

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y
COMPUTACIÓN**

PROYECTO FINAL DEL TÓPICO DE GRADUACIÓN

TEMA:

***CONTROL DEL PROCESO DE UNA MÁQUINA
EMPACADORA MEDIANTE “PLC” Y MONITOREO
DESDE UN “PC” Y UN PANEL DE OPERADOR “OP5”
UTILIZANDO LOS PROGRAMAS ESPECIALIZADOS
“STEP7- Micro/ WIN”, “IN TOUCH” Y “PRO TOOL”***

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL**

AUTOR:

SÍXIFO FALCONES ZAMBRANO

1999-2000

RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño de un sistema moderno de control para el proceso de una máquina empacadora básica. Para efecto se ha construido una pequeña red punto a punto (MPI), la cual está conformada por un PLC Simatic S7-200 con CPU 216, un panel de operador OP5 de Siemens y un computador.

El PLC tiene dos puertos integrados de comunicación con protocolo PPI, por lo tanto se puede acceder a él por dos vías diferentes asignándole dos direcciones. El programa que reside en el PLC fue editado en el programa Step7-Micro/WIN destinado para cargar y monitorear (sin gráficos) desde aquí todos las CPU's de la serie S7-200 de Siemens.

Desde el computador se va monitorear el proceso por medio del programa InTouch. Este es un programa que utiliza muchos gráficos y efectos especiales para hacer una simulación en tiempo real del proceso completo. Cuenta con muchas herramientas poderosas que facilitan el trabajo de diseño y ofrece muchas alternativas para lograr un control muy eficaz y moderno.

InTouch se comunica indirectamente con el PLC, accediendo a un programa servidor llamado KEPServer utilizando el protocolo de comunicaciones DDE. Este a su vez transfiere los datos por la interface de comunicaciones RS-232A serie del computador. Este puerto de comunicaciones serie está acoplado a la interface PPI del PLC por medio de un cable de conexiones PC/PPI.

El panel de operador OP5 de Siemens es otro medio de monitoreo. Ha sido diseñado específicamente para monitorear el proceso desde el campo. No es gráfico, pero es tiene todas las funciones necesarias. El programa que reside en el OP5 se edita en el programa ProTool.

Todos los programas y las pantallas han sido elaborados cuidadosamente y tomando en cuenta todos los factores de seguridad y estabilidad que se necesitan para un correcto funcionamiento de un proceso industrial.

INTRODUCCIÓN

Las más importantes aplicaciones de la Electrónica Industrial se encuentran en la automatización de los procesos Industriales, en nuestro caso específicamente las máquinas empacadoras de productos. Para la elaboración de este proyecto se ha citado la máquina empacadora básica, analizando sus características y estructura, estudiando el funcionamiento y diseño de cada pieza componente. De esta manera poder realizar el control del proceso que realiza la máquina.

El control está compuesto por los sensores, el PLC y el programa que radica en él. La nueva alternativa en la automatización es la utilización de sistemas y programas de monitoreo. De esta manera se puede manipular remotamente la ejecución del proceso en tiempo real, leyendo todos parámetros físicos importantes.

El control del proceso se ejecutará mediante la implementación de una pequeña red punto a punto (PPI), conformada por un PLC Simatic de la serie S-200 con CPU 216, donde radica el programa de control. Un panel de operador OP5 y la PC, desde los cuales se puede monitorear el proceso.

El PLC se programa utilizando el programa Step7-Micro/WIN 2.0. Para el OP5 se utiliza el programa PRO TOOL 5.01 y para monitorear el proceso desde el computador, utilizamos IN TOUCH 7.0 con el programa servidor KEPServer.

CAPÍTULO 1

EL PLC EN LA AUTOMATIZACIÓN

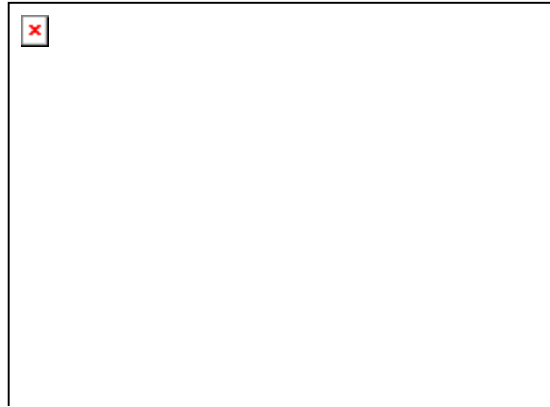
La Automatización es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.

La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovaciones técnicas como la división del trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas, y el desarrollo de las máquinas de transferencia y los sistemas de realimentación.

El concepto de automatización está evolucionando rápidamente, en parte debido a que las técnicas avanzan tanto dentro de una instalación o sector como entre las industrias. Por ejemplo, en una refinería, el petróleo crudo entra por un punto y fluye por los conductos a través de dispositivos de destilación y reacción, a medida que va siendo procesado para obtener productos como la gasolina y el fueloil. Un conjunto de dispositivos controlados automáticamente, dirigidos por microprocesadores y controlados por una computadora central, controla las válvulas, calderas y demás equipos, regulando así el flujo y las velocidades de reacción.

Un PLC (Programable Logic Controller) es una computadora industrial para maniobras y control de procesos industriales. Surgió como reemplazo de las lógicas construidas con relés electromecánicos, siendo diseñado para los más adversos ambientes industriales. En esencia, está compuesto por una CPU conteniendo en la memoria RAM un programa con la secuencia de la lógica a resolver y entradas y salidas interactuando con diversos dispositivos de campo. La utilidad de un PLC es

debido fundamentalmente a que ha reducido los costos de implementación de los automatismos en las plantas.



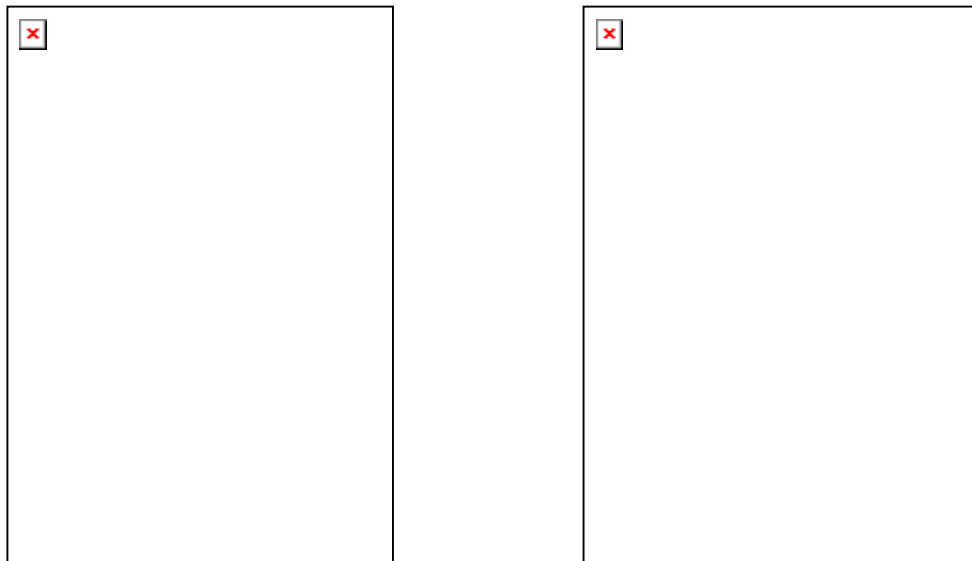
El lenguaje de programación por excelencia de los PLC's es el "Diagrama en Escalera" (Ladder Logic). Este es un lenguaje de programación gráfico que intenta representar con mayor fidelidad posible los viejos diagramas de conexionado de lógicas de relés. Fue este tipo de programación sumamente accesible para los usuarios la que permitió, en los orígenes de la industria del PLC, la difusión masiva de estos. Este lenguaje ha evolucionado con el tiempo y se han añadido bloques de funciones que permiten realizar todo tipo de operaciones: aritméticas, lógicas, matriciales, movimiento de bloques, control de procesos, etc.

Para desarrollar se utilizó el PLC SIEMENS S7-200 con CPU 216 debido a la facilidad de programar, utilizando el programa STEP7-Micro/WIN bajo Windows. Debido a su gran capacidad posee el número de entradas/salidas necesario para manejar todas las señales, en el proceso a controlar.

CAPÍTULO 2

LA MÁQUINA EMPACADORA

En una industria donde se elaboran productos que finalmente son sellados, se necesita una máquina que realice este trabajo. Este proceso es un punto clave en la producción. Se requiere mucha rapidez, precisión, higiene y todas las normas de seguridad necesarias. El diseño de una máquina empacadora ideal que reúna todas las exigencias de la industria moderna, caracterizada la constante búsqueda del perfeccionamiento, se ha convertido en área importante para la Ingeniería Industrial.



La Simionato S.p.a. es una empresa italiana dedicada a este campo y que siempre está a la vanguardia en cuanto a nuevos diseños, más eficientes y que se ajustan a los requerimientos que la industria y la demanda actual exigen. La empresa tiene mucha experiencia en la fabricación de pesadoras, dosificadoras, confeccionadoras y transporte del producto.

En general todas las máquinas empacadoras tienen el mismo principio de operación. Para el desarrollo del proyecto se utilizará una máquina empacadora

elemental, la cual reúne las características y funciones principales de una máquina empacadora. Esta máquina no es más que una combinación de diferentes elementos mecánicos como la estructura metálica en sí, bandas, válvulas solenoides, gatos neumáticos, etc., y elementos eléctricos como motores, sensores, contactores, PLC's, etc.

El sistema mecánico consta de una estructura de soporte tipo panel, en el cual se fijan todas las piezas. De un sistema de gatos neumáticos que genera la energía mecánica para el movimiento de las mordazas de sujeción. Un sistema guía que suministra la cinta plástica para formar la funda, la mantiene tensa y le da la forma tubular. Las mordazas que tienen la funciones de sujetar, sellar y cortar la funda para producir el empaquetamiento del producto. Y por último el dosificador que suministra el producto para empacar, lo cual incluye almacenarlo, transportarlo, pesarlo y depositarlo en el interior de la funda.

El sistema eléctrico consta de la parte de fuerza y la parte de control. La parte de fuerza incluye los disyuntores de protección, una etapa reductora de voltaje 110/24Vac para las resistencias que proporcionan el calor a las selladoras ubicadas en pares en cada mordaza. El compresor que suministra aire para toda la parte neumática. Una etapa reguladora de voltaje 12-24Vdc para los circuitos electrónicos y el motor que enrolla cuando es necesario la cinta plástica para mantenerla tensa. Las electroválvulas con bobinas 110V que permiten el paso del flujo de aire. Y finalmente la cuchilla eléctrica que consiste en una bobina que al energizarse mueve una hoja metálica afilada para cortar la funda horizontalmente.

La parte de control incluye los sensores como son la balanza electrónica, la cual señala cuándo el peso marca el valor de referencia. El sensor fotoeléctrico que envía el pulso cuando detecta la marca negra que indica que se debe cortar la funda. El sensor de tensión que consiste en un micro que se activa cuando la cinta plástica que se conduce por la guía no está estirada. También el PLC que es una unidad electrónica donde reside el programa que controla la secuencia lógica de todos los movimientos de la máquina, a él llegan todas las señales de los sensores y de él

parten las señales a los actuadores. Y por último el computador, desde aquí se va a monitorear todo tipo de señales que ocurren en el proceso por medio de programas de visualización.

El primer software utilizado es el Step7-Micro/WIN para programar el PLC Siemens modelo S7-200, disponible en el Laboratorio de Automatización, el cual controlará las funciones de todos los elementos secuencialmente. El otro software utilizado es InTouch de Wonderware, utilizado para monitorear el proceso, consiste en un programa residente en el computador que permite visualizar en tiempo real el proceso mediante gráficos dinámicos, que representan a cada objeto de la máquina ordenados en diferentes pantallas, y desde aquí enviar órdenes.

La secuencia empieza una vez que se ha encendido la máquina y la presión del aire es normal. Inicialmente el programa chequea la presencia de la cinta plástica en la guía mediante el sensor de tensión, si está presente intenta sostenerla con las mordazas horizontales y arrastrarla verticalmente hacia abajo hasta detectar la señal negra impresa, si esta aparece indica que la cinta está bien colocada, entonces hace un corte horizontal para empezar la primera funda. Si no se cumplen las condiciones anteriores el proceso no arranca o se detiene, generando las respectivas señales de advertencia.

Empezada la secuencia normal las mordazas verticales sellan el tubo formado por la guía. Ubicado en la posición superior el carro de arrastre, las mordazas horizontales cierran, el carro empieza a descender arrastrando consigo la funda, al mismo tiempo que las mordazas sellan en dos líneas horizontales. Al detectar la señal la cuchilla corta entre las dos líneas horizontales, las mordazas sueltan la funda y el carro regresa a la posición original. Formada la funda, el dosificador deposita el producto en la balanza hasta registrar el peso de referencia, entonces su escotilla se abre llenando la funda. Posteriormente la secuencia se repite periódicamente con normalidad mientras no se detecte una condición de falla.

Todos los movimientos son registrados en la pantalla del computador, que presenta imágenes en lo posible bien dibujadas de toda la máquina con diferentes vistas, una en cada pantalla. Aquí se representan también los displays del contador y de la velocidad de producción. También botoneras de paro y de cambio de pantalla, selectores de velocidad y de modo manual- automático. Si ocurre alguna falla el programa automáticamente presentará en el monitor la pantalla del área afectada.

Adjunto se encuentra un diagrama sencillo de la parte mecánica responsable del empaquetamiento del producto, y a la cual se debe controlar.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL EN STEP7-Micro/WIN

El software de programación Step 7-Micro/WIN asiste a las CPUs S7-200. Ofrece diversas funciones que permiten introducir, editar, depurar e imprimir el programa de usuario, mantener sus archivos de programa, manejar datos en bloques, comunicarse con su CPU y observar el estado de su programa.

La estructura del programa un S7-200 se compone de un programa principal de usuario al que le pueden seguir subrutinas y/o rutinas de interrupción. El programa principal se termina con la instrucción absoluta END (MEND en AWL).

Las directrices que aparecen a continuación muestran las tareas principales que se pueden ejecutar con Step 7 - Micro/WIN.

- Crear un proyecto.
- Introducir el programa de usuario.
- Compilar y depurar el programa.
- Documentar el programa.
- Imprimir el programa y la documentación.

- Cargar el programa en la CPU.
- Comprobar el programa.
- Determinar una contraseña (opcional).
- Cambiar la CPU a modo RUN.
- Vigilar la aplicación con funciones de estado y de tabla.

Cuando se crea un nuevo proyecto, Micro/WIN crea un bloque lógico, un bloque de datos, una tabla de estado y una tabla de símbolos. Además, reserva memoria para los comentarios y la configuración de la CPU.

El programa fue diseñado en el editor KOP. En este editor de programas, los elementos básicos se representan con contactos, bobinas y cuadros. Una hilera de elementos interconectados que constituyen un circuito completo se denomina un segmento.

La tabla de símbolos es un bloque adicional que permite almacenar ordenadamente la dirección de memoria y la descripción de cada variable o nombre que asignó a los elementos que intervienen en el control del proceso. El programa toma esta información y muestra en el editor el nombre simbólico en lugar de las direcciones de memoria.

La tabla de estado es un bloque desde donde se puede monitorear en tiempo real el estado de cada variable, de cualquier tipo. Comprende las siguientes columnas: "Dirección", "Formato", "Valor actual" y "Cambiar valor por". Cuando se habilita esta vía de monitoreo, la comunicación entre el PLC y la PC queda permanentemente ocupada, por lo tanto no se puede monitorear el proceso desde In Touch.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO EN INTOUCH 7.0 Y EN PROTOOL

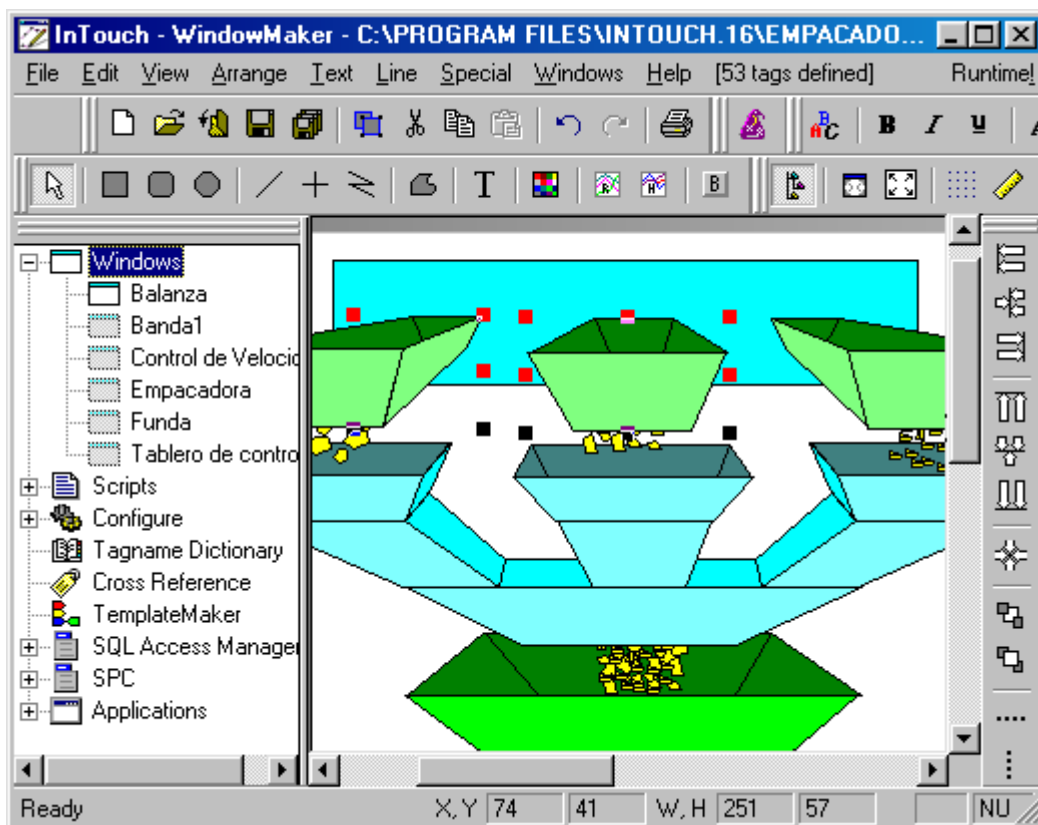
InTouch de Wonderware, provee una visión integrada simple de todo el control y recursos de información. InTouch permite a los ingenieros, supervisores, administradores y operadores visualizar e interactuar con el trabajo de una operación completa, mediante representaciones gráficas de los procesos de producción.

Dentro de sus características de funcionamiento se destaca la facilidad que brinda para configurar las aplicaciones. Los objetos y grupos de objetos pueden ser movidos, darles tamaño, y animados rápidamente. Herramientas poderosas para diseño orientado a objetos hacen fácil dibujar, arreglar, alinear, duplicar, combinar, etc. los objetos.

El programa servidor al cual accede InTouch para tomar los valores que se originan en el PLC, y escribir en las entradas se llama KEPServer, utilizando el protocolo de comunicación DDE. Este servidor se comunica con una amplia lista de diferentes marcas de PLC's, incluyendo al Siemens. Toma los valores directamente de la interface de comunicación al que está conectado el PLC o la red.

Para editar una pantalla se oprime el acceso directo a WindowMaker, que es el editor de las pantallas. En esta pantalla se graficará y se programará cada objeto de los que representan las piezas reales que componen el proceso a controlar

WindowMaker cuenta con una librería llamada Wizard Selection, que incluye imágenes muy útiles graficadas de una manera elaborada. La mayoría de éstas son objetos que están pre-programados y sólo requieren ciertos parámetros, según la aplicación que representen. Estos elementos pueden ser sliders, buttoms, switches, frames, historical trends, pantalla para ingreso de valores, displays, etc.



En el InTouch se pueden desarrollar programas que se ejecutan en la memoria del PC, y que complementan el existente en el PLC. Estos programas son llamados “Scripts”. Entre ellos, el Application Script y los Condition Scripts son los más utilizados, inclusive en el proyecto. El lenguaje de programación es Pascal. El Application Script es un programa principal que incluye todas las pantallas. Los Condition Scripts son sub-programas que se ejecutan siempre y cuando se cumpla una condición lógica.

Una vez elaboradas las pantallas en WindowMaker, para iniciar la simulación del proceso se selecciona el runtime. El runtime es ejecutado por WindowViewer y se puede iniciar al seleccionar el acceso directo que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla de WindowMaker.

Para el proyecto se elaboraron seis pantallas llamadas: Controles, Empacadora, Balanza, Banda, Funda y Pantalla.

En la pantalla “Controles” se simula el tablero de control para la máquina. Este incluye las botoneras de paro, marcha y reset, así como reloj, contador y accesos a las otras pantallas.

La pantalla “Empacadora” muestra la parte frontal de la máquina. Desde aquí se puede observar el movimiento de los gatos neumáticos y la formación de los paquetes.

La pantalla “Balanza” se simula el trabajo que hace dosificador, donde se encuentran los canales surtidores y la balanza electrónica, desde que recibe el producto en bruto, hasta que lo deposita en el paquete ya pesado.

La pantalla “Banda” muestra la operación de la banda transportadora que provee el material a empaquetarse.

La pantalla “Funda” muestra la cara lateral izquierda de la máquina empacadora. Aquí se puede observar si la posición de la cinta plástica es correcta o si el rollo aún no se termina.

La última pantalla, llamada “Pantalla” muestra un tren histórico de la velocidad de referencia fijada para los motores de banda, ingresada desde el tablero de control, y la velocidad real de uno de los motores. El control de velocidad utilizado es un Integral.

El panel de operador utilizado en el proyecto para formar una red con el PLC y la PC es el OP5. Desde aquí se puede hacer también el monitoreo del proceso, casi con todos los controles utilizados en las pantallas de InTouch, pero con la diferencia que el ambiente no es a base de gráficos.

El programa utilizado para programar cualquier panel de la familia COROS es ProTool. Aquí se pueden editar todas las pantallas que presentarán en el panel. Las imágenes están ordenadas mediante una configuración de ramificación. También

se editan independientemente las imágenes que se presentan para indicar avisos de alarma.

Las teclas de funciones en el OP5 con asignación local provocan acciones distintas en la unidad de operación, en función de la situación. Una tecla de funciones cuya asignación pueda cambiar en función de la imagen se denomina Tecla soft. Estas teclas son de F2 a F5. En cada pantalla estas mismas teclas tienen asignadas funciones diferentes. También dispone de un teclado de sistema, como el numérico y alfanumérico para ingresar datos. También incluye las teclas ENTER, SCAPE, DELETE, DIR, +/-, SHIFT, ACKNOWLEDGE, entre ellas.

CONCLUSIONES

- Gracias al desarrollo conjunto de la electrónica de circuitos integrados y los sistemas de programación, se ha conseguido una herramienta poderosa que simplifica el trabajo de diseño del control de todo tipo de proceso en una industria. Se ha logrado disminuir el tiempo de diseño y montaje de los sistemas de control así como sus dimensiones, aumentando simultáneamente su maniobrabilidad, confiabilidad y eficiencia.
- Los avances conseguidos en la electrónica de telecomunicaciones y los métodos de administración de información, han producido que la transferencia de datos sea más rápida y confiable. Ahora los sistemas de control independientes pueden comunicarse entre sí, dando lugar a la formación de redes para facilitar el acceso al control, inclusive desde lugares muy remotos.
- El PLC es una unidad de procesamiento de datos, equivalente a una computadora, pero de menor capacidad. Diseñado inicialmente para ejecutar el control en la industria. Este instrumento se ha convertido en la base de los sistemas de control. Complementando su trabajo con poderosos programas para

su programación y de monitoreo, y formando parte de una red de información se puede obtener el sistema de control más seguro y versátil.

- La Automatización de procesos industriales ha evolucionado mucho con la electrónica. Todos las máquinas y equipos de medición en la actualidad tienen la posibilidad de comunicarse directa o indirectamente entre ellos y con sistemas remotos de monitoreo. Esto ha disminuido los gastos de producción en las industrias y brinda un efectivo control de calidad.
- La utilización de estas modernas herramientas de control, así como la actualización permanente en este campo, es la única vía de desarrollo que tienen las industrias. Esto es motivo suficiente para que la Universidad trabaje con más dedicación en este campo tan importante.

BIBLIOGRAFÍA

CATÁLOGO DE MÁQUINAS EMPACADORAS **SIMIONATO**

CATÁLOGO DE MÁQUINAS EMPACADORAS **MARTINI**

CATÁLOGO DE SENSORES INDUSTRIALES **CUTLER-HAMMER**

MANUAL DE PROGRAMACIÓN DEL S7-200, **STEP7-Micro/WIN**

MANUAL DE PROGRAMACIÓN DE **PROTOOL**

MANUAL DE PROGRAMACIÓN DE **INTOUCH**

ANÁLISIS DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS LINEALES POR **DRISCOLL**