

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**AUTOMATIZACION DE EQUIPOS SEMI-INDUSTRIALES PARA
PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS METAL-MECANICAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

VALENTIN MAXIMO SANCHEZ CCOYLLO

**PROMOCIÓN
2000 - II**

**LIMA – PERÚ
2008**

**AUTOMATIZACION DE EQUIPOS SEMI-INDUSTRIALES PARA
PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS
METAL-MECANICAS**

A Cesar

Por lo que fue

A Diego

Por lo que será

SUMARIO

El proceso de automatización de las actividades industriales permite obtener una mayor eficiencia en el área de producción a través de procesos más rápidos y eficientes mediante la exactitud de las maquinas automatizadas, lo cual permite simplificar el trabajo, disminuir la producción de piezas defectuosas, aumentar la calidad en los productos que se logran, y por ende aumentar la competitividad de la empresa.

Es la intención de este informe dar detalles de las herramientas y dispositivos tecnológicos que permitan lograr estos objetivos en pequeñas y medianas empresas del sector metal-mecánico.

Los sensores, actuadores, el controlador lógico programable así como algunos conceptos y tipos de redes industriales forman parte ya de una realidad cada vez más común en nuestra industria manufacturera, su estudio y capacitación permiten desarrollar soluciones a las necesidades que se presentan. Espero que este breve trabajo contribuya a dar un punto de vista claro respecto de la automatización y de cómo esta puede beneficiar a una empresa.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Automatización, un proyecto para la Pequeña Empresa	2
1.2 Conceptos	2
1.3 Tipos de Automatización	4
1.4 Objetivos y Posibilidades	4
CAPITULO II	
MARCO TEORICO CONCEPTUAL	5
2.1 Elementos de Control, Sensores y Actuadores	5
2.1.1 Características de un Sensor	5
2.1.2.- Tipos de sensores	6
2.2 Conceptos de Redes Industriales	8
2.2.1 Integración de Redes en Planta	8
2.2.2 Concepto sobre Redes Abiertas. Tecnología OPC	8
2.2.3 Redes Industriales	11
2.2.4 Comunicación de Equipos de Control en una Red Industrial	12
2.2.5 Software HMI	14
2.2.6 Tipos y Capacidad de un Software HMI	14
2.2.7 Software De Supervisión y Control. Configuración y Aplicaciones	15
2.3 Protocolo RS-485	16
CAPITULO III	
METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA	18
3.1 Alternativas de Solución en un Proceso Secuencial	18
3.2 Solución mediante la Automatización del Sistema Roll Forming	20
3.3 Cómo el perfilado soluciona los problemas de producción	22
3.4 Equipamiento del Control Secuencial	26

CAPITULO IV	
ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS	27
4.1 Resultado de la Automatización en un proceso de Deformación de metal. La Maquina Roll Forming	27
4.2 Especificaciones Técnicas	27
4.3 Ubicación de los dispositivos de control	33
4.4 Diagramas Eléctricos	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
ANEXO A	47
SENSORES, ACTUADORES, PLC Y HMI.	
ANEXO B	71
PLC MASTER K200S y HMI PROFACE GP-2401	
BIBLIOGRAFIA	77

INTRODUCCION

La automatización da una visión amplia de como puede ayudar a una empresa; el proceso de mecanización de las actividades industriales reduce la mano de obra, simplifica el trabajo de manera tal que algunas maquinas realicen las operaciones de manera automática; dando como resultado un proceso más rápido y eficiente.

Para lograr esto se tiene que conocer el proceso en particular, conocer de las herramientas y dispositivos que ofrece el control automático. El presente informe desarrolla de manera general los conceptos de automatización, dispositivos de control, Redes Industriales, señalando conceptos y tecnologías como la OPC además de la integración que se observa entre los diferentes niveles en una planta, también se señala el software HMI tan utilizado como herramienta de supervisión y control. Se señala el protocolo RS-485 muy usado en la conectividad de equipos industriales esto es el PLC, variadores, Panel de Operador. Por último se va describir una maquina automatizada como resultado de una aplicación del control automático en el proceso productivo de una empresa metalmecánica señalando los elementos de control participantes en su funcionamiento, y las comparaciones entre el antes y después de la automatización.

Visto esto, pienso que las pequeñas y medianas empresas tendrían que evaluar la aplicación de estas tecnologías, pues esta no puede ser considerada como cualquier otra inversión, sino como una necesaria estrategia de competitividad, el no invertir en este conjunto de técnicas, implica el riesgo de ser desplazado por la competencia.

No quiero dejar de agradecer la valiosa ayuda que me proporciono la gerencia de la empresa JRM al darme las facilidades necesarias para el desarrollo del tema, espero retribuir de alguna manera esa ayuda y poder seguir colaborando con ellos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Automatización, un proyecto para la Pequeña Empresa

Existe en el país, un elevado número de micro y pequeñas empresas así como de medianas industrias en todos los campos de la producción, la gran mayoría no está en capacidad de competir en los mercados internacionales, tanto en cantidad como en calidad, debido al tipo de maquinaria y equipo empleado. Este está formado por una variedad de tecnologías, las cuales tienen una alta participación manual en sus procesos, como resultado, su rendimiento es mínimo y no hay homogeneidad en los bienes producidos.

Tratar de cambiar esto con el uso de tecnología de punta que pueda mejorar la calidad y cantidad de la producción en la mayoría de las empresas es difícil, debido a los altos costos que ello representa (son pocas las actuales empresas que lo han hecho) sin embargo, esto no debe ser razón para no tratar de cambiar las cosas.

Existen soluciones viables para que cada tipo de empresa aproveche sus propias máquinas y equipos, de tal manera que implanten una automatización acorde a sus condiciones. Formar el recurso humano capaz de diseñar y dirigir esta labor, es el trabajo de la Automatización Industrial.

1.2 Conceptos

La automatización en los procesos Industriales, se basa en la capacidad para controlar la información necesaria en el proceso productivo, mediante el uso de mecanismos de medición y evaluación de las normas de producción. A través de diversos instrumentos controlados por la información suministrada por el computador, se regula el funcionamiento de las máquinas u otros elementos que operan el proceso productivo.

En concreto, este sistema funciona básicamente de la siguiente manera: mediante la utilización de captadores o sensores (que son esencialmente instrumentos de medición), se recibe la información sobre el funcionamiento de las variables que deben ser controladas (temperatura, presión, velocidad, espesor o cualquier otra que pueda cuantificarse), esta información se convierte en una señal, que es comparada por medio del PLC o computador con el valor deseado para determinada variable. Si esta señal no

concuenda con la norma de inmediato se genere una señal de control (que es esencialmente una nueva instrucción), por la que se acciona un actuador o ejecutante (que generalmente son válvulas y motores), el que convierte la señal de control en una acción sobre el proceso de producción capaz de alterar la señal original imprimiéndole el valor o la dirección deseada; la figura 1.1 detalla la relación entre los elementos de control.

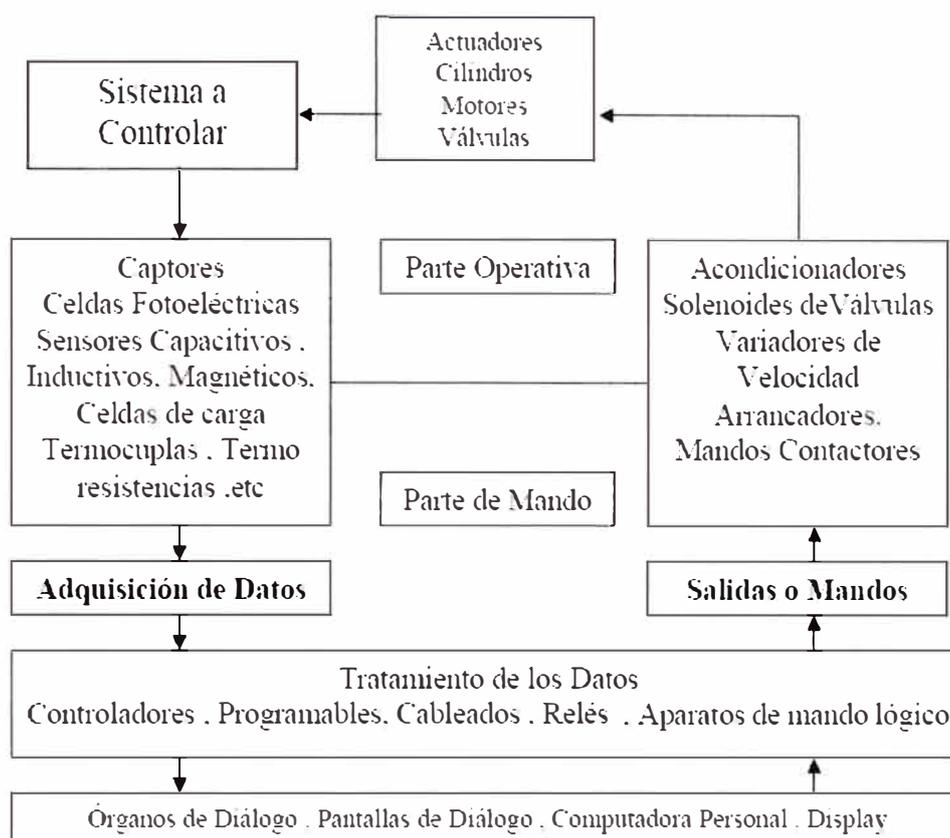


Fig. 1.1 Diagrama de Bloques de un Sistema Automatizado

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

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera. **La Parte de Mando** suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque no mucho antes se utilizaba relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos

lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómeta programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

1.3 Tipos de Automatización

Fija: Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto. Por lo tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar productos o componentes con alto rendimiento y elevadas tasas de producción.

Programable: Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de productos a obtener. En este caso, el equipo de producción está diseñado para ser adaptable a variaciones en la configuración del producto. Esta característica de adaptabilidad se logra haciendo funcionar el equipo bajo el control de un programa de instrucciones para el producto dado. La producción se obtiene por lotes.

Flexible: Es una categoría situada entre las dos anteriores. Se ha comprobado que es más adecuada para el rango medio de producción. Con este tipo de automatización pueden obtenerse simultáneamente varios tipos de producto, en el mismo sistema de fabricación.

1.4 Objetivos y Posibilidades

- Mayor utilización de una máquina, mejorando del sistema de alimentación.
- Posibilidad de que un hombre trabaje con más de una máquina.
- Coordinar o controlar una serie de operaciones y una serie de magnitudes simultáneamente.
- Realizar procesos totalmente continuos por medio de secuencias programadas.
- Procesos automáticos en cadena errada con posibilidad de autocontrol y autocorrección de desviaciones.
- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción

CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 Elementos de Control, Sensores y Actuadores

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo temperatura, intensidad luminosa, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc.

Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc. el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar.

Recordando que la señal que nos entrega el sensor no solo sirve para medir la variable, si no también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.

Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

2.1.1 Características de un Sensor

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

Rango de medida: Dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.

Precisión: Es el error de medida máximo esperado.

Offset o desviación de cero: Valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula.

Linealidad o correlación lineal.

Sensibilidad de un sensor: Relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.

Resolución: Mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

Rapidez de respuesta: Puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

Derivadas: Son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.

Repetitividad: Error esperado al repetir varias veces la misma medida.

2.1.2.- Tipos de sensores En la siguiente tabla 2.1 se compara e indican algunos tipos y ejemplos de sensores comúnmente aplicados en la industria.

Tabla 2.1 Relación de Sensores utilizados comúnmente

Magnitud	Transductor	Característica
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoder	Digital
Desplazamiento y deformación	Transformador diferencial	Analógica
	Galga extensiométrica	Analógica
Velocidad lineal y angular	Dinamo tacométrica	Analógica
	Encoder	Digital
	Detector inductivo	Digital
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
Fuerza y par (deformación)	Galga extensiométrica	Analógico
Presión	Membranas	Analógica
	Piezoeléctricos	Analógica
Caudal	Turbina	Analógica
	Magnético	Analógica
Temperatura	Termopar	Analógica
	RTD	Analógica
	Termistor NTC	Analógica

	Termistor PTC Bimetal	Analógica I/O
Sensores de presencia	Inductivos Capacitivos Ópticos	I/O I/O I/O y Analógica
Sensores táctiles	Matriz de contactos Piel artificial	I/O Analógica
Visión artificial	Cámaras de video Cámaras CCD o CMOS	Procesamiento digital Procesamiento digital
Sensor de proximidad	Sensor final de carrera Sensor capacitivo Sensor inductivo Sensor fotoeléctrico	
Sensor acústico (presión sonora)	micrófono	
Sensores de acidez	IsFET	
Sensor de luz	fotodiodo Fotorresistencia Fototransistor	
Sensores captura de movimiento	Sensores inerciales	

NOTA

En el anexo A se da un breve enfoque de algunos sensores utilizados en la industria; como los sensores de proximidad, de desplazamiento así como algunos tipos de actuadores y su uso como elementos de control, se describen sus características y tipos. Además se da un breve repaso al PLC y el Panel de Operador o HMI y sus aplicaciones en la automatización.

2.2 Conceptos de Redes Industriales

La conexión entre equipos de control industrial sean estos un PLC, un variador de velocidad o DRIVER o una PC es un operación cada vez más común, el conocimiento adecuado de las redes industriales, sus protocolos y sus diferentes niveles o capas además de los software HMI, permiten tener una herramienta para el control, supervisión y monitoreo de un proceso.

2.2.1 Integración de Redes en Planta

La necesidad de obtener cada vez mayor información proveniente de los procesos industriales, ha impulsado el desarrollo de los dispositivos y quipos capaces de comunicarse entre si, formando las redes industriales de diversa complejidad y tamaño. En general una red con PLC debe cumplir con las siguientes características:

- Debe ser optimizada: la implementación debe considerar la aplicación específica.
- Debe estar estandarizada: utiliza protocolos estándar de comunicación.
- Debe ser abierta: independencia del origen de tecnologías para los clientes.
- Debe ser orientada al futuro: innovaciones permanentes y soporte

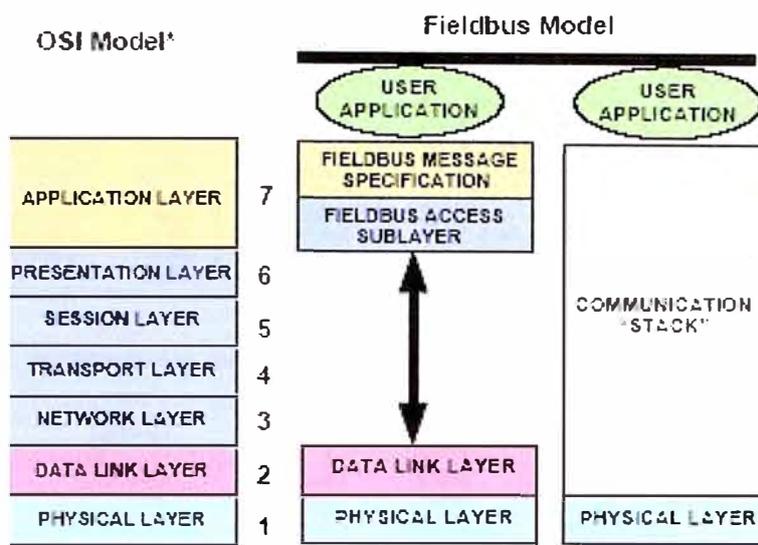
Dependiendo del requerimiento de estas rede, su velocidad y el tipo de información que se maneja, se habla de redes de diversos niveles de integración que van desde aquellas que relacionan equipos directamente relacionados con las maquinas y procesos, hasta aquellas que llevan información hasta los niveles administrativos.

2.2.2 Concepto sobre Redes Abiertas. Tecnología OPC

En 1978 la ISO, enfrento la proliferación de sistemas cerrados de redes con un modelo definido como de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI); en esta búsqueda de integración de las comunicaciones industriales, fueron desarrolladas las Redes de Comunicaciones Industriales estas, tienen su origen en los estudios efectuados por la fundación FielBus, que buscaba la creación y desarrollo de esquemas de comunicaciones universales y de arquitectura abierta, en la figura 2.1 se muestra la comparación de los modelos.

La fundación FielBus, desarrollo un nuevo protocolo de comunicación, para la medición y control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en una misma plataforma. FielBus permite disponer de una nueva tecnología para una nueva generación de sistemas de control y automatización, físicamente más simple, donde toda la rutina de control regulatorio y control lógico, es efectuado por dispositivos de campos, posibilitando además una arquitectura abierta donde cualquier fabricante de equipos de instrumentación pueda integrarse a la red de campo existen en una fabrica o empresa.

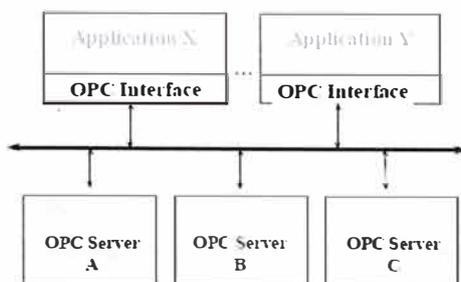
Las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan principalmente en señales analógicas (neumáticas de 3 a 15 psi en las válvulas de control y electrónicas de 4 a 20 mA cc). Pero ya existen instrumentos digitales capaces de manejar gran cantidad de datos y guardarlos históricamente; su precisión es diez veces mayor que la de la señal típica de 4-20 mA cc. En vez de transmitir cada variable por un par de hilos, transmiten secuencialmente las variables por medio de un cable de comunicaciones llamado bus.



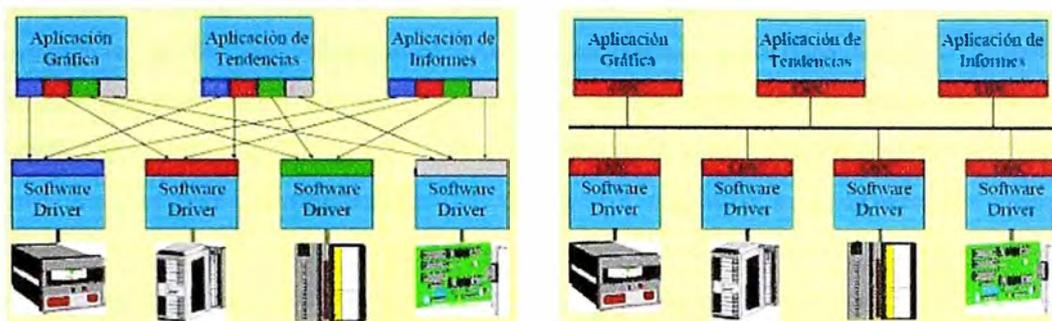
* The user application is not defined by the OSI Model

Fig. 2.1 Comparación entre Modelos OSI y Fieldbus

El OPC (OLE for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos. Este estándar permite que diferentes fuentes de datos envíen datos a un mismo servidor OPC, al que a su vez podrán conectarse diferentes programas compatibles con dicho estándar. De este modo se elimina la necesidad de que todos los programas cuenten con drivers para dialogar con múltiples fuentes de datos, basta que tengan un driver OPC. El OLE para el Control de Procesos (OPC), corresponde a un conjunto de especificaciones basadas en los estándares de Microsoft (COM, DCOM, OLE Automation y ActiveX) que cubren los requerimientos de comunicación industrial entre aplicaciones y dispositivos, especialmente en lo que se refiere a la atención al tiempo real. En la figura 2.2 se observa como las aplicaciones necesitan una manera común de acceder a los datos de cualquier fuente, como un dispositivo o una base de datos.



Problema y Solución OPC



Con OPC, la integración de sistemas en un entorno heterogéneo se hace simple

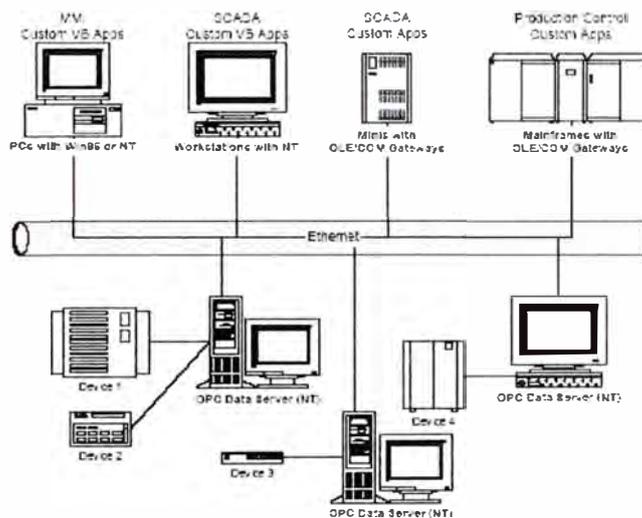


Fig. 2.2 OPC como solución para la comunicación industrial

Nota OLE es un mecanismo que permite a los usuarios crear y editar documentos que contengan elementos u "objetos" creados en distintas aplicaciones. Las siglas OLE correspondían originalmente a *Object Linking and Embedding* (Vinculación e incrustación de objetos).

2.2.3 Redes Industriales

En la industria el uso de computadoras aplicadas al control automático evoluciono desde un único computador supervisando algunos controladores analógicos a complejos sistemas que interrelacionan múltiples procesadores. Estos procesadores comprenden controladores PID de lazo simple y multi lazo, estaciones de operación, PLC's, transmisores inteligentes, etc. Integrados en una o varias redes en tiempo real, también denominadas redes de control de procesos.

Además las plantas industriales cuentan en muchos casos con sistemas de computadoras a fin de satisfacer sus necesidades administrativas y gerenciales. Llamamos red administrativa a este sistema, surge entonces la idea de integrar no solamente los equipos digitales de control de procesos ente si sino también la integración de estos con la red administrativa. La figura 2.3 muestra la pirámide de integración industrial.

De esta forma se crean diferentes niveles de integración los cuales son:

Nivel de Actuador Sensor o de Mando y regulación

Nivel de Campo

Nivel de Célula o Control de la Producción

Nivel Administrativo o de Gestión

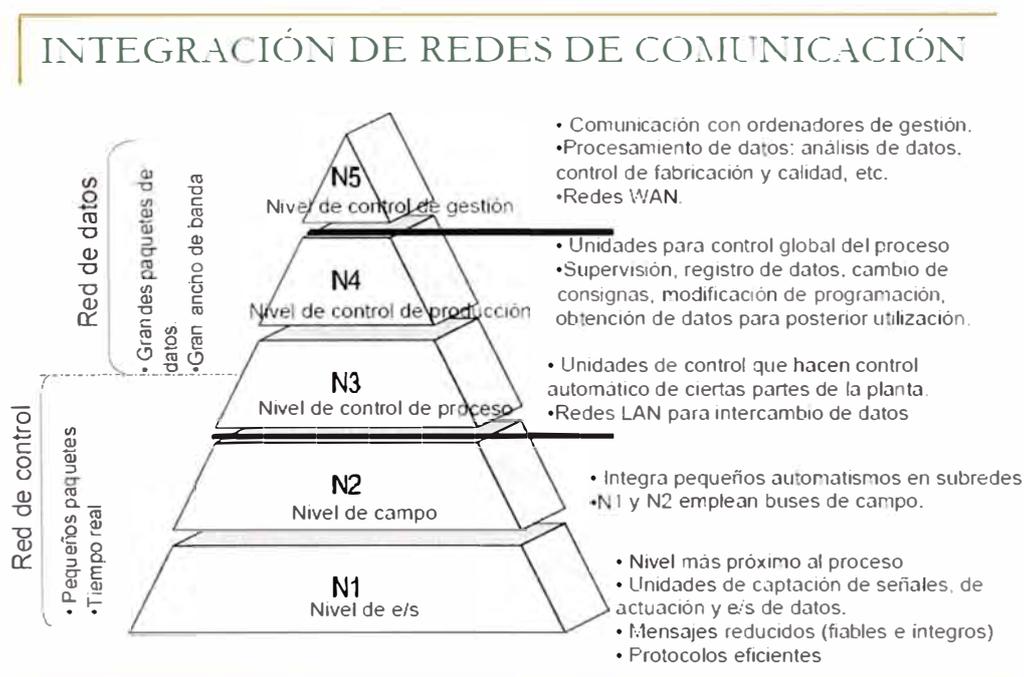


Fig. 2.3 Pirámide de Integración entre niveles

2.2.4 Comunicación de Equipos de Control en una Red Industrial

La comunicación entre equipos se realiza mediante protocolos, los cuales son un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

Estos protocolos permiten que islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), puedan comunicarse y puedan realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso. El masivo uso de los microprocesadores en la industria ha posibilitado la integración de redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo
- Diagnóstico remoto de componentes

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes Industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías:

Buses de campo

Redes LAN

Redes LAN-WAN

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo. Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4 -20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión. Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal. Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son: HART, Profibus, Fieldbus Foundation.

La figura 2.4 muestra una comparación de los distintos protocolos industriales.

Nombre	Topología	Soporte	Máx. dispositivos	Tasa de transmisión	Distancia p/segm	Comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	14400 /segm	31.5K	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra óptica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32,768 sist	100M	0.1 par 2 fibra	Single/multi master
Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32,768 sist	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra óptica coaxial, radio	32768 /dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	segmentado	par trenzado fibra óptica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	troncal/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra óptica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave, multi-master, peer to peer
AS-I	bus, anillo, árbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, árbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.25	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	coaxial par trenzado fibra óptica	400 p/segm	10, 100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2K		Master/Slave

Fig. 2.4 Comparación de características entre algunos buses y protocolos

2.2.5 Software HMI

La sigla HMI es la abreviación en ingles de Interfaz Hombre Maquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadoras se los conoce también como software HMI (en adelante HMI) o de monitoreo y control de supervisión. Las señales del procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC's (Controladores lógicos programables), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVE's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI como la figura 2.5 lo muestra.

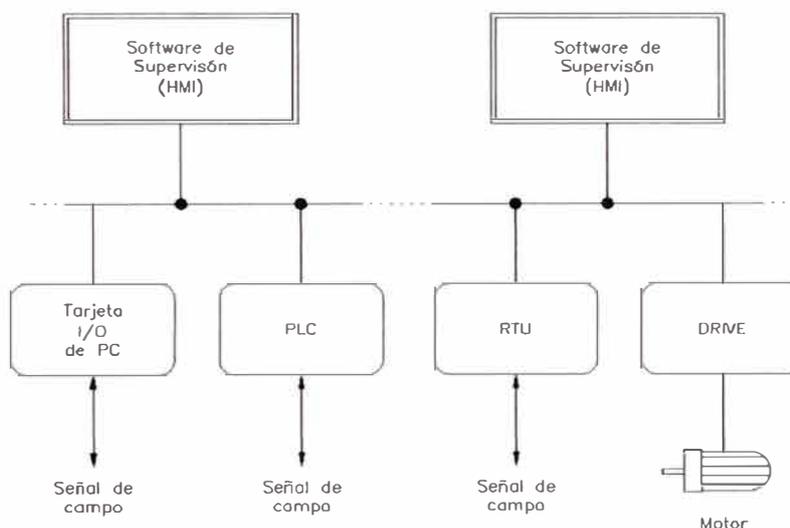


Fig. 2.5 Software HMI y los elementos de control industrial

2.2.6 Tipos y Capacidad de un Software HMI

Existen los que se desarrollan a medida utilizando un entorno de programación gráfica como Visual C++, Visual Basic, Delphi, etc. Además existen los paquetes enlatados HMI producidos por empresas dedicadas a la investigación en control industrial y que contemplan la mayoría de las funciones estándares de los sistemas SCADA. Como por ejemplo el LookOut, Intouch-Wonderware, LabView, etc. Dentro de las capacidades podemos mencionar:

Monitoreo. Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.

Supervisión. Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.

Alarmas. Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.

Control. Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.

Históricos. Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

2.2.6 Software De Supervisión y Control. Configuración y Aplicaciones

Uno de los más conocidos software de supervisión y control es el SCADA, acrónimo de Supervisory Control and Data Acquisition (en español, Control supervisor y adquisición de datos). Comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial (aunque no es absolutamente necesario que pertenezca a este ámbito), para que con esta información, sea posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso, tales como:

- Estado actual del proceso. Valores instantáneos;
- Desviación o deriva del proceso. Evolución histórica y acumulada;
- Generación de alarmas;
- HMI Human Machine Interface (Interfaces hombre-máquina);
- Toma de decisiones mediante operatoria humana o automática (mediante la utilización de sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos).

Además pueden realizar:

- Tratamiento histórico de información (mediante su incorporación en bases de datos). Actualmente pueden enlazarse estos datos del SCADA con un servidor ERP
- Incorporan protocolos para comunicarse con los dispositivos de campo más conocidos. Drivers, OPC
- Tienen herramientas para crear bases de datos dinámicas
- Permiten crear y animar pantallas en forma sencilla,

- Incluyen gran cantidad de librería de objetos para representar dispositivos de uso en la industria como: motores, tanques, indicadores, interruptores, etc.

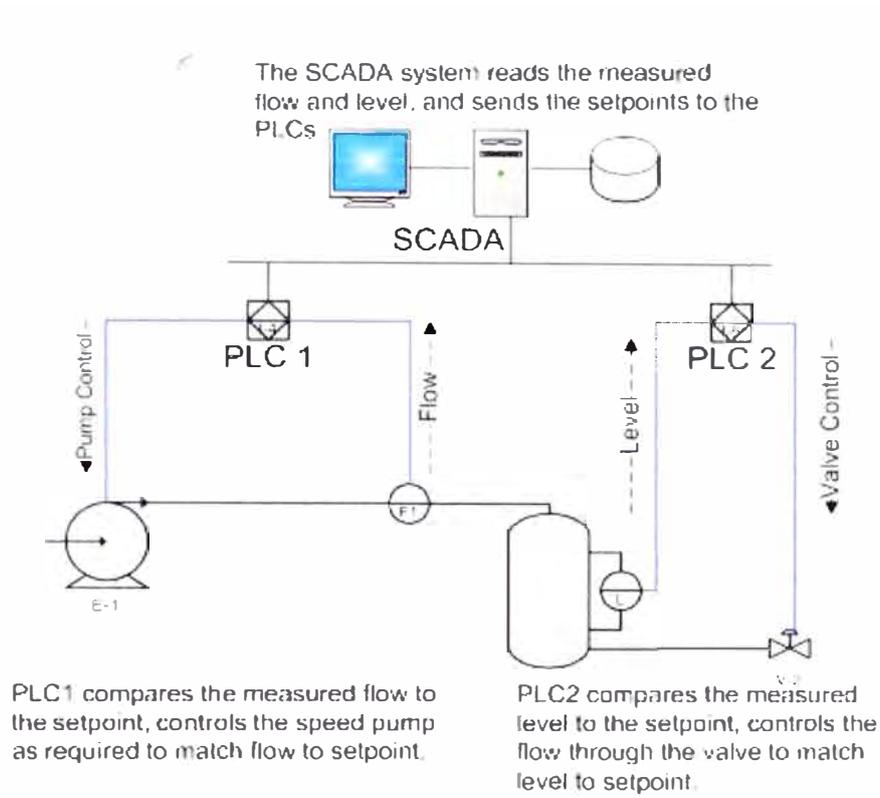


Fig. 2.6 Ejemplo de aplicación del sistema SCADA

2.3 Protocolo RS-485

RS-485 o también conocido como EIA-485, que lleva el nombre del comité que lo convirtió en estándar en 1983. Es un protocolo de comunicaciones en bus de la capa física del Modelo OSI.

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación semiduplex. Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto. Al tratarse de un estándar bastante abierto permite diferentes configuraciones y utilidades.

RS-485 se usa con frecuencia en los UART s para comunicaciones de datos de poca velocidad en las cabinas de los aviones. Por ejemplo, algunas unidades de control del pasajero lo utilizan pues requiere un cableado mínimo, y pueden compartir el cableado entre varios asientos de tal manera que reduce el peso del sistema. También se utiliza en sistemas de sonido amplios, como los conciertos de música y las producciones de teatro, en estos se usan software especial para controlar remotamente el equipo de sonido desde una computadora siendo utilizados con mayor frecuencia para los micrófonos. RS-485 también se utiliza en la automatización de los edificios pues el cableado simple del bus y la longitud de cable es grande por lo que son ideales para ensamblar los dispositivos que se encuentren alejados.

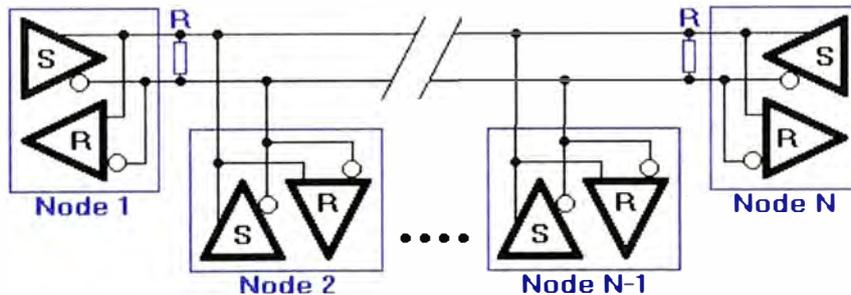
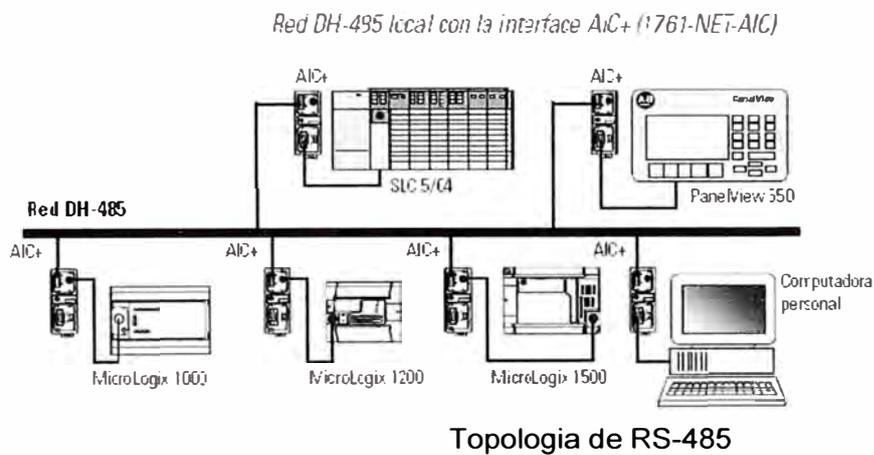


Fig. 2.7 Protocolo 485 y sus aplicaciones

CAPÍTULO III

METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA

El PLC como equipo electrónico inteligente, los sensores, los actuadores así como los variadores son los elementos de control utilizados para automatizar sistemas eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos de control discreto y analógico. Los PLC son usados para control secuencial principalmente, es esta ventaja la que se utiliza para implementar soluciones que satisfagan las necesidades de producción en una empresa determinada. Señalaremos en este capítulo el proceso de fabricación de una empresa metalmecánica y como ellos optaron por el uso de una maquina automatizada como solución a sus problemas de manufactura.

3.1 Alternativas de Solución en un Proceso Secuencial

La empresa Estanterías Metálicas JRM, dedicada a la fabricación y comercialización de estanterías, estructuras metálicas y accesorios para almacenes y edificaciones tuvo la necesidad de mejorar su producción tanto en cantidad como en calidad y recurrió a la adquisición e implementación de un equipo automatizado para el desarrollo optimo de su productividad. Dado que ellos tenían en uso maquinaria útil pero desfasada en tecnología, su producción no se daba abasto para el cumplimiento con sus clientes (ver figura 3.1). Esto obligo a invertir en tecnología que pudiera mejorar su producción y de esta manera también agilizar su gestión.

La producción de la empresa se rige bajo un proceso secuencial ya determinado, esto es: el cliente solicita un producto, una vez aceptada la solicitud por el área de gestión, se le encarga al grupo de investigación y desarrollo un diseño preliminar del producto, luego estos derivan al área de producción el armado de un prototipo que será evaluado por los encargados de diseño que dan su conformidad solo si cumple con los requisitos propuestos en el proyecto; terminado los experimentos, proceden a la fabricación y armado depara luego ser verificados por personal de control de calidad que finaliza el proceso dando el visto bueno y despacho del producto.

En todo este proceso la etapa de producción tiene un papel fundamental y es en esta área que los cambios se dieron. La gerencia determino hacer un cambio de tecnología adquiriendo una máquina capaz de realizar los procesos de producción de una forma

automática. La Roll Forming con capacidad de realizar Racks y Vigas permitió a JRM mejorar su avance productivo y aumentar el rendimiento, además de tener una potencia de trabajo ininterrumpido durante casi todo el día y darle la flexibilidad de innovar en el diseño de sus productos.

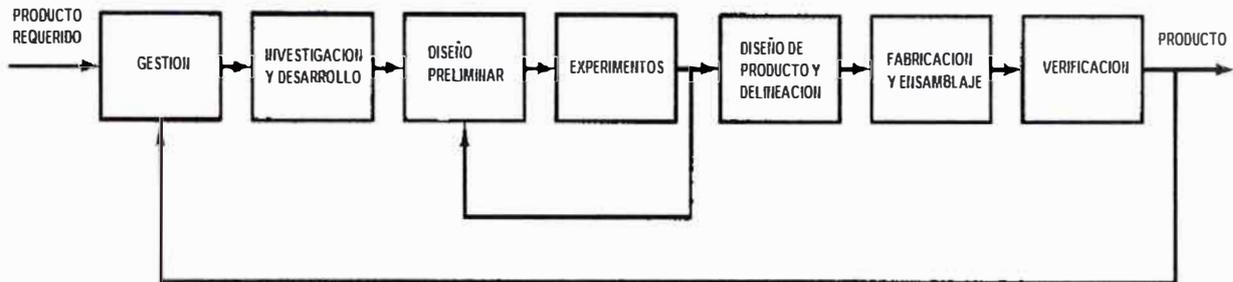


Fig.3.1 Diagrama de Bloques del Sistema de Organización de JRM



Fig. 3.2 Producción manual. El operario está atado a la maquina



Fig. 3.3 La maquinaria utilizada no tiene un rendimiento óptimo



Fig. 3.4 La producción es limitada por el proceso manual

3.2 Solución mediante la Automatización del Sistema Roll Forming

El Roll Forming o perfilado a través de rodillos es una operación continua de flexión realizada a temperatura ambiente en el que la hoja o tira de metal es deformada plásticamente a lo largo de un eje lineal formada por un conjunto de rodillos (conocidos como estaciones de rodillo) de tal manera que dan forma al metal en una serie de etapas progresivas, hasta que se obtenga una sección transversal de acuerdo a una configuración dada por una matriz.

Debido a la progresiva forma en que la flexión se lleva a cabo, hay poco o ningún cambio en la sección de la pieza. Las posibles aplicaciones del roll forming solo son limitadas por

la imaginación. Al diseñar un producto, los diseñadores no restringen su forma de pensar, en lugar de ello, tiene en cuenta las características de flexión de metal y la forma o configuración funcional que se necesite.

Puesto que es un proceso continuo, el perfilado es ideal para la producción de piezas con largas longitudes o en grandes cantidades. Prácticamente cualquier material que pueda ser deformado por técnicas de deformación de flexión puede ser perfilado.



Fig. 3.5 Sistema Roll Forming para Racks y Vigas



Fig. 3.6 Perfil de Rack o Postes



Fig. 3.7 Perfil de Viga Doble

El proceso normalmente se ejecuta a velocidades de 3 a 6 m/min, dependiendo de la configuración deseada, tolerancias y material. Por su propia naturaleza, el proceso de perfilado produce un producto de alta calidad permitiendo disminuir las tolerancias para los materiales pesados y ligeros dando formas de dimensiones uniformes. Las formas del perfil terminadas tienen un acabado excelente tanto en su superficie como en los detalles de la sección transversal. Algunas de las mejores aplicaciones para el perfilado son la fabricación de grandes cantidades de piezas con una sección transversal compleja, el proceso es ideal para la producción de formas de cualquier longitud.

3.3 Cómo el perfilado soluciona los problemas de producción

- Disminución de las tolerancias.
- Homogeneidad en toda la parte del producto.
- Superior acabado superficial.
- Duración ilimitada el proceso.
- Grandes volúmenes de producción.
- Energía eficiente, que no requieren calor de proceso.
- Operaciones adicionales realizadas en la línea de producción.
- Agujeros o ranuras donde se necesite.
- Incrementa la fuerza de rigidez estructural.
- La misma herramienta utilizada para diferentes materiales.
- Apropriadas para cualquier material flexible.
- Simultánea formación de dos materiales.

- Proceso de evolución y perfilado en el equipo.

Una línea de perfilado puede generalmente ser dividida en cuatro partes principales: material:

La Sección de Entrada, la Máquina de Perfilado, Corte de Prensa, y la Sección de Salida. En la Sección de Entrada de una línea de perfilado, el material puede ser alimentado en forma continua a través de una bobina, que es la forma más común. Luego de esto pasa a través de unos rodillos de estrangulamiento que adecuan y aplanan la plancha o fleje para que la prensa realice el “picado” del acero en caso de fabricarse un rack (en el caso de las vigas esto se obvia), el material continúa el proceso, entrando a la Maquina del Perfilado; estas consisten en máquinas de rodar o rodillos colocados en estaciones, de tal manera que un sistema de accionamiento de potencia los hace rodar para que estos puedan modificar la sección transversal del fleje y pueda conseguirse un determinado tipo de perfil. Le sigue la etapa de Corte, usando una prensa que tiene la propiedad de realizar el corte del producto sincronizándose con la velocidad del perfil para que de esta manera no detenga el proceso de rolado anterior, por ultimo un perfil formado sale de la línea de perfilado en una mesa o transportador de rodillos donde es retirado manualmente. Esquemas de un Sistema de Perfilado Simple y Complejo se encuentran en la figura 3.7.

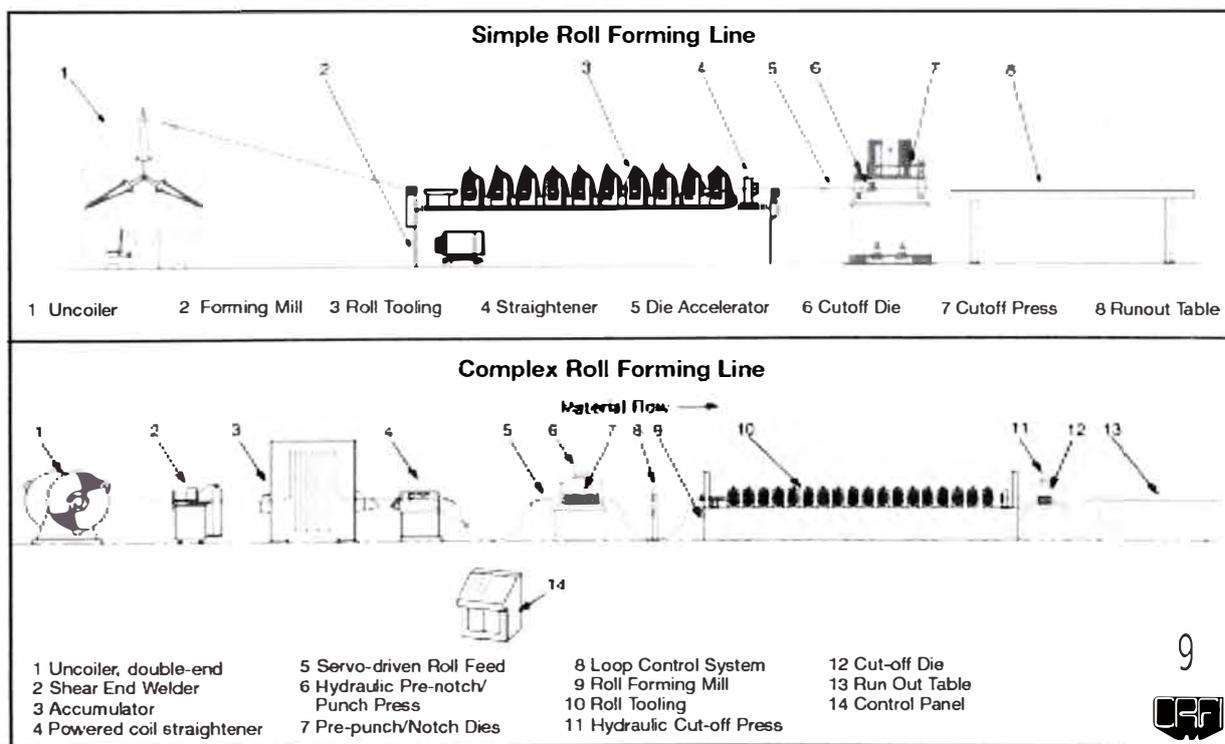


Fig. 3.8 Tipos de Roll Forming



Fig. 3.9 Desbobinador

El equipo puede cargar dos bobinas en ambos lados de tal manera que pueda girar cuando una bobina se haya terminado.

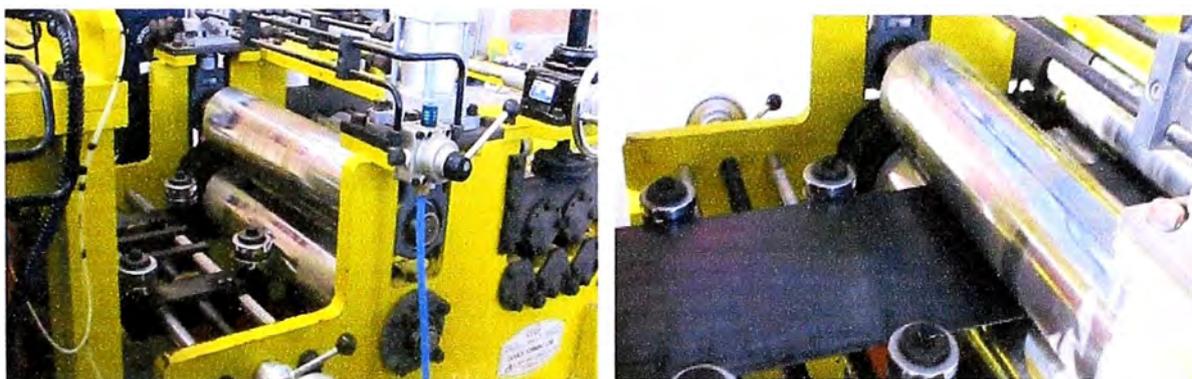


Fig. 3.10 Maquina de enderezamiento de fleje

Las bobinas que hayan sufrido torsión por golpe en el transporte son enderezadas mediante estos rodillos de estrangulamiento.



Fig. 3.11 Prensa Mecánica

La prensa es la encargada de realizar los agujeros al fleje en el caso que se requiera hacer un rack o poste. Tiene un mecanismo de arrastre que permite el avance del metal. Esta prensa posee un controlador OMRON que regula los parámetros de la misma, de tal manera que se acople al proceso de control secuencial implementado por el PLC.



Fig. 3.12 Sistema de Rodillos

Es la parte central del proceso, su velocidad y torque es controlado por un variador de frecuencia que a su vez recibe las órdenes del PLC.



Fig. 3.13 Prensa de Corte

Una vez formado el producto, un sistema de control de posición controla la prensa para que esta se desplace y siga al punto de corte mediante un servomotor de tal manera que la prensa realice el trabajo programado con precisión, controlando su posición y en consecuencia su velocidad y aceleración sin afectar la producción continúa del rack.



Fig. 3.14 Mesa Transportadora

Luego del corte, el perfil ya terminado avanza hacia un juego de brazos neumáticos que lo desplazan hacia adelante para luego dejarlo caer y posteriormente el operario lo almacene.

3.4 Equipamiento del Control Secuencial

El PLC permite controlar la transformación en línea del proceso de perfilado, un único PLC dotado de capacidades de procesamiento rápido, módulos de entrada y salida (tanto analógico como digital) así como un modulo de comunicaciones puede utilizarse para realizar un seguimiento de las condiciones críticas en varias etapas del perfilado simultáneamente. Los sensores como instrumentos de control están permitiendo que la colocación y distancia entre los agujeros tenga tolerancias más estrictas y más precisas para un rack determinado, además de sensor la velocidad de producción y el avance y detención del fleje, teniendo como variables de salida el tamaño de las piezas y la velocidad de avance del perfil.

El proceso se divide en 4 etapas de control que van a ser centralizadas en el PLC y van a ser manejadas por un Panel de Operador (HMI). La desbobinadora, los rodillos de estrangulamiento, la prensa mecánica, el sistema de rolado y el proceso de corte y despacho van a ser monitoreados por un PLC LS modelo MASTER-K200S con capacidad de controlar 384 puntos y una velocidad de procesamiento de 0.5 us/paso, el Panel de Operador que se utiliza es el HMI PROFACE GP-2401 que se interconecta con el PLC para permitir al operario manejar los requerimientos de la producción además de los sensores de posición, de desplazamiento y variadores de velocidad MITSUBISHI FR A700 y servo motores MR J2S.

Todo esto permite a la MAQUINA ROLLFORMING tener una línea de producción máxima en el tipo RACK de 5m/min y en las vigas C una máxima de 15 m/min además de variar los tipos de perfil y de vigas de acuerdo a un conjunto matrices ya diseñadas.

CAPITULO IV

ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Resultado de la Automatización en un proceso de deformación de metal. La Maquina Roll Forming

Aquí se presentan resultados gráficos del proceso de automatización para el proceso de fabricación de un rack, el procedimiento es similar para la manufactura de una viga C.

El proceso empieza con el suministro de una bobina de acero en plancha en el desbobinador, este desenvuelve el fleje y alimenta al rodillo de estrangulamiento que adecua al fleje para evitar ondulaciones no deseadas en la plancha de tal manera que quede plana y así la prensa mecánica pueda realizar el agujereado sin inconvenientes. Todo este proceso inicial se realiza manualmente, hasta la etapa de rolado; aquí es cuando el Rollforming sujeta la plancha plana y agujereada va a empezar a transformar la sección transversal del metal y por efectos de la presión de los 17 rodillos ubicados a lo largo de las estaciones cambia paulatinamente el perfil y lo transforma en un rack de longitud variable que va a pasar a la etapa de corte. El corte lo realiza una prensa de corte que no está fija sino que se mueve a lo largo de la línea de producción y realiza el corte a la velocidad de avance del rack mediante un servomotor que mueve la prensa y regresa a su punto de origen luego que esta hace el corte.

Por ser este proceso de manufactura una convergencia de ramas, pues se presentan además de los parámetros eléctricos y electrónicos, variables mecánicas, hidráulicas, neumáticas, este capítulo mostrara solo los detalles eléctricos de la misma escapando los otros detalles para un análisis más amplio.

4.2 Especificaciones Técnicas

- Nombre de la Maquina: Roll Forming M/C (Rack & canal C)
 - Velocidad de Producción: Max 15 metros por minuto
- Especificaciones de Trabajo:
- Espesor de la Plancha 1.6 mm a 2.5 mm
 - Longitud min 3000 mm - max 120000 mm
- Potencia Principal

- Suministro Eléctrico: 220 VAC x 60Hz x 3 Fase
- Potencia Eléctrica: 105 Kw
- Peso de la Bobina: Max 3Toneladas

Vistas de Planta y Frontal

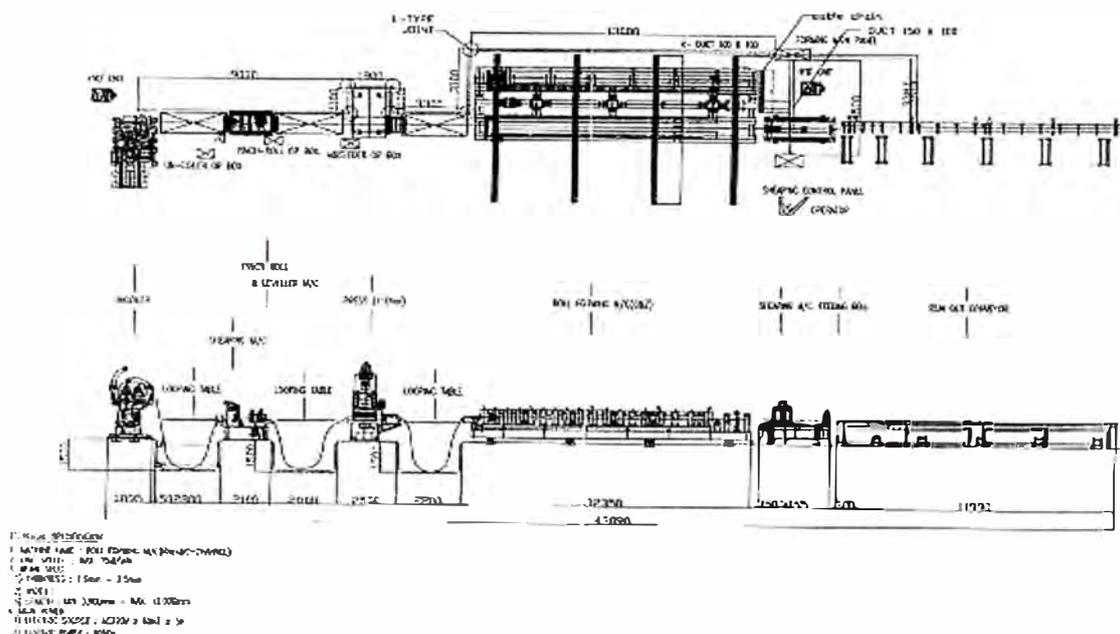


Fig. 4.1 Trazado de la Línea de Producción

El diagrama muestra el proceso completo de la transformación de la plancha, que empieza con la bobina colocada en un lado del desbobinador. El operario con ayuda de un esmeril elimina la soldadura de fijación, para que esta se pueda alimentar a los rodillos de estrangulamiento.



Fig. 4.2 El proceso empieza

Una vez liberada la bobina, el fleje se coloca en la maquina que corregirá cualquier defecto de torsión que posea. Esto es importante pues los rodillos de estrangulamiento van eliminar cualquier deformación superficial que posea el acero.



Fig. 4.3 El fleje es alimentado en el aplanador

El operario ajusta la máquina de acuerdo al espesor y ancho del material, utilizando un control manual o automático de acuerdo al nivel de avance del producto.



Fig. 4.4 El operario calibra el equipo

Una vez que el acero es una lamina plana bien homogénea es colocada en el alimentador de la prensa mecánica el cual definirá el avance de la prensa. Este avance puede ser tanto manual como automático y dependerá de la etapa anterior y posterior.



Fig. 4.5 El fleje ingresa a la prensa mecánica

La prensa realiza el agujereado de acuerdo a un ajuste predefinido previamente en el PLC. El PLC controla a la prensa a través de los sensores que posee en el mecanismo de avance de la plancha y a través del controlador de la misma prensa. Luego de realizar los agujeros el fleje pasa al sistema de rodillos que le darán la forma del perfil deseado.



Fig. 4.6 La prensa hace los huecos y alimenta a los rodillos

En un inicio, el avance de la plancha se realiza con un control manual de mano que el operario puede manejare a lo largo de toda la línea de rodillos, esto le permite ver si la plancha está siendo flexionada adecuadamente. La plancha empieza su camino de transformación en un perfil definido, a través de la presión que cada uno de los 17 rodillos le aplicara.

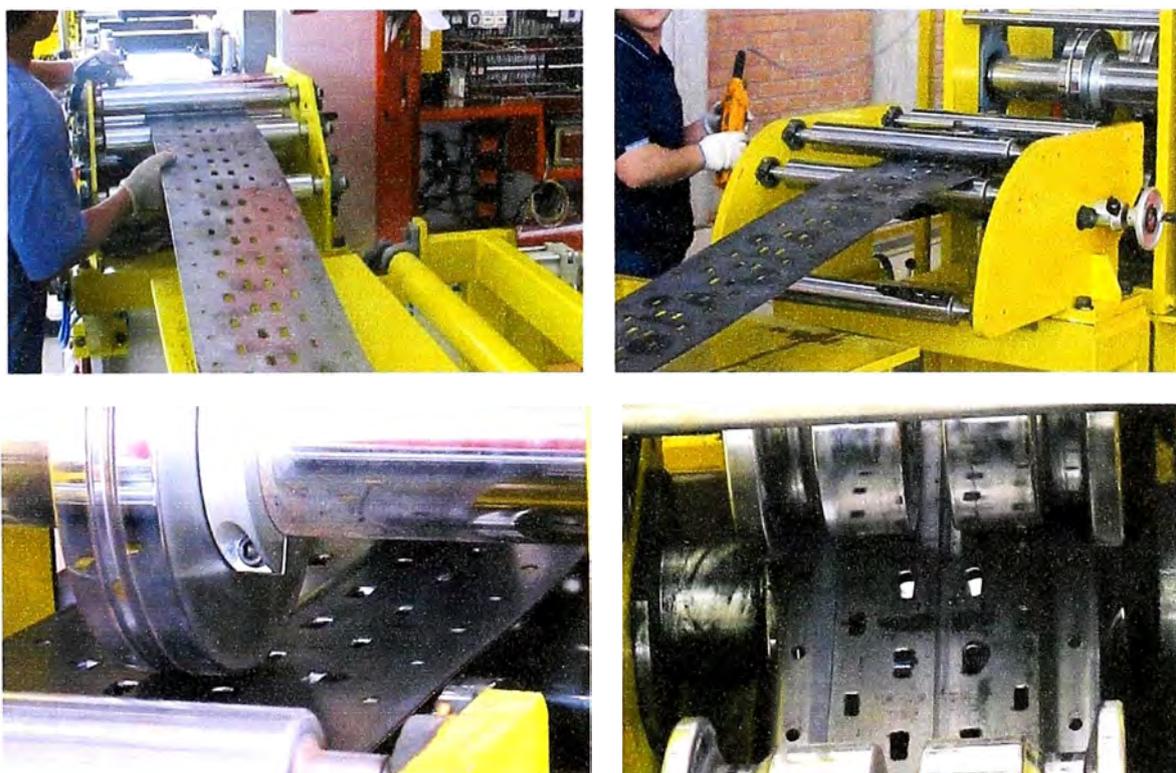


Fig. 4.7 Los rodillos realizan la transformación en un perfil

La velocidad de los rodillos tiene que ser controlada para evitar que el material se deforme fuera de los límites establecidos. El variador de frecuencia A700 a través de un sistema de engranajes y cadenas realizan el movimiento constante de los rodillos para poder obtener un producto bien definido.

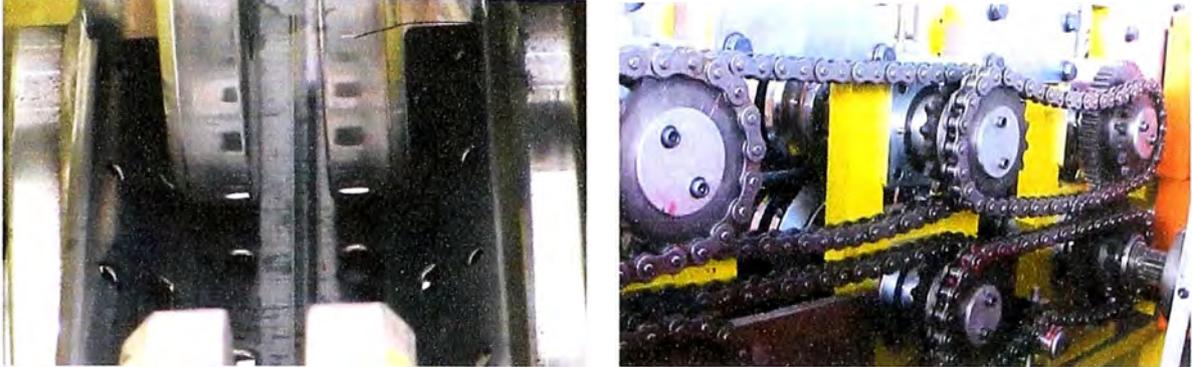


Fig. 4.8 Los rodillos ejercen presión

Ya en la última parte del sistema un mecanismo de ajuste se encarga de corregir la linealidad del perfil para evitar curvaturas excesivas de tal manera que se mantengan dentro de la tolerancia a su vez que controlan la velocidad de la línea de producción a través de un encoder.

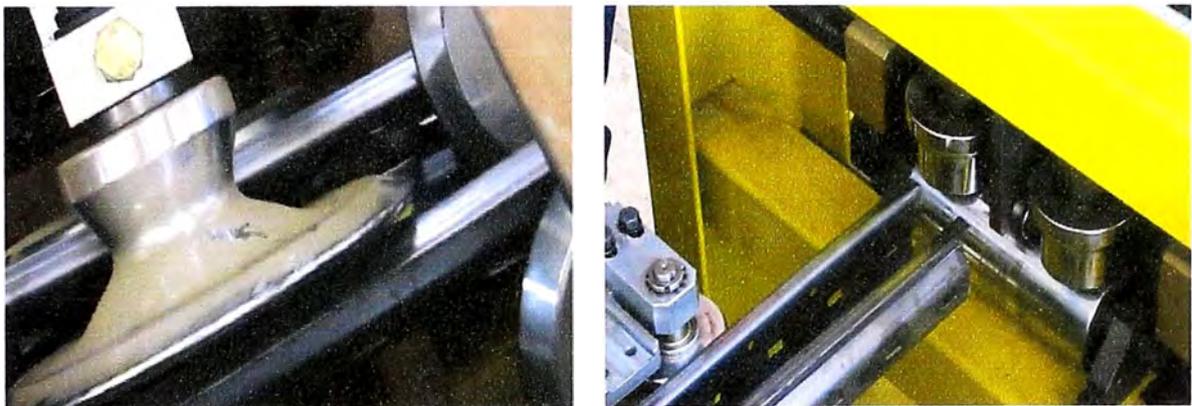


Fig. 4.9 Corrección de curvatura del perfil

El perfil con diseño de rack sale del sistema de rodillos y entra a la etapa de corte, aquí una prensa de corte, a través de un servomotor y una unidad de control de movimiento definirá el tamaño deseado del rack de acuerdo a un valor predefinido en el PLC.

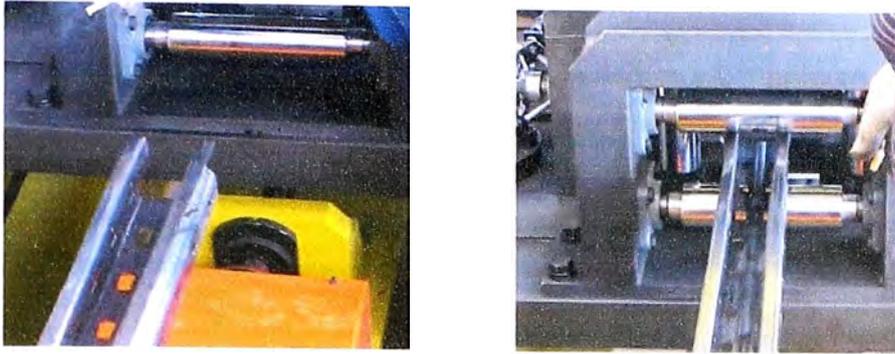


Fig. 4.10 En la etapa de corte

La prensa corta el perfil de acuerdo a la medida deseada y se la entrega al conveyor que lo transporta hacia el operador el cual lo retira y lo almacena.

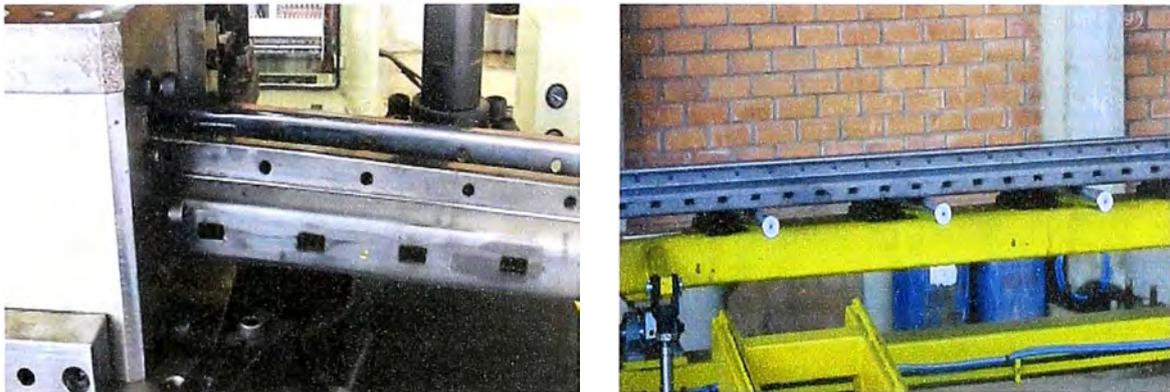


Fig. 4.11 Prensa de corte y el conveyor

4.3 Ubicación de los dispositivos de control

Aquí se presenta el esquema de la ubicación de los sensores y actuadores en las etapas del desbobinador, rodillos de estrangulamiento, prensa mecánica, sistema de rodillos, prensa de corte y la cinta transportadora o conveyor. Se señalan los limit switch, sensores de proximidad, los fotosensores, los sensores de presión, reed switch y las válvulas solenoides y motores de accionamiento.

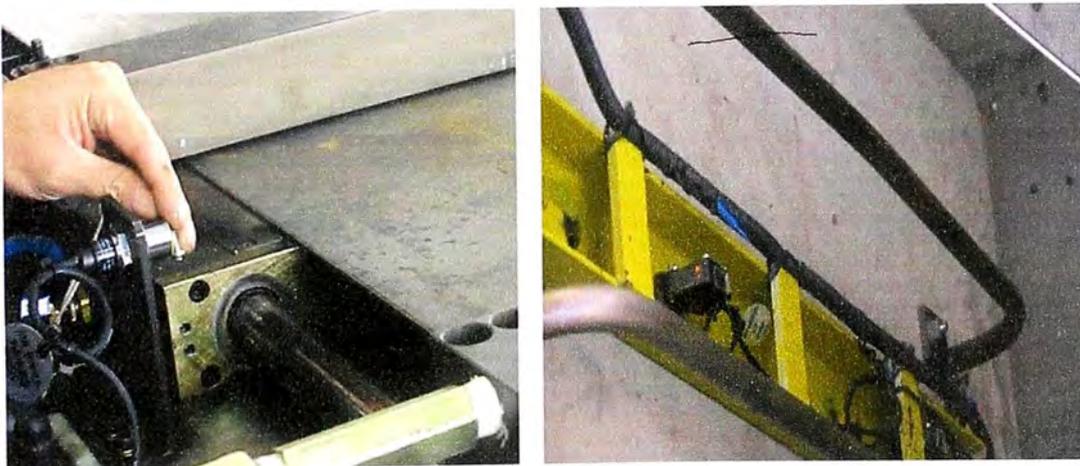
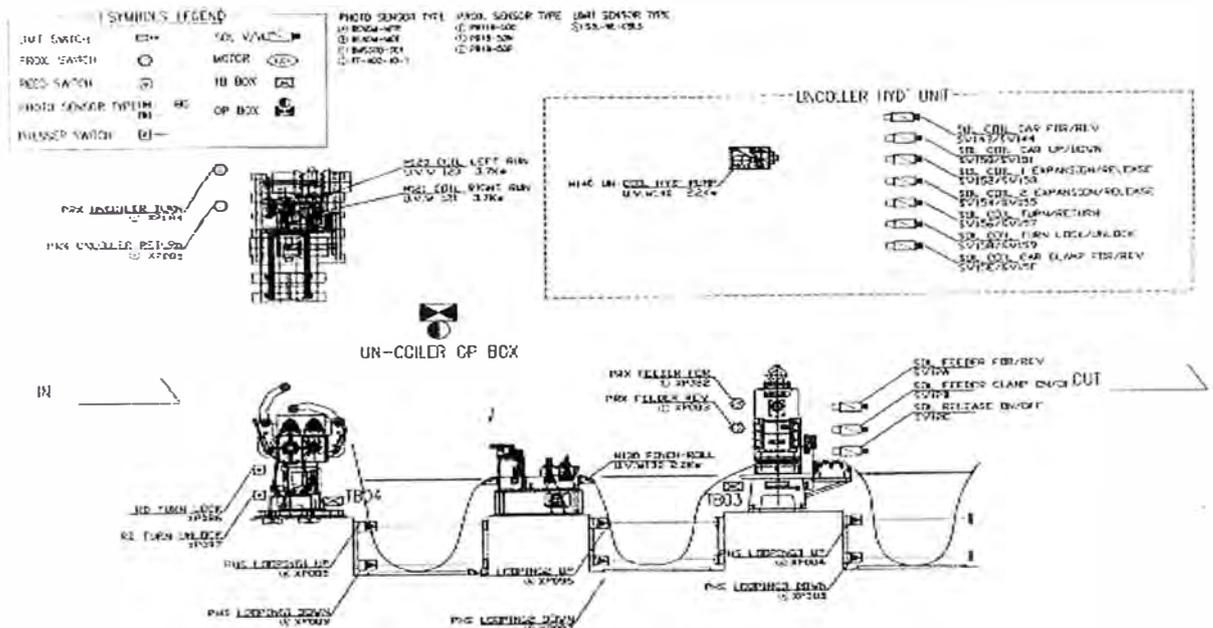


Fig. 4.12 Trazado de Sensores y Actuadores

Vistas de Planta y Frontal

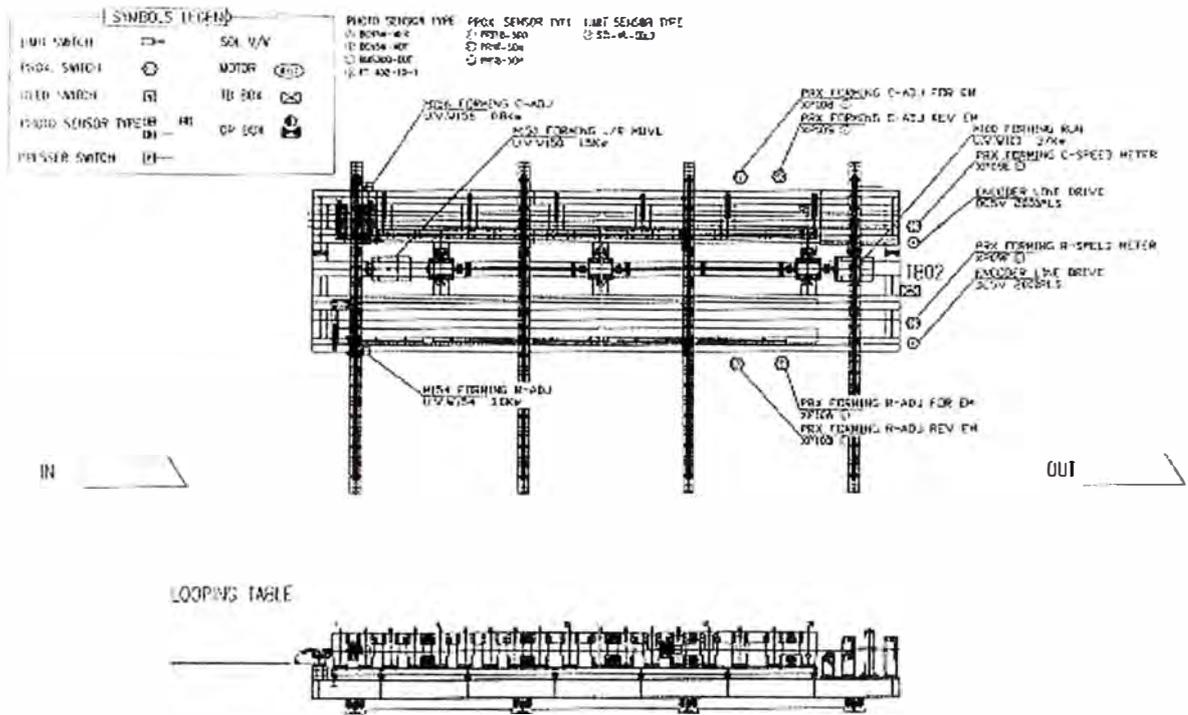


Fig. 4.13 Trazado de Sensores y Actuadores en el Sistema de Rodillos

Vistas de Planta y Frontal

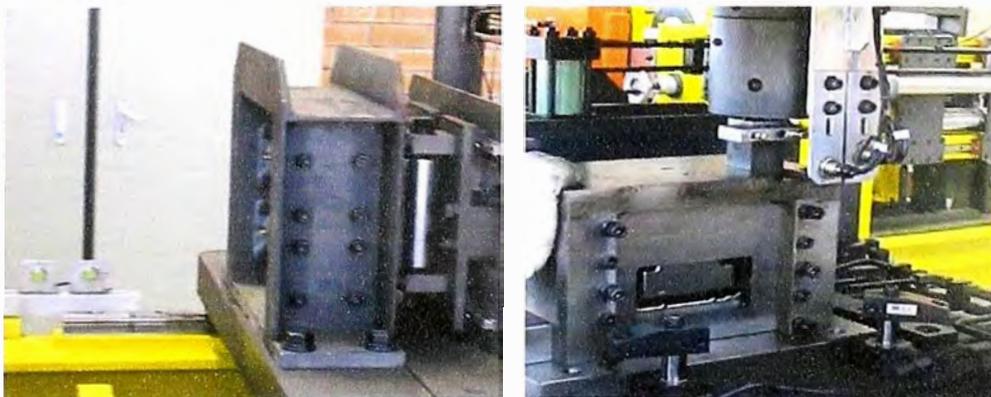
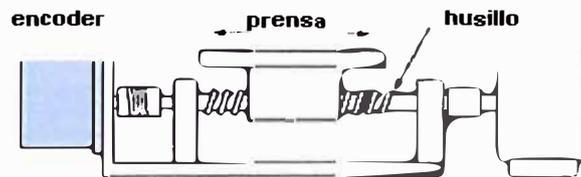
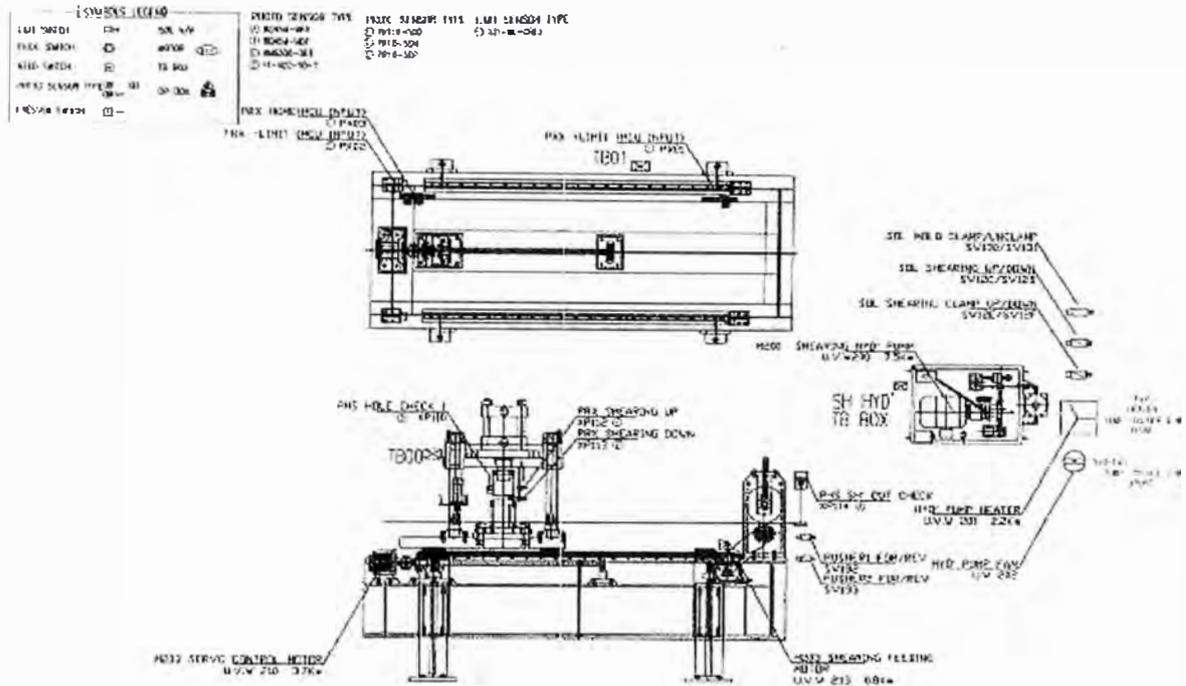


Fig. 4.14 Trazado de Sensores y Actuadores en la Prensa de Corte

Vistas de Planta y Frontal

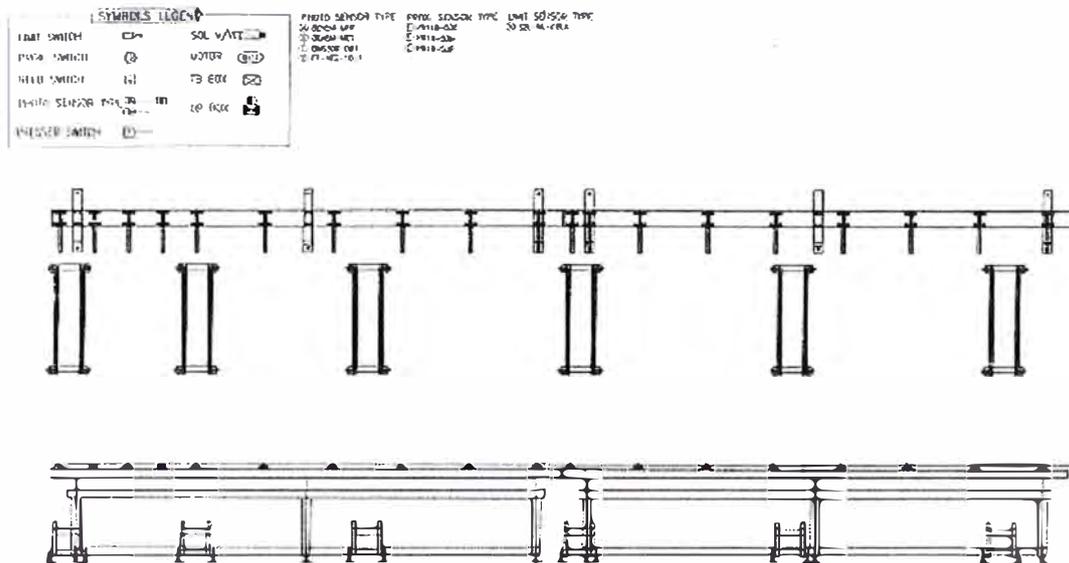


Fig. 4.15 Trazado de Sensores y Actuadores en la Cinta Transportadora

4.4 Diagramas Eléctricos

Dada la potencia de consumo de toda la maquina, es necesario el uso de una sub-estación eléctrica con una entrega de potencia de no menos de 150 Kw, pues hay que añadirle el sistema hidráulico y el neumático. A continuación se muestra la distribución eléctrica desde la acometida hacia las diferentes etapas.

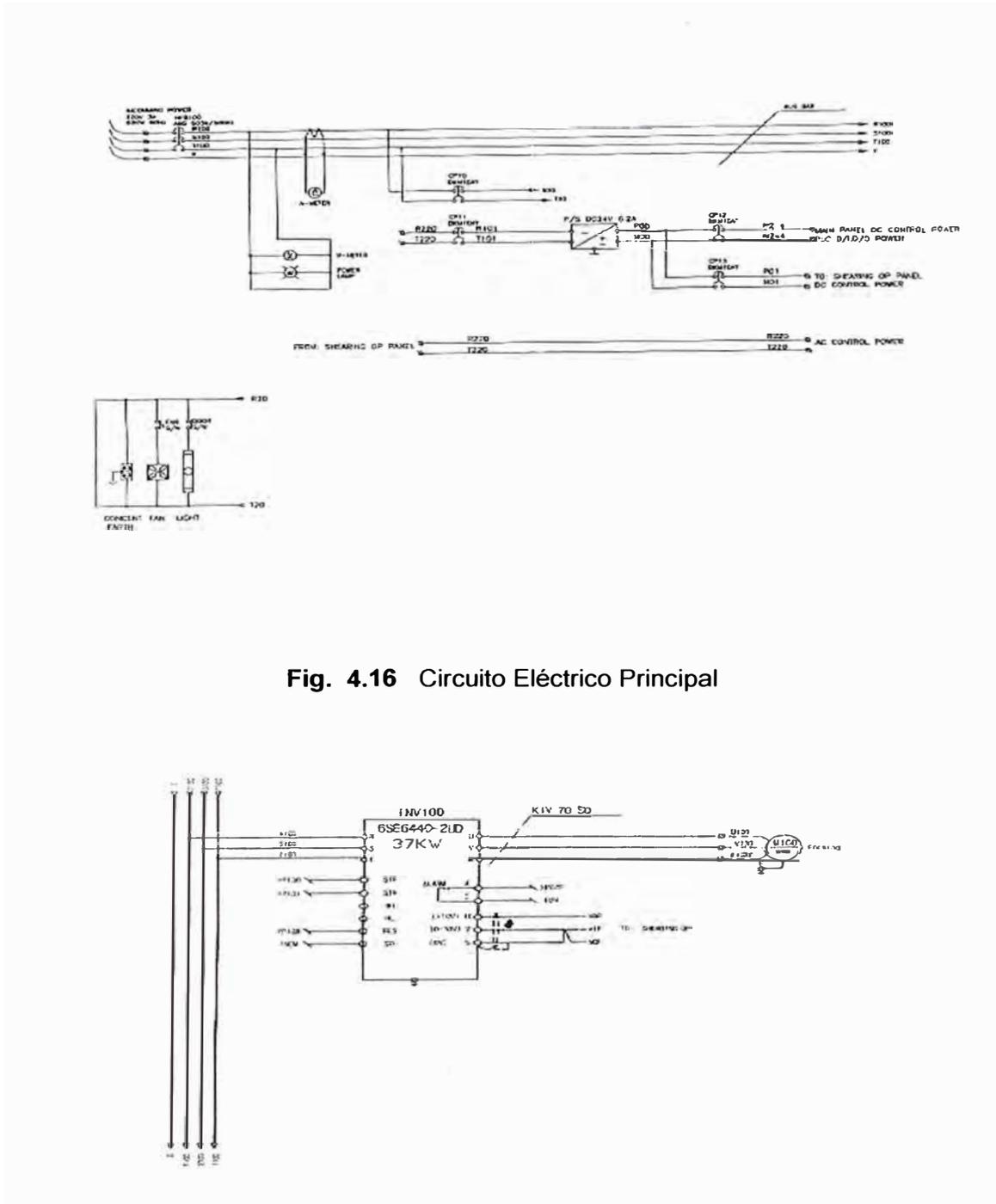


Fig. 4.16 Circuito Eléctrico Principal

Fig. 4.17 Circuito Eléctrico del Control del Sistema de Rodillos

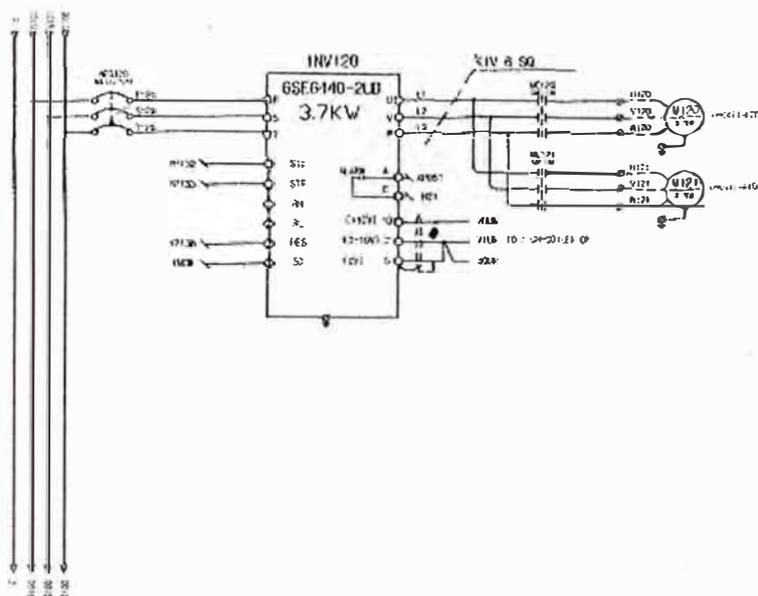


Fig. 4.18 Circuito Eléctrico del Desbobinador

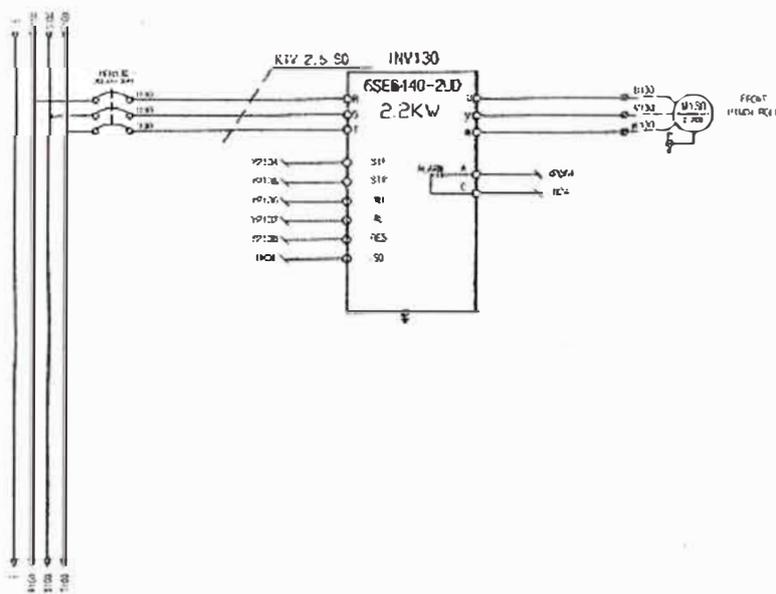


Fig. 4.19 Circuito Eléctrico los Rodillos de Estrangulamiento

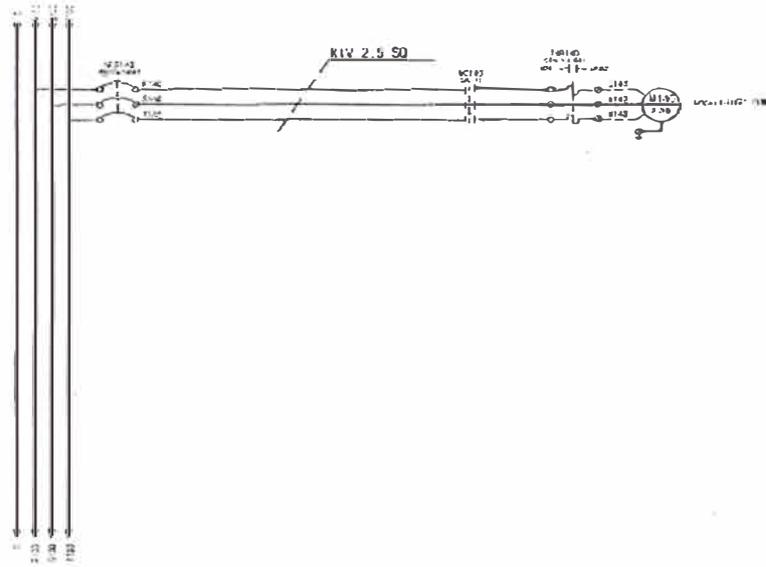


Fig. 4.20 Circuito Eléctrico de la Bomba Hidráulica para la Prensa Mecánica

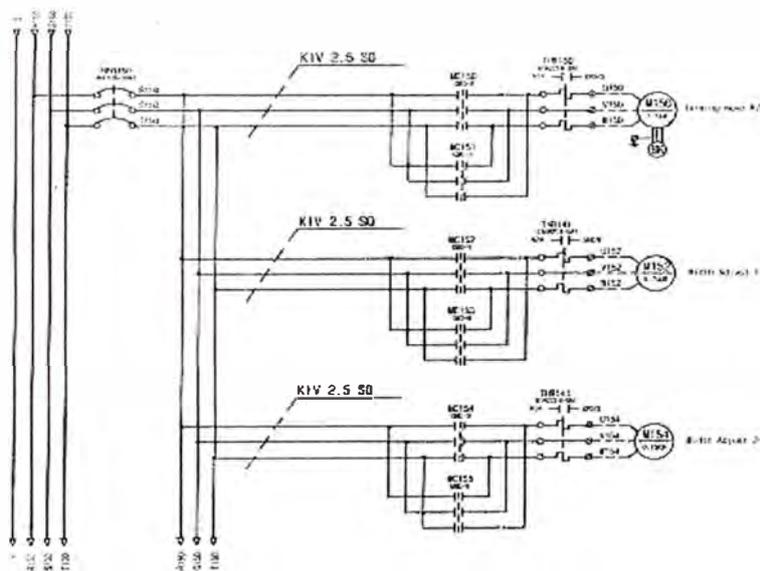


Fig. 4.21 Circuito Eléctrico para Selección de Rack o Viga

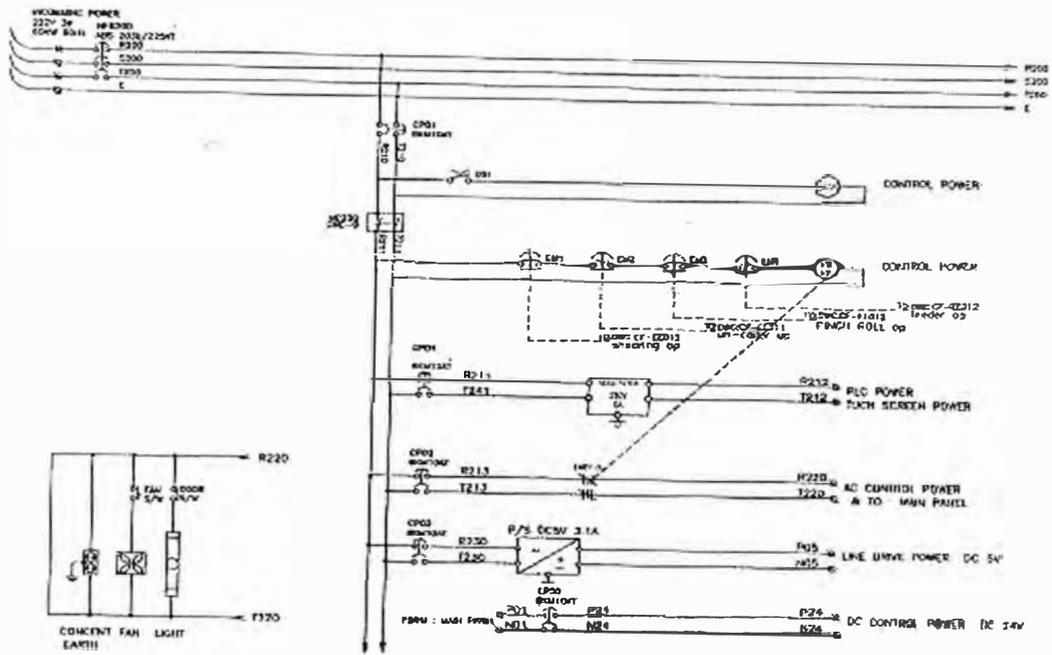


Fig. 4.22 Circuito de Control

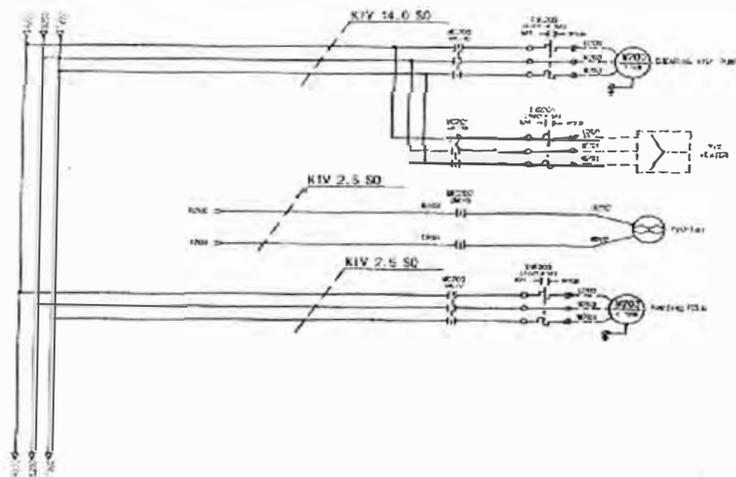


Fig. 4.23 Eléctrico de las Bombas Hidráulicas y Neumáticas

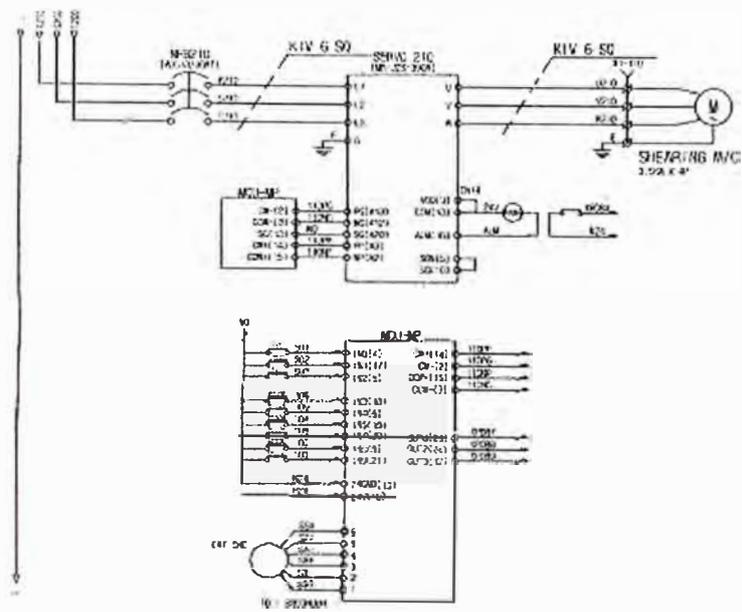


Fig. 4.24 Diagrama Eléctrico del Control del Servomotor y la Unidad de Control de Movimiento

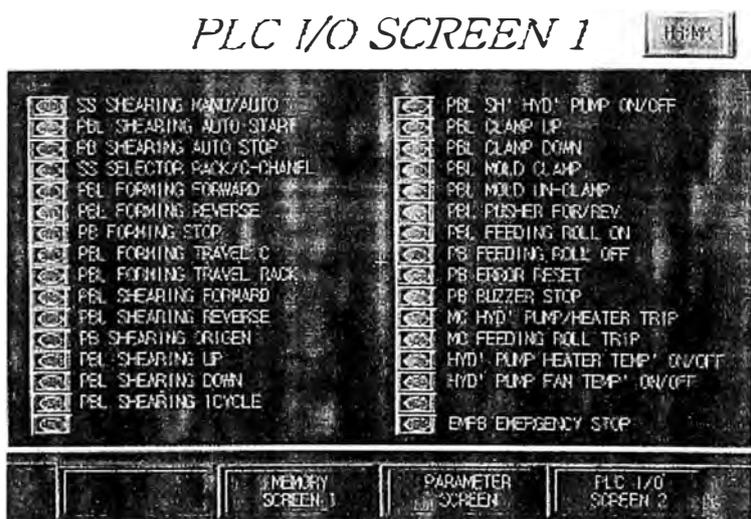
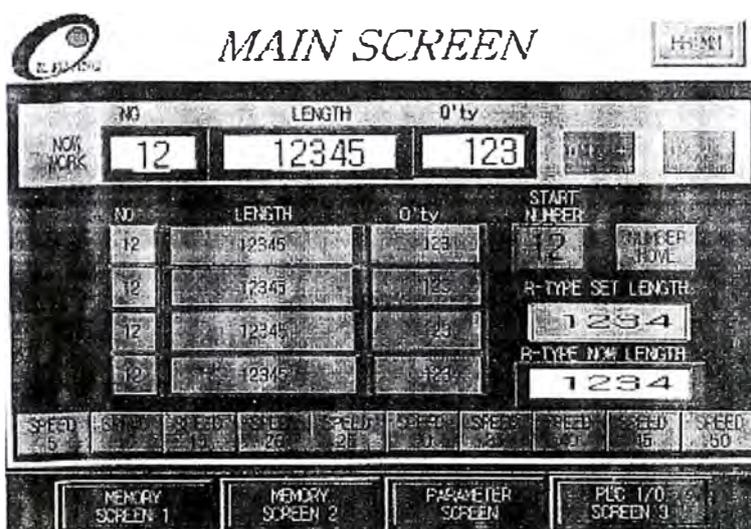


Fig. 4.25 Vistas del HMI PROFACE GP-2401

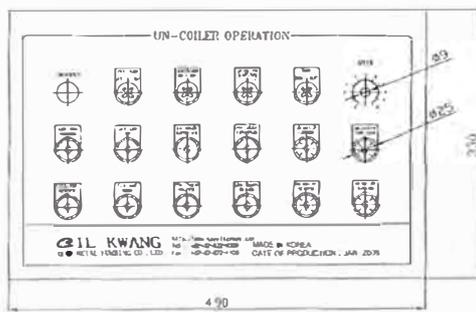
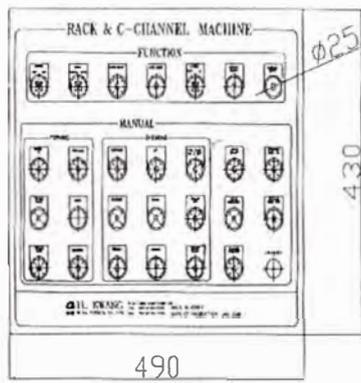


Fig. 4.28 Panel Principal y Panel del Desbobinador

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Automatizar el proceso de fabricación de perfiles en JRM dio como resultado una mayor eficiencia en el área de producción debido a que el proceso controlado fue más rápido y eficiente.
2. La exactitud en la fabricación del producto ha simplificado el trabajo de corregir errores y ha aumentado la calidad del perfil, las maquinas automatizadas le permiten tener a la empresa un respaldo para proyectos mayores.
3. La producción de la empresa podría ser monitoreada en tiempo real, esto permitiría darle a la Gerencia una herramienta de gestión adicional que pueda ser usada para la toma de decisiones.
4. La empresa debería ver la capacitación constante a su personal como una inversión que pueda darle soporte ante eventualidades que puedan darse y así evitar contratiempos con la producción.
5. Debe haber un plan de mantenimiento mensual y anual en cada etapa del proceso de esta manera la maquina prolonga su tiempo de vida útil y los niveles de cantidad y calidad se mantienen.
6. La implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real usando un software HMI es el siguiente paso en la empresa, las capacidades del software ofrecerían un control a distancia muy personalizado, es decir permitirle al Gerente ver el estado de su producción desde casi cualquier ubicación.
7. La aplicación de este conjunto de técnicas le ha permitido a Estanterías Metálicas JRM tener la capacidad de competir y poder desplazar a sus competidores. El gasto en estas tecnologías le ha permitido tener el sostén necesario para afrontar mayores retos.

ANEXO A

SENSORES, ACTUADORES, PLC Y HMI.

Interruptores y Detectores de Proximidad

En muchos procesos industriales se requiere detectar la presencia de algún objeto o elemento mecánico con fines de control. La forma más simple es mediante el uso de dispositivos mecánicos tales como interruptores de final de carrera o limit switches.

Tipos de Interruptores y Detectores de Proximidad. Selección. Límites de Carrera

Estos finales de carrera son elementos actuadores de conmutación, generalmente provistos de muelles y utilizados en procesos automáticos donde la detección debe ser más robusta. Las características más importantes de estos dispositivos son:

Tensión de corte nominal, Carga en Amperios, Tipo de contactos.

Existen tipo Palanca, rodillo, varilla, etc. y se encuentran en cualquier proceso automático en el que se deba detectar posiciones o estados de este proceso y donde la presión sobre el actuador sea bastante grande.

Sin embargo no siempre es posible emplear estos métodos que involucran tener contacto con elemento a detectar. En procesos que involucran por ejemplo el sensar el paso de un producto a través de una faja transportadora, es necesario en la mayoría de los casos utilizar algún método sin contacto. Es así como aparecen como solución los denominados sensores o detectores de proximidad sin contacto. Entre esos tenemos los fotoeléctricos, los inductivos y los capacitivos.

El sensor de proximidad fotoeléctrico está basado en la emisión de un haz de luz para detectar la presencia o ausencia de un objeto

Existen varios tipos: haz transmitido, retro-reflexivo y reflectivo difuso

En el sensor de **haz transmitido** usa dos dispositivos (un transmisor y un receptor) frente a frente. La detección ocurre cuando un objeto bloquea o corta el haz de luz entre ellos.

El detector retro-reflexivo emite un haz de luz que vuelve de regreso por acción de un reflector. Cuando un objeto bloquea el haz entre el sensor y el reflector, ocurre la detección.

Un detector reflectivo difuso, emite un haz que debe ser reflejado de regreso a él por el mismo objeto a ser detectado.

Existe un tipo especial de detector reflectivo difuso denominado de rechazo de fondo. Este tiene dos detectores y tiene una capacidad de sensado extrema que permite al dispositivo detectar objetos independientemente del color, reflectancia, contraste o formas de superficie, ignorando objetos que se encuentren fuera de su rango de detección. Un ejemplo interesante se ilustra a continuación. Aquí se requiere detectar la presencia o ausencia de tapas en las botellas. El detector debe tener la habilidad de

senzar tapas de diferente reflectividad y color a la misma distancia. Además debe ser capaz de ignorar el borde de la botella cuando no tiene tapa.

Otra alternativa es el empleo de sensores de proximidad por ultrasonido, similares a los empleados para medir nivel. Se tiene de los tipos de set point simple o doble, retroreflexivos y de haz transmitidos. Pueden detectar en forma precisa objetos transparentes de vidrio o plástico, así como objetos translucidos.

La técnica de alta frecuencia empleada en ellos, los hace prácticamente inmunes a la interferencia de ruido ambiental y en general a las condiciones difíciles. Emplean un transductor ultrasónico que emite un número de ondas de sonido que son reflejadas por un objeto de vuelta al transductor. Finalizada la emisión de estas, el sensor de ultrasonido cambiara su estado a la condición de receptor. El tiempo transcurrido entre el envío y la recepción es proporcional a la distancia del objeto al sensor.

El sensado es solamente posible dentro del área de detección. Este rango puede ser ajustado por el potenciómetro del sensor. Si un objeto es detectado dentro de esta área, la salida cambia de estado. El LED internamente construido indica este cambio.

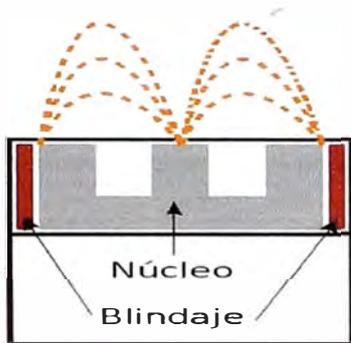
Los detectores de proximidad del tipo inductivo o capacitivo, utilizan una característica eléctrica para detectar un objeto cercano, generalmente a no más de una pulgada. Los inductivos detectan solamente objetos metálicos mientras que los capacitivos pueden sensar tanto metálicos como no metálicos.

Un detector de proximidad inductivo produce un campo de radio frecuencia invisible y oscilante. Cuando un objeto metálico ingresa a este campo, afecta a este. Cada tipo y tamaño de sensor tiene un rango específico de sensado de modo tal que la detección tenga mucha exactitud y repetitividad. Con su habilidad para detectar en un pequeño rango, estos sensores son muy útiles en aplicaciones de medición precisa y de inspección.

Entre las ventajas de estos dispositivos se encuentran su inmunidad a condiciones ambientales adversas, su velocidad de respuesta, detección de objetos metálicos a través de barreras no metálicas, su tiempo de vida y su construcción con estado sólido para entregar señales a equipos electrónicos. Sus desventajas incluyen su rango de sensado limitado (máximo 4"), detectan solamente objetos metálicos y pueden ser afectados por limaduras metálicas acumuladas en la cara del sensor.

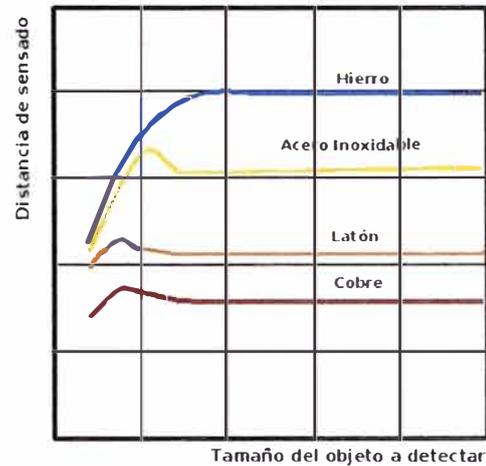
Un detector capacitivo al igual que un condensador eléctrico, consiste en dos placas separadas por un aislante denominado dieléctrico. En el dispositivo, una de las placas es parte del interruptor, el aislante es el encapsulado y el objeto a detectar la otra placa. Estos sensores tiene típicamente un ajuste de sensibilidad y pueden detectar cualquier

objeto siempre que tengan una constante dieléctrica mayor que el aire. Los líquidos y metales tiene una alta constante dieléctrica.

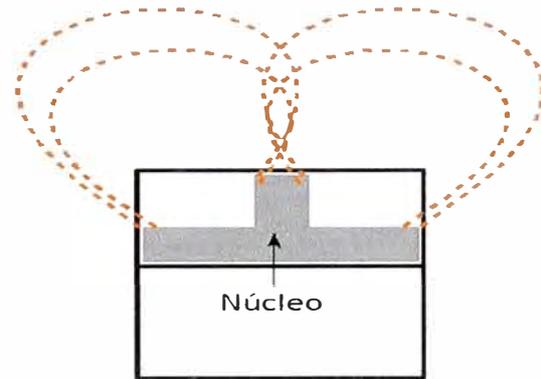
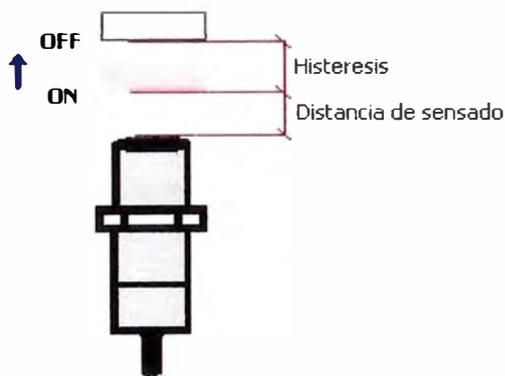


Los blindados tienen un agregado al núcleo y un blindaje metálico que limita el campo magnético al frente del sensor.

- Enrasables.
- Especial para posicionamiento
- Distancias más cortas de detección.
- Sensado limitado al frente del sensor.



HISTERESIS



Los no blindados no tienen blindaje extra, resultando en un área de sensado mayor.

- No enrasables
- Detección de presencia.
- Distancias más grandes de detección.

Estados de un sensor inductivo

1.- Objeto a detectar ausente.

Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.

La salida se mantiene inactiva (OFF)

2.- Objeto a detectar acercándose a la zona de detección.

Se producen corrientes de Foucault -> "Transferencia de energía". El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.

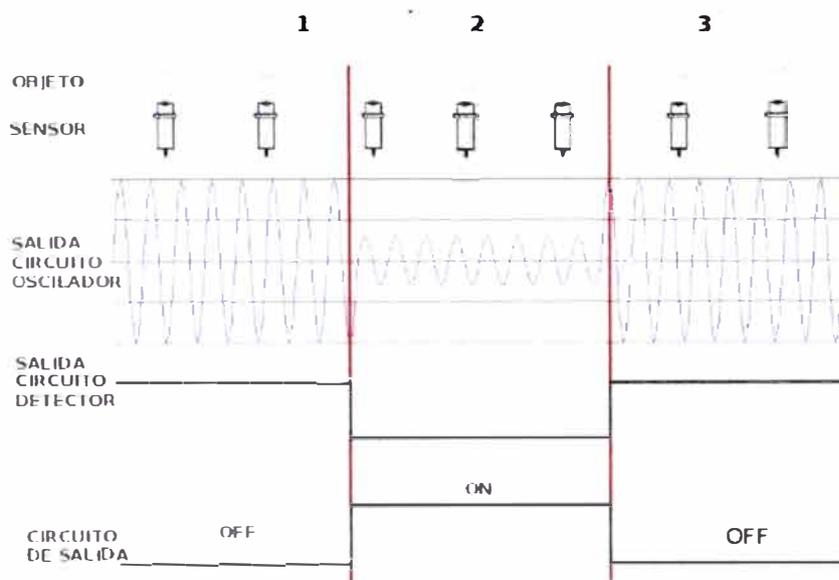
La salida es activada (ON)

3.- Objeto a detectar se retira de la zona de detección.

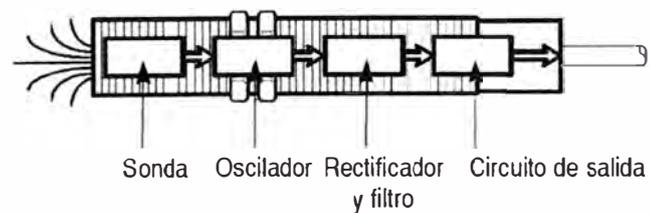
Eliminación de corrientes de Foucault.

El circuito de detección detecta el incremento de la amplitud de oscilación.

Como la salida alcanza el nivel de operación, la misma se desactiva (OFF).

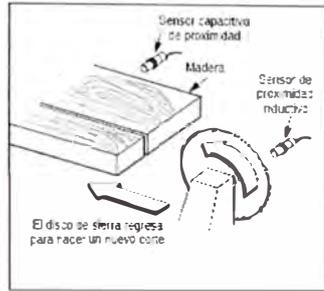


PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE LOS SENSORES CAPACITIVOS DE PROXIMIDAD

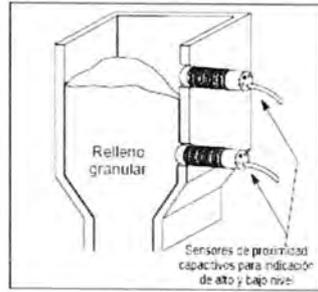


APLICACIONES DE SENSORES CAPACITIVOS DE PROXIMIDAD

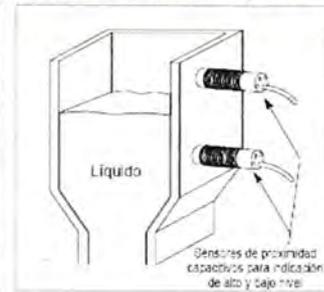
Industria maderera



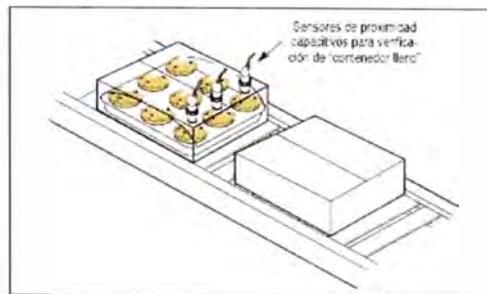
Detección de nivel



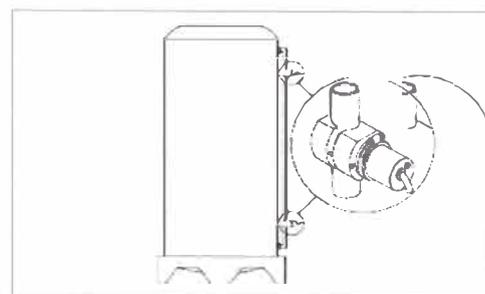
Detección de nivel de líquidos



Procesado de alimentos



Detección de nivel de tubo indicador



COMPARACION ENTRE DETECTORES DE PROXIMIDAD

	Limit Switch	Sensores Inductivos y Capacitivos	Sensores Fotoeléctricos
Método de Detección	Contacto Físico	Campo Electromagnético	Haz de Luz
Rango de sensado	Contacto Físico	Cercano: dentro de 1" (25.4 mm)	Lejano: puede ser hasta 800" (243.8 m)
Material del Objeto	El objeto debe ser capaz de soportar el contacto físico	Inductivos: solamente metálicos Capacitivos: metálicos y no metálicos	Pueden ser afectados por la superficie del objeto (por ejemplo si es brillante o transparente)
Marcas en el objeto	No las detectan	No las detectan	Pueden detectarlas
Costo	Bajo	Bajo	Variable dependiendo del modo de sensado
Tamaño del Sensor	Tienden a ser grandes	Pequeños a grandes	Muy pequeños (fibra óptica) a grandes
Sensibilidad al medio ambiente	Afectados por el polvo y desechos	Inductivo: interferencia eléctrica Capacitivos: humedad	Interferencia de la luz
Tiempo de respuesta	Milisegundos	Milisegundos	Microsegundos

Sensores de Desplazamiento

A menudo se hace necesaria la medición del desplazamiento lineal o posición de un elemento mecánico. Los métodos empleados difieren según el tipo de aplicación. Lo común es que todos ellos entreguen una señal eléctrica proporcional al desplazamiento.

Tipos de Sensores de Desplazamiento. Potenciómetros y LVDT. Aplicaciones

El Potenciómetro; es un dispositivo electromecánico que consta de una resistencia de valor fijo sobre la que se desplaza un contacto deslizante llamado cursor y que la divide eléctricamente. La aplicación más común de los potenciómetros en instrumentación es como sensor de desplazamiento de tipo resistivo. El movimiento del cursor origina un cambio en la resistencia, el cual puede utilizarse para medir desplazamientos lineales o angulares de piezas acopladas al cursor.

Los potenciómetros pueden usarse para medir diversas magnitudes físicas siempre que se puedan convertir en desplazamiento. Los elementos resistivos utilizados en los potenciómetros son de diferentes tipos. Se usan principalmente el bobinado que es muy lineal y también el plástico conductor que a parte de la linealidad ofrece una vida muy larga. Pero, existen en el mercado una variedad de elementos resistivos que se utilizan en los potenciómetros. El elemento más popular es el carbón, su mejor característica es el precio pero como inconvenientes tiene las variaciones de temperatura y su vida. El cermet es una combinación de material cerámico y metal que mejora muchísimo las características del carbón. Después se encuentra el bobinado, que sus principales ventajas son el bajo coeficiente de temperatura, su vida mecánica, bajo ruido, alta disipación, y estabilidad con el tiempo.

Otro elemento utilizado es el plástico conductor que mejora en todas las características respecto a los demás elementos, pero tiene un precio superior.

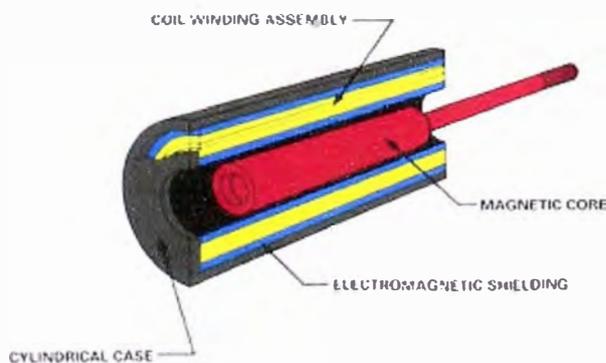
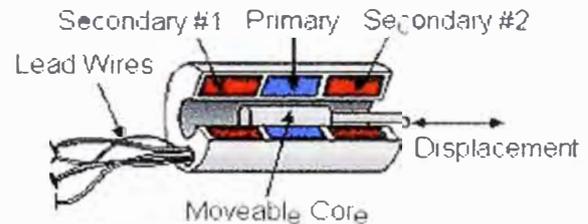
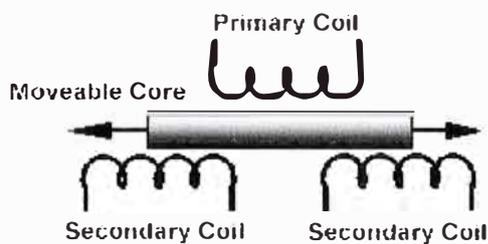
El problema de los potenciómetros es que debido a diversos problemas hayan caído en desuso y hayan sido sustituidos por otros dispositivos más fiables.

Comparación entre el potenciómetro y los distintos sensores de posición

	Robustez Mecánica	Rango Dinámico	Resolución	Estabilidad Termica
Encoder	mala	media	buena	buena
Resolver	buena	buena	buena	buena
Potenciómetro	regular	mala	mala	mala

LVDT Transformador Diferencial Variable Lineal es un dispositivo de sensado de posición que provee un voltaje de salida de CA proporcional al desplazamiento de su núcleo que pasa a través de sus arrollamientos. Los LVDTs proveen una salida lineal para pequeños desplazamientos mientras el núcleo permanezca dentro del bobinado primario. La distancia e acta es función de la geometría del LVDT.

Teoría de operación: Un LVDT es muy parecido a cualquier otro transformador, el cual consta de un bobinado primario, bobinado secundario, y un núcleo magnético. Una corriente alterna, conocida como la señal portadora, se aplica en el bobinado primario. Dicha corriente alterna en el bobinado primario produce un campo magnético variable alrededor del núcleo. Este campo magnético induce un voltaje alterno (CA) en el bobinado secundario que está en la proximidad del núcleo. Como en cualquier transformador, el voltaje de la señal inducida en el bobinado secundario es una relación lineal del número de espiras.



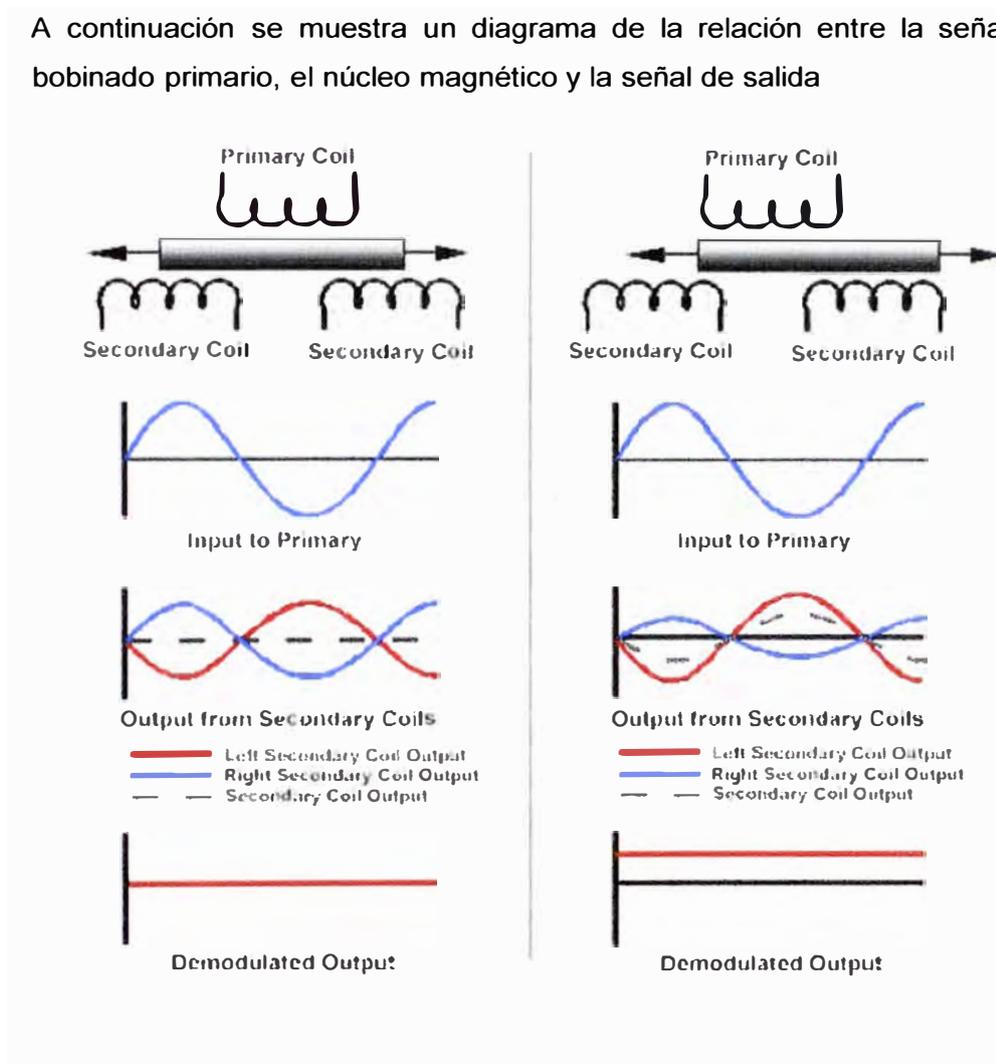
Donde:

V_{out} : tensión de salida.

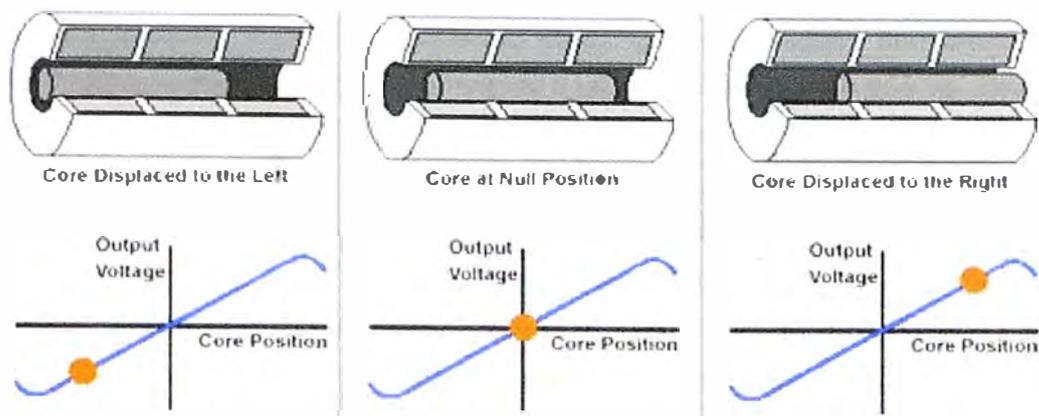
Como el núcleo se desplaza, el número de espiras expuestas en el bobinado secundario cambia en forma lineal. Por lo tanto la amplitud de la señal inducida cambiará también linealmente con el desplazamiento.

Los transductores LVDT son utilizados extensamente en medición y aplicaciones de control de medida de desplazamientos desde micro pulgadas hasta varios pies. Se encuentran en sistemas de metrología, en posición de válvulas, en actuadores hidráulicos. Otras aplicaciones de estos transductores, como células de carga o sensores de presión utilizando LVDT internamente. Son ideales para aplicaciones en ambientes industriales pesados como altas temperaturas y aplicaciones de presión, aplicaciones dinámicas y ciclos de condiciones largas. Aplicaciones: Cilindros neumáticos e hidráulicos, industria de construcción de máquinas, industria del automóvil, industria de madera y papel, industria electrónica, automatización, laboratorio.

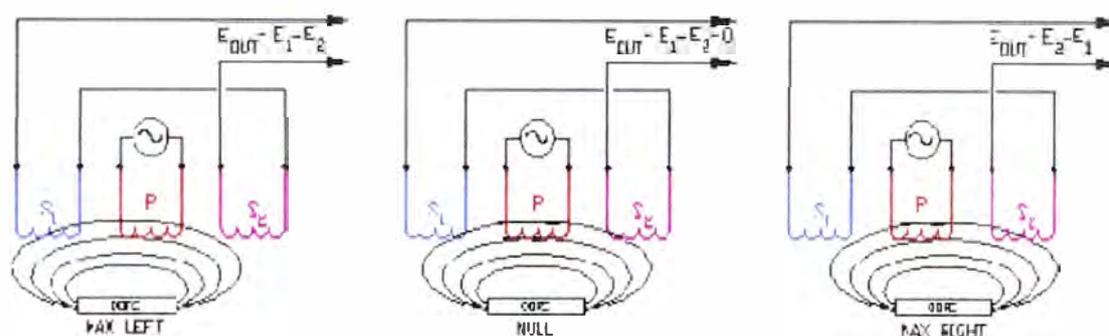
A continuación se muestra un diagrama de la relación entre la señal de entrada del bobinado primario, el núcleo magnético y la señal de salida



El LVDT provee una relación lineal entre el desplazamiento y el voltaje, mientras el núcleo se exponga a todas las espiras del bobinado primario



Estas figuras ilustran que sucede cuando el núcleo de los LVDT están en una posición axial diferente



Actuadores: Clasificación. Válvulas Proporcionales y Válvulas Solenoide

Para que un sistema electrónico de control pueda controlar un proceso o producto es necesario que pueda actuar sobre el mismo. Los dispositivos que realizan esta función reciben diversos nombres, entre ellos: accionamientos y actuadores.

No existe una única definición de actuador aceptada de manera universal. Se considera, en general, que es todo “dispositivo que convierte una magnitud eléctrica en una salida, generalmente mecánica, que puede provocar un efecto sobre el proceso automatizado”.

El actuador es un dispositivo de potencia que produce la entrada para la planta de acuerdo con la señal de control, a fin de que la señal de salida se aproxime a la señal de entrada de referencia.

Los actuadores son capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Existen tres tipos de actuadores: Hidráulicos, Neumáticos y Eléctricos

Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizaran en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

Válvulas Proporcionales

Llenan el espacio vacío entre las electroválvulas y las servoválvulas. Una válvula proporcional puede ajustarse electrónicamente para una serie de cargas sin necesidad de accionamientos hidráulicos

Produce una salida proporcional a la señal de entrada.

Puede ajustarse a distancia por medios electrónicos.

Las electroválvulas son accionadas por un solenoide proporcional.

Salida de la válvula proporcional:

Presión variable, Caudal variable, Dirección y caudal variables

Solenoide proporcional transforma la señal eléctrica de entrada en una señal proporcional de fuerza o posición como salida

Suministra la potencia necesaria para que la válvula actúe y realicen funciones adicionales.

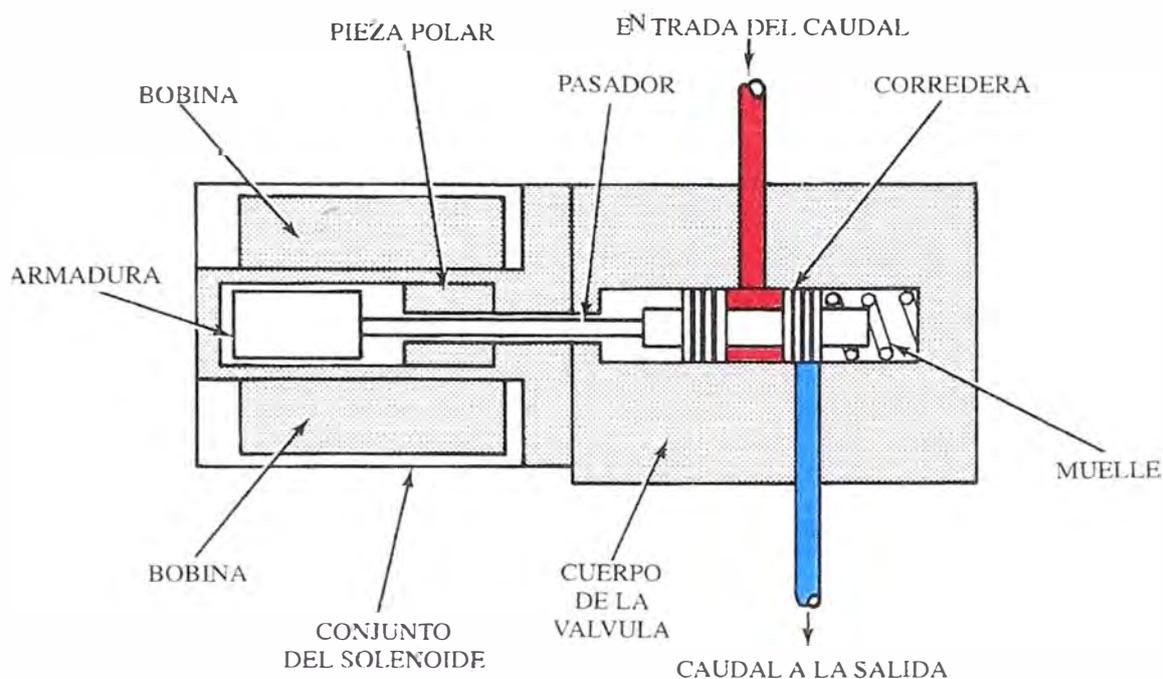
Las señales de entrada a un solenoide proporcional proviene de una serie de fuentes:

Potenciómetros, sensores de temperatura, transductores de presión, tacogeneradores, microprocesadores.

Las válvulas proporcionales suministran soluciones para diseñar problemas que no pueden solucionarse con válvulas que usan solenoides convencionales de CC todo/nada.

Implican la simplificación de la presión, caudal y dirección.

Se instalan habitualmente en sistemas que requieren varias combinaciones de válvulas, simplificando espacio de ocupación y principalmente costos.



La figura muestra una válvula básica con solenoide proporcional que suministra un control remoto del caudal hidráulico.

Las válvulas proporcionales son válvulas de corredera deslizante.

Esta corredera está centrada por muelles (resortes), o con retorno con muelles.

Válvulas Solenoide

Las válvulas de solenoide permiten un control on-off mediante variaciones de corriente eléctrica en su bobina. Son utilizadas ampliamente en control de flujo en sistemas neumáticos.

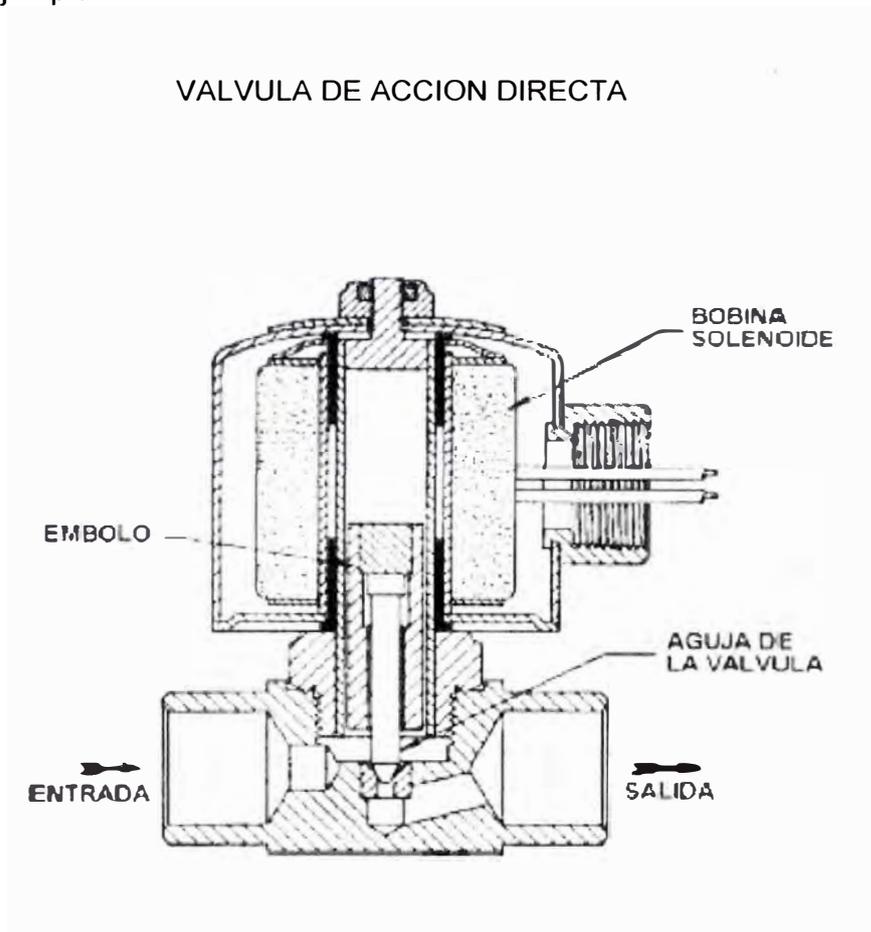
En muchas aplicaciones es necesario controlar el paso de algún tipo de flujo, desde corriente eléctrica hasta gases o líquidos. Esta tarea es realizada por válvulas. En particular, las accionadas por solenoides permiten su implementación en lugares de difícil acceso y facilitan la automatización del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

Este tipo de válvulas es controlada variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina). Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Por lo general estas válvulas operan de forma completamente abierta o completamente cerrada, aunque existen aplicaciones en las que se controla el flujo en forma lineal.

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

Existen muchos tipos de válvulas de solenoide. Todas ellas trabajan con el principio físico antes descrito, sin embargo se pueden agrupar de acuerdo a su aplicación: Acción Directa u Operadas mediante piloto; según su construcción; normalmente abierta o Normalmente cerrada y según su forma: De acuerdo al número de vías

Ejemplo



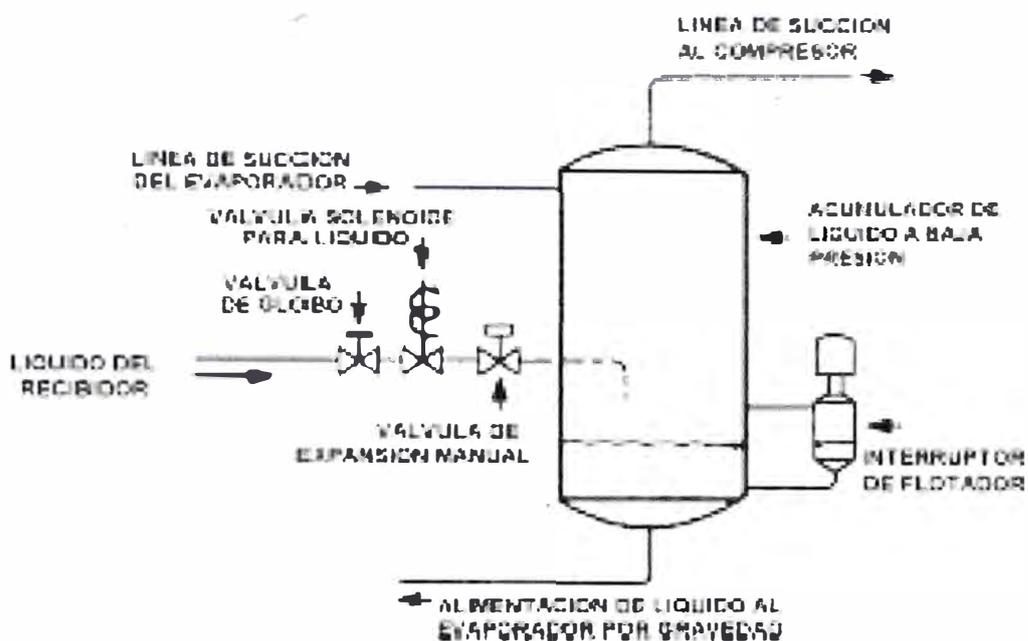
APLICACIONES

Las válvulas de solenoide tienen múltiples aplicaciones, dada su versatilidad como actuador en controles on-off. Se expondrán una aplicación donde la válvula solenoide juega un papel importante.

Control de Nivel de Líquido

Si desean manipular el nivel de líquido dentro de un estanque o recipiente, se puede colocar una válvula de solenoide para líquido, seguida de una válvula de expansión manual. La línea de líquido conduce a un recipiente o tambor, en el cual el nivel de fluido está controlado por un interruptor de flotador, como se muestra en la figura. La válvula de solenoide para líquido es accionada por el interruptor del flotador. Cuando el nivel del líquido baja a un

nivel predeterminado, el interruptor abre la válvula. Al alcanzarse el nivel deseado, el interruptor cierra la válvula.



Actuadores Eléctricos

La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo se requieren de energía eléctrica como fuente de poder. Como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

Entre los tipos de actuadores eléctricos tenemos:

Motor de corriente continua

Motor de corriente alterna (asíncrono, jaula de ardilla)

Motor de corriente alterna (rotor bobinado)

Motor paso a paso

Servomotores

Servomotor brushless DC

Servomotor brushless AC

Relés y Contactores. Motores AC y DC. Motores De Paso

La representación de relés y contactores en el esquema eléctrico es igual e idéntico, al igual que el principio de funcionamiento que utilizan.

Los relés se utilizan para conectar o desconectar corrientes relativamente pequeñas.

Los contactores se usan para corrientes relativamente grandes.

Aplicando tensión a la bobina, circula corriente eléctrica por el arrollamiento y se crea un campo magnético, por lo que la armadura es atraída al núcleo de la bobina. Dicha armadura a su vez esta unida mecánicamente a los contactos que llegan a abrirse o cerrarse. Esta posición de conexión durara, mientras este aplicada la tensión. Una vez desaparezca la tensión, se desplaza la armadura a la posición inicial, debido a la fuerza del resorte.

Hay varios tipos de relés; ejemplo: rele de retraso de tiempo y relé de contactor. Los relés se pueden usar para varias funciones de regulación, del control y el monitoreo.

Cuando se va a elegir un Contactor hay que tener en cuenta, entre otros factores, lo siguiente:

- Tensión de alimentación de la bobina: Esta puede ser continua o alterna, siendo esta última la más habitual, y con tensiones de 12 V, 24 V o 220 V.
- Número de veces que el circuito electromagnético va a abrir y cerrar. Podemos necesitar un contactor que cierre una o dos veces al día, o quizás otro que esté continuamente abriendo y cerrando sus contactos. Hay que tener en cuenta el arco eléctrico que se produce cada vez que esto ocurre y el consiguiente deterioro.
- Corriente que consume el motor de forma permanente (corriente de servicio). Por lo tanto es conveniente el uso de catálogos de fabricantes en los que se indican las distintas características de los contactores en función del modelo

Actuadores Neumáticos e Hidráulicos

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.

En esta clasificación aparecen los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido y también los músculos artificiales de hule, que últimamente han recibido mucha atención.

Los actuadores hidráulicos, que son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, funcionan en base a fluidos a presión. Existen tres grandes grupos:

1. cilindro hidráulico

- 2. motor hidráulico
- 3. motor hidráulico de oscilación
- 1. Cilindro hidráulico

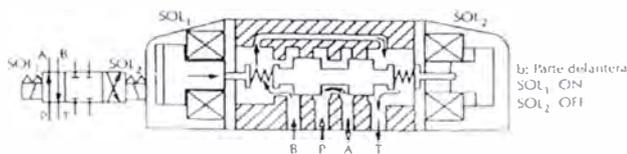
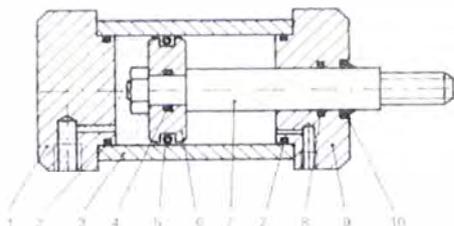
De acuerdo con su función podemos clasificar a los cilindros hidráulicos en 2 tipos: de Efecto simple y de acción doble. En el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer. El segundo tipo se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones. El control de dirección se lleva a cabo mediante un solenoide que se muestra a continuación

2. Motor hidráulico

En los motores hidráulicos el movimiento rotatorio es generado por la presión. Estos motores los podemos clasificar en dos grandes grupo: El primero es uno de tipo rotatorio en el que los engranes son accionados directamente por aceite a presión, y el segundo, de tipo oscilante, el movimiento rotatorio es generado por la acción oscilatoria de un pistón o percutor; este tipo tiene mayor demanda debido a su mayor eficiencia.

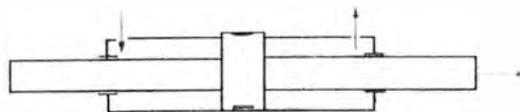
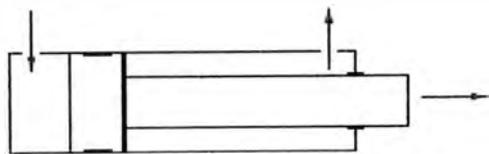
ACTUADOR NEUMATICO

ACTUADOR HIDRAULICO



CILINDRO DE EFECTO SIMPLE

CILINDRO DE EFECTO DOBLE

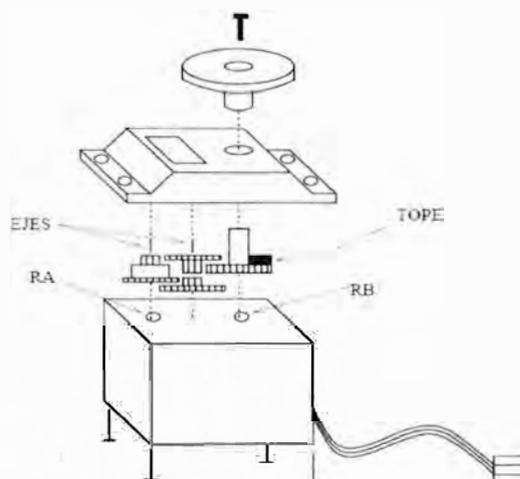


Servomecanismos Dispositivos Electro-Neumáticos y Electro-Hidráulicos

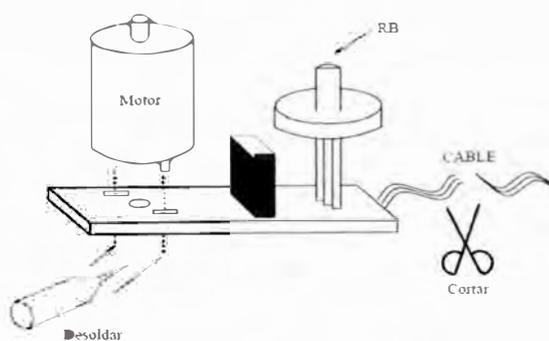
Un servomecanismo es un sistema formado de partes mecánicas y electrónicas que en ocasiones son usadas en robots, con parte móvil o fija. Puede estar formado también de

partes neumáticas, hidráulicas y controlado con precisión. Ejemplos: brazo robot, mecanismo de frenos automotor, etc.

Un error típico es confundir un servomecanismo con un servomotor, aunque las partes que forman un servomotor son mecanismos. En otras palabras, un servomotor es un motor especial al que se ha añadido un sistema de control (tarjeta electrónica), un potenciómetro y un conjunto de engranajes, que no permiten que el motor gire 360 grados, solo aproximadamente 180. Los servomotores son comúnmente usados en modelismo como aviones, barcos, helicópteros y trenes para controlar de manera eficaz los sistemas motores y los de dirección



Descomposición de un servomecanismo.



Circuito electrónico de un servomecanismo.

La sección de mando en sistemas electro neumáticos o electrohidráulicos esta compuesto de componentes eléctricos y electrónicos dependiendo de la tarea a ser realizada.

Conceptos Básicos de un PLC

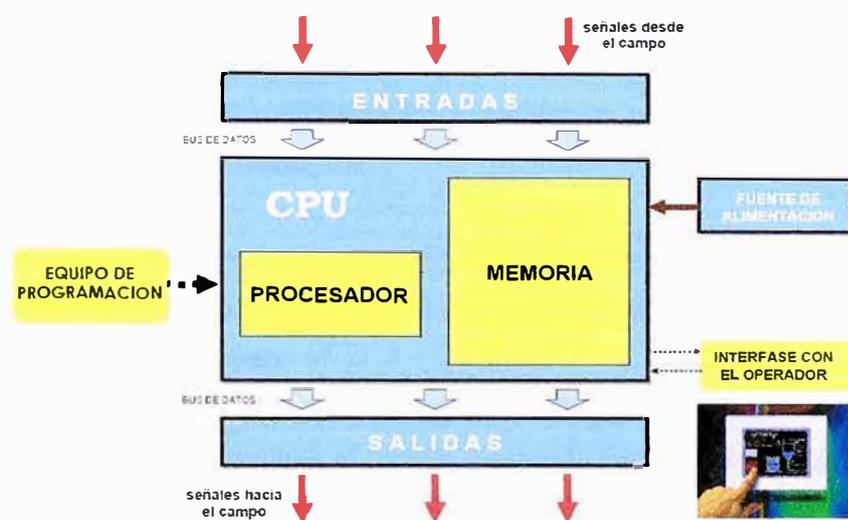
Estructura de un PLC. Tipos de Módulos. Configuración

Típicamente un PLC se compone de tres partes en líneas generales:

SISTEMA DE ENTRADA Y SALIDAS (I/O): Basado en los conversores de entrada que convierten las señales de alto nivel que provienen de los dispositivos de campo en señales de nivel lógico que el procesador puede leer. Los módulos de salida convierten las señales de salida de nivel lógico en señales de alto nivel que se requieren en los diferentes dispositivos de campo.

PROCESADOR: Que es el dispositivo que lee las entradas y entrega salidas basadas en un programa determinado.

PROGRAMADOR O MONITOR DE PROGRAMA: El cual ingresa el programa del usuario a la memoria o lo cambia y monitorea la ejecución del mismo.



MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA

Los módulos de entrada o salida son las interfaces electrónicas que proporcionan el vínculo entre el CPU del PLC y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellas se origina el intercambio de información, ya sea con la finalidad de adquirir datos o para el mando o control de las máquinas presentes en el proceso.

Los módulos de entrada, transforman las señales de entrada a niveles permitidos por la CPU. Mediante el uso de un acoplador óptico, los módulos de entrada aíslan eléctricamente el interior de los circuitos, protegiéndolo contra tensiones peligrosamente altas, los ruidos eléctricos y señales parásitas. Finalmente, filtran las señales procedentes de los diferentes sensores ubicados en las máquinas.

Los módulos de salida permiten que la tensión llegue a los dispositivos de salida. Con el uso de un acoplador óptico y con un relé de impulso, se asegura el aislamiento de los

circuitos electrónicos del controlador, y se transmiten las ordenes hacia los actuadores de mando. Los módulos de entrada y salida mayormente usados son:

Módulos de Entrada discreta: Son las interfaces entre los dispositivos externos (denominados también sensores) y la CPU del PLC.

Módulos de Salida discreta: Al igual que los módulos de entrada discreta, se usan como interfaz entre la CPU del controlador y los dispositivos externos (actuadores). Existen del tipo Transistor, del Tipo Triac y del Tipo Relé.

Módulos de Entrada Analógica: tienen como función digitalizar las señales analógicas para que puedan ser procesadas por la CPU. Estas señales analógicas que varían continuamente pueden ser magnitudes representativas de temperaturas, presiones, tensiones, corrientes, etc.

Módulos de Salida Analógica: Estos módulos son usados cuando se desea transmitir órdenes hacia actuadores que pueden recibir señales analógicas de voltaje o de corriente, es decir que varían continuamente en el tiempo, actúan de una manera inversa al de los módulos de entrada analógica.

CONFIGURACION

La forma en que un programa ingresa al PLC depende del equipo de programación que provee el fabricante. Es importante para el usuario familiarizarse con las funciones del programador, las cuales incluyen:

Programador: Es el software que provee un ambiente para ingresar los programas. Es importante porque puede determinar el tiempo requerido para escribir un programa.

Monitoreo: Provee un ambiente para el monitoreo de la ejecución del programa en tiempo real.

Almacenamiento del Programa: Permite al programa ser almacenado en un determinado formato separado del PLC, en cualquier tipo de medio de almacenamiento.

Documentación: Permite obtener una copia impresa del programa.

Instrucciones Básicas

Las instrucciones básicas de un PLC varían de acuerdo a la marca y modelo, sin embargo actualmente han sido normalizadas.

Las instrucciones básicas son:

1. **FUNCIÓN LOAD (LD)** o inicio de programa, está inicia la operación de cada línea lógica; forma subcadenas. En lenguaje de contactos indica que se comienza con un contacto normalmente abierto. Ejemplo:



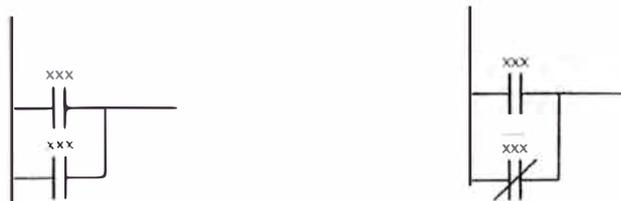
2. FUNCIÓN LOAD NOT cumple la misma función que la anterior, pero representa el inicio con un contacto normalmente cerrado. Ejemplo:



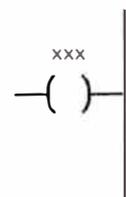
3. FUNCIÓN AND y AND NOT, realiza la operación lógica "Y" de dos o más elementos, es decir, conecta dos o más elementos en serie, la primera de ellas expresa un contacto NA y la segunda un contacto NC. Ejemplo



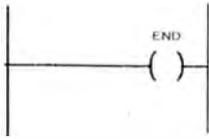
4. FUNCIÓN OR y OR NOT, realiza la operación lógica "O" entre dos o más elementos, es decir conecta dos o más elementos en paralelo, la primera representa un contacto NA y la segunda un contacto NC. Ejemplo:



5. FUNCIÓN OUTPUT, esta es la instrucción de salida, el resultado de cualquier operación lógica es enviado mediante esta instrucción a algún relé especificado o relé de salida. Ejemplo:



6. FUNCION END, indica el final del programa
Ejemplo:



Manejo de Señales Analógicas. Rangos de Entrada y Salida

La transmisión de información analógica esta caracterizada por un cambio continuo de la señal. En el control de procesos, las señales estándares mayormente usadas corresponden a corriente de 0/4 a 20 mA, aunque a menudo se conectan dispositivos de entrada con señales en voltios o milivoltios y en ohmios; tratar estas señales para que la información que recibe o envía el PLC corresponda a los valores reales es trabajo de las Tarjetas De Entradas Analógicas que se conectan a los sensores, así como de la Tarjeta que permite la conexión hacia los Transmisores y de la representación de los valores medidos de la señal de entrada y salida.

Cualquier magnitud analógica que se desea procesar a través de los módulos de entradas analógicas, tiene que estar representada por una señal de voltaje, corriente o resistencia y estar comprendidas dentro de los rangos aceptados por dichos módulos; para asegurar esto (en especial en lo referente a voltaje y corriente, estas señales provienen de transmisores o transductores de campo.

Estos módulos se distinguen por el tipo de señal que reciben, pudiendo ser de voltaje (mV) o de corriente (mA) los que se encuentran dentro de ciertos rangos estandarizados.

Los más utilizados son:

Señal de Corriente: 0-20 mA, 4-20 mA, +- 10mA

Señal de Voltaje: 0-10 V, 0-5 V, 0-2 V, +- 10 V

La ventaja de trabajar con señales de corriente y no con señales de voltaje, radica en que no se presentan los problemas del ruido eléctrico y de caída de tensión.

En los módulos de salida, las señales analógicas de salida son de dos tipos, señales de corriente y señales de voltaje. Dentro de los valores estandarizados tenemos:

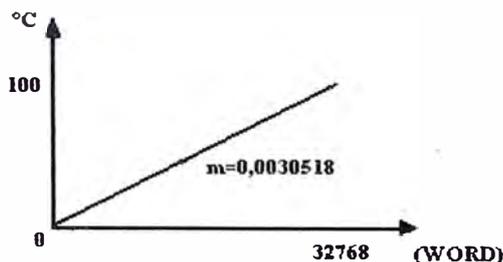
Señal de Corriente: 0-20 mA, 4-20 mA, +- 20mA

Señal de Voltaje: 0-10 V, +- 10 V

ESCALAMIENTO DE SEÑALES ANALOGICAS

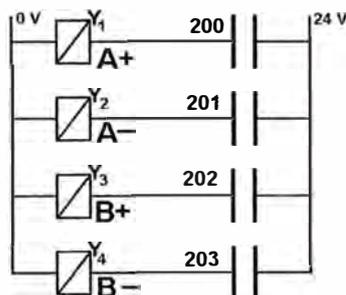
Este modulo funcional lee un valor analógico en una tarjeta de entrada analógica; a su salida suministra un valor situado dentro del margen especificado (normalizado) por el usuario. Con los parámetros Limite Superior y Limite Inferior el usuario delimita su margen deseado. Por ejemplo:

El escalamiento que hicimos funciona de la siguiente manera, cuando en la entrada tenemos 0 Volt la palabra es 0 que equivale a 0 °C y para 10 Volt la palabra es 32768 equivalente a 100 °C.



Etapa de Potencia. Manejo de la Etapa de Potencia a la Salida de un PLC

En los controladores programables, las interfaces de entrada se encargan de convertir la tensión que reciben de sensores, límites de carrera, pulsadores, llaves, etc., en un nivel de tensión apropiado para la operación de la CPU. De la misma manera, las interfaces de salida permiten, partiendo de señales de baja tensión originadas en la CPU, comandar contactores, solenoides de válvulas, arrancadores de motores, etc., valiéndose de elementos que los puedan manejar, tales como triacs, relés o transistores de potencia.



Conexión de Potencia

PLC y Paneles de Operador

Paneles de operador (HMI)

Los paneles de operador son los dispositivos encargados de intercambiar información entre los automatismos y los operadores humanos. En el caso de los PLC lo que permiten es la modificación de los valores de variables en forma amigable, permitiendo el agregado de textos descriptivos para hacer más amigable la interface.

Tipos de paneles

Los paneles de operador pueden dividirse en dos grandes grupos:

Alfanuméricos: Pueden mostrar en pantalla solo caracteres alfanuméricos (letras y números). El criterio de selección depende de la cantidad de líneas de texto y de la

cantidad de caracteres por línea. Existen en este grupo dos tipos de iluminación de pantalla distintos. Los backlight (Iluminación posterior de un display LCD) o bien fluorescente (caracteres con luz propia).

Gráficos: Pueden visualizarse en pantalla gráficos descriptivos (relojes, indicadores de barra, mnemónicos d.l sistema, etc.). El criterio de selección depende del tamaño de la pantalla, si es o no color, definición en pixels, etc.

Criterios de selección

- Al momento de seleccionar un panel de operador debe tenerse en cuenta
- Cantidad de datos a visualizar: De acuerdo al número de datos a visualizar puede ser relevante o no la capacidad de memoria de programación del panel.
- Necesidad de visualizar datos de manera gráfica.
- Protocolo de comunicación del panel: Debe tenerse en cuenta que la mayoría de los paneles de operador intercambian datos con el PLC u otro automatismo a través de algún tipo de comunicación, por lo tanto debe tenerse en cuenta la compatibilidad de protocolos.

Interacción de un PLC con un Panel de Operador. Conexión

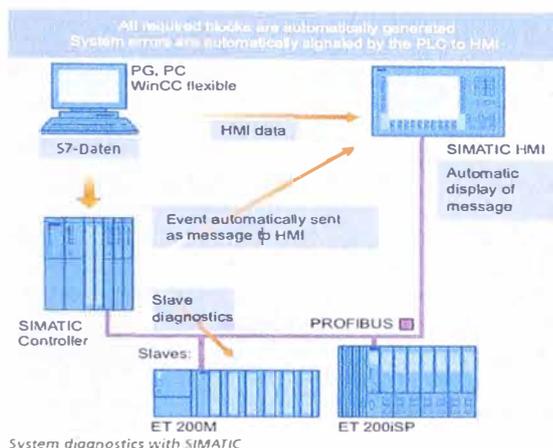
Al momento de elegir el tipo de instrucción a utilizar en un programa, debemos revisar cuantas opciones tenemos que nos permitan cumplir con la lógica que requiere el proceso a automatizar y elegir la mas adecuada y practica. Los paneles de operador son ampliamente utilizados en la industria, pues permiten eliminar el uso de pulsadores y la operación remota.



Los paneles SIMATIC de la serie 70 están perfectamente equipados para tareas de interfaz hombre-máquina de pequeño alcance

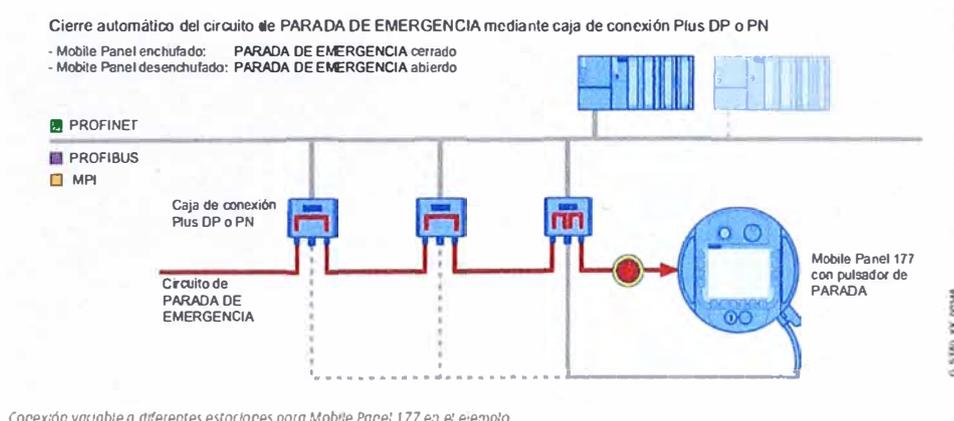


Mobile Panel 177 (izquierda) o 277 IWLAN (derecha): la variante correcta
 Para cada aplicación; también con conexión PROFINET/Ethernet



Red de PLC con Panel de operador

El SIMATIC Mobile Panel se puede configurar de manera que se active la interfaz de usuario correspondiente a cada punto de conexión. Al enchufar el panel móvil a la caja de conexión, el punto de conexión se detecta inequívocamente, lo que permite ejecutar autorizaciones HMI o acciones específicas de la máquina en función del punto de conexión elegido



ANEXO B

PLC MASTER K200S Y HMI PROFACE GP-2401



Master-K200S Series Programmable Logic Controllers



The Master K200S family of Programmable Logic Controllers provide a quality product offering at an affordable price. They are the ideal choice for small to medium control systems (up to 354 points) that require high speed processing (0.5 micro-sec/step).

They consist of a Base Board (back-plane) onto which a Power Supply Module, CPU Module, and one or more I/O Modules, Special Function Modules, or Communications Modules are mounted.

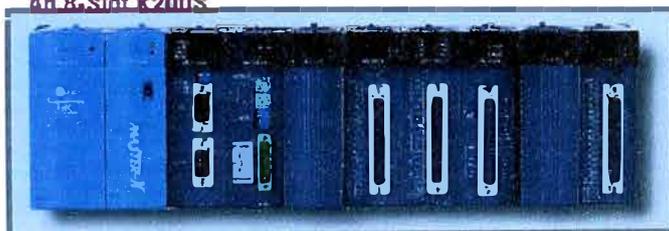
A 4-Slot K200S



A 6-Slot K200S



An 8-Slot K200S



- Due to the versatility of configuration, a design can be configured to meet the exacting needs of your specific application.
- The Master K200S has been successfully installed in thousands of applications world-wide involving Motion Control, Process Automation and Building Automation Systems.
- Easy programming is achieved, either in Ladder Logic or Mnemonic, using Windows-Based KGL-WIN software, which is provided at no cost.
- Where PC-based Operator interface software is required, an OPC Compliant Server is available at no charge, offering easy communication, either serially or Ethernet based, to any OPC Client Application.
- Base Boards are available to support 4, 6, 8 or 12 I/O Modules, Special Function or Communications Modules.
- Where applications require additional I/O or where distribution of I/O is preferred, an Extendable Smart Remote I/O system is available.
- Three CPU Controller Modules are available. Depending on the model selected, they offer built in Cnet RS-232 communications, PID Control (manual or auto-tune), RS-422/485 communications, Real-Time Clock Function and High Speed Counter Input.



Specifications

- **Operation Method:**
Cyclic Execution of Stored Program,
Time Driven Operation, Interrupt Task Operation
- **I/O Control Method:**
Scan synchronized batch processing method
Direct Method by Program
- **Program Language:** Ladder Diagram, Mnemonic
- **Number of Instructions:** Basic 30, Application 218
- **Processing Speed:** 0.5 micro sec/Step
- **Program Memory Capacity:** 7K Steps
- **Maximum I/O Points:** 384
- **Memory Types:**
P (I/O Relay) 512 Points
M (Auxiliary Relay) 3072 Points
K (Keep Relay) 512 Points
L (Link Relay) 1,024 Points
F (Special Relay) 1,024 Points
T (Timer) 192 Points/100ms, 64 Points/10ms
C (Counter) 256 Points
S (Step Controller) 100 x 100 Step
D (Data Register) 5,000 Words
- **Timer Types:**
On-delay, Off Delay, Integration,
Monostable, Retriggerable
- **Counter Types:** Up, Down, Up-down, Ring Counter
- **Special Functions:** On-line Editing, Change I/O by force
- **Operational Modes:** Run, Stop, Pause, DeBug
- **Self-diagnostic Functions:**
Watchdog timer, Memory Error, I/O Error,
Battery Error, Power Supply Error

I/O, Special Function, and Comm Modules

- **DC Input Modules:**
5 Types, 8, 16 & 32 Points
- **AC Input Modules:**
2 Types, 8 Points 110 & 220 VAC
- **Relay Output Modules:**
2 Types, 8 & 16 Points
- **Transistor Output Modules:**
4 Types, 16 & 32 Points (NPN & PNP)
- **Triac Output:**
1 Type, 8 Points 100~240 VAC
- **I/O Hybrid Module:**
1 Type, 8 Points DC Input, 8 Points Relay Output
- **Analog Input Module:**
1 Type, 4 Channels, Current or Voltage
- **Analog Output Modules:**
2 Types, 4 Channels, Current or Voltage
- **High Speed Counter Modules:**
3 Types, 50 kpps, 200 kpps or 500 kpps
- **Positioning Modules:**
2 Types, Cpan Collector or Line Drive Type
- **T/C Input Module:**
1 Type, K, J, E, T, B, R, S Thermocouples
- **Communication Modules:**
13 Types, Ethernet, Fieldbus, DeviceNet,
Profibus, 232C & RS-422/485

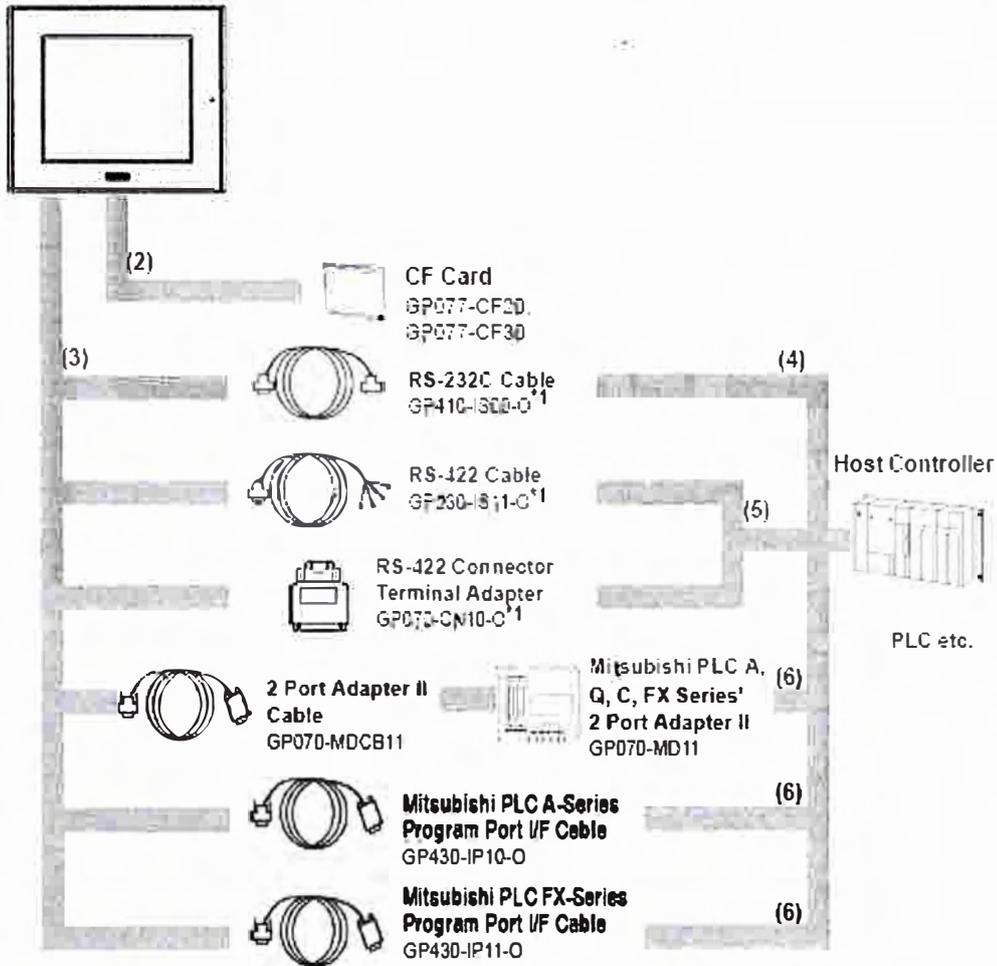


1.1.1 GP-2401/2501/2601 Series System Design

■ GP RUN Mode Peripherals



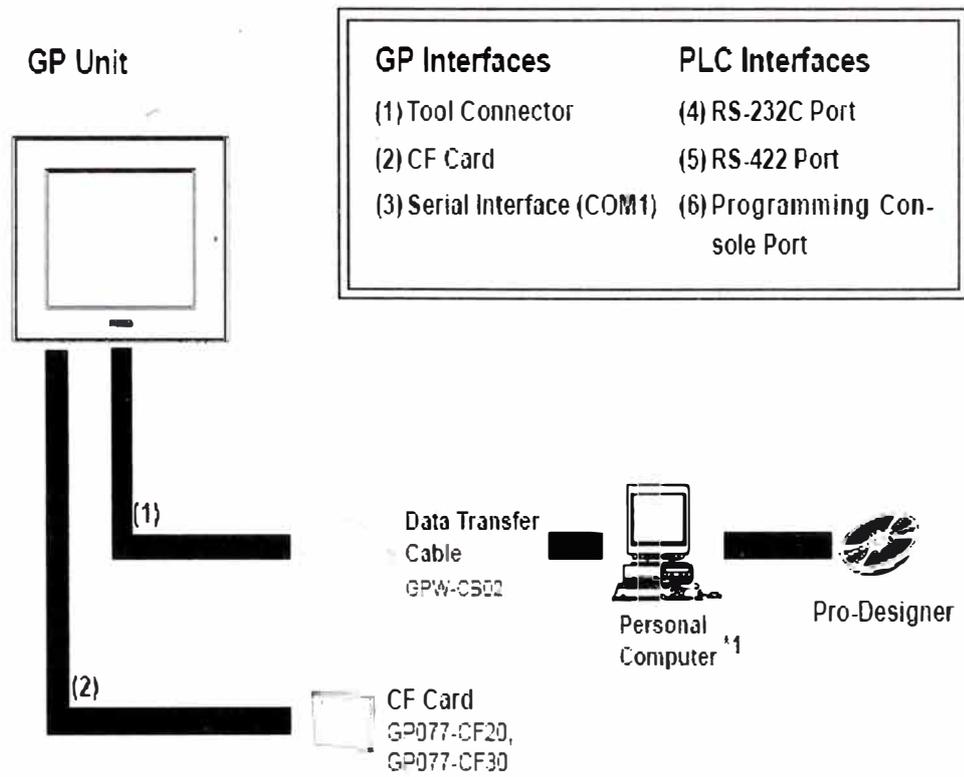
GP Unit



*1 *Certain types and models of PLCs cannot be connected.*

▼ **Reference** Pro-Designer On-line Help

■ GP Edit Mode Peripherals



*1 Certain types and models of PCs cannot be connected.

▼ **Reference** Pro-Designer On-line Help

2.2 Functional Specifications

2.2.1 Display

	GP-2401T	GP-2501T	GP-2501S	GP-2601T
Type	TFT type color LCD		STN type color LCD	TFT type color LCD
Resolution	640 x 480 pixels			800 x 600 pixels
Effective Display Area	W149.8mm [5.90in.] x H112.3mm [4.42in.]	W211.2mm [8.34in.] x H158.4mm [6.24in.]		W246mm [9.69in.] x H164.5mm [7.26in.]
Colors	256 / No blink ¹ , 64 colors / 3-speed blink		64 colors / 3-speed blink	256 / No blink ¹ , 64 colors / 3-speed blink
Backlight	CCFL (Service life: 50,000 hrs. at 25°C and 24hr. operation)			
Brightness Control	4 levels of adjustment available via touch panel.			
Contrast Adjustment			6 levels of adjustment available via touch panel	
Language Fonts	ASCII: (Code page 850) Alphanumeric (incl. Eur. characters) Chinese: (GB2321-80 codes) simplified Chinese fonts Japanese: ANK 156, Kanji : 6962 (JIS Standards 1 & 2) Korean: (KSC5601 - 1992 codes) Hangeul fonts Taiwanese: (Big 5 codes) traditional Chinese fonts			
Text Sizes	6X8, 8X16, 16X16 and 32X32 dot fonts			
Font Sizes	Both height and width can be expanded 1, 2, 4 or 6 times.			
Text	8x8 dots	80 Char. x 60 rows		100 Char. x 75 rows
	8x16 dots	80 Char. x 30 rows		100 Char. x 37 rows
	16x16 dots	40 Char. x 30 rows		50 Char. x 37 rows
	32x32 dots	20 Char. x 15 rows		25 Char. x 18 rows

¹ Changing the "Colors" setting to "256 colors" will disable the blink feature on all of your project's screens. If you wish to use the blink feature, do not change this setting to "256 colors".

BIBLIOGRAFIA

1. - KATSUHIKO OGATA, Ingeniería de Control Moderna - 4ta. Edición
Pearson Educación S.A. Madrid 2004
2. - DORF RICHARD C., BISHOP ROBERT H., Sistemas de Control Moderno – Ed. 2005
Pearson Prentice Hall
3. - GEORGE T. HALMOS, Roll Forming Handbook – Ed. 2006
Taylor & Francis Group
4. - LS, MASTER K SERIE 200S Catálogo LS-200S
5. - TECSUP, Sensores y Actuadores (Folleto Instructivo) 2007
6. - TECSUP, Control Secuencial con PLC (Folleto Instructivo) 2007