el área de neumática, automatización, sensores y mecatrónica?

SI.....

NO.....

¿Por qué?.....

.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

BIBLIOGRAFIA

- (1) Fundamentos de neumática
<http://es.wikipedia.org/wiki/Neumática> [en línea]
[Consultado: 17 de Octubre del 2011]
- (2) Propiedades del Aire
<http://es.wikipedia.org/wiki/Aire> [en línea]
[Consultado: 17 de Octubre del 2011]
- (3) Ventajas del aire comprimido
<http://www.cohimar.com/util/neumatica/index.html> [en línea]
[Consultado: 18 de Octubre del 2011]
- (4) Electroneumática
<http://es.scribd.com/doc/23721358/electroneumatica-basica> [en línea]
[Consultado: 18 de Octubre del 2011]
- (5) Sistemas neumáticos
<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica12.htm> [en línea]
[Consultado: 18 de Octubre del 2011]
- (6) Electroválvulas
<http://es.wikipedia.org/wiki/Electroválvula> [en línea]
[Consultado: 19 de Octubre del 2011]
- (7) Electroneumática
<http://es.scribd.com/doc/23721358/electroneumatica-basica>[en línea]
[Consultado: 19 de Octubre del 2011]
- (8) Sistemas neumáticos
<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica12.htm> [en línea]
[Consultado: 19 de Octubre del 2011]
- (9) Electroválvulas
<http://es.wikipedia.org/wiki/Electroválvula>[en línea]
[Consultado: 19 de Octubre del 2011]
- (10) Representación esquemática de Electroválvulas
<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica14.htm>[en línea]

[Consultado: 19 de Octubre del 2011]

http://proton.ucting.udg.mx/temas/control/nares/simbolos/sim_valv.html [en línea]

(11) [Consultado: 20 de Octubre del 2011]

Bandas transportadoras

<http://html.rincondelvago.com/rodillos-y-cintas-transportadoras.html> [en línea]

[Consultado: 20 de Octubre del 2011]

(12) Bandas transportadoras

<http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>

[en línea]

[Consultado: 20 de Octubre del 2011]

(13) Ingeniería Automática

http://es.wikipedia.org/wiki/Ingeniería_automática [en línea]

[Consultado: 21 de Octubre del 2011]

(14) Actuadores

<http://es.wikipedia.org/wiki/Actuador> [en línea]

[Consultado: 21 de Octubre del 2011]

(15) Teoría de PLC

<http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Controladores-programables#programaca> [en línea]

[Consultado: 24 de Octubre del 2011]

(16) Servidores OPC

http://en.wikipedia.org/wiki/Opc_server [en línea]

[Consultado: 24 de Octubre del 2011]

(17) Protocolo MODBUS

http://www.dte.upct.es/personal/manuel.jimenez/docencia/GD6_Comunic_Ind/pdfs/Tema%207.pdf [en línea]

[Consultado: 24 de Octubre del 2011]