



# 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

## AGRADECIMIENTO

*Antes que todo, agradezco a Dios, a quien le debo todo lo que soy, pues aunque era un chico muy pobre y sin oportunidad alguna, me iluminó el pensamiento y me hizo entender que yo era una persona capaz e importante para mi familia y para mi Patria. Después de Dios agradezco a mi gran familia; mi madre y mi hermano. Porque ellos dos son todo lo que he tenido.*

*Agradezco profundamente a todas las personas que colaboraron conmigo de alguna manera durante toda mi vida universitaria, principalmente a mis buenos amigos, por brindarme el apoyo que necesité para que yo pueda terminar con éxito mi carrera.*

*A las personas que últimamente me ayudaron desinteresadamente en la culminación este trabajo. Entre ellas: Familia Lituma-Silva, Familia Durán-Vinueza, Familia Parra-Morán, Ing. Carlos Gamarra, Ing. Jimmy Palomeque y el Ing. Oswaldo Valle. Porque siempre creyeron en mí.*

## **DEDICATORIA**

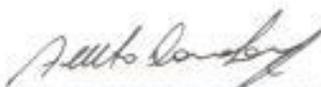
*Este trabajo y todo los méritos que consiga con él, se los dedico única y exclusivamente a mi madre, la señora Felicita Zambrano García. La persona que ha sido responsable de mi existencia, pilar de mi sobrevivencia y ejemplo de mis acciones. Para quién la mayor satisfacción es ver triunfar al hijo al cual le ha dedicado toda su vida.*

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**



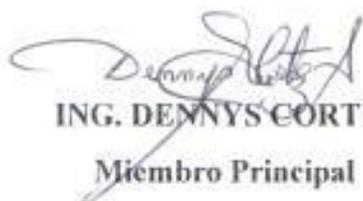
**ING. ARMANDO ALTAMIRANO**

**Sub-Decano de la FIEC**



**ING. ALBERTO LARCO G.**

**Director del Tópico**



**ING. DENNYS CORTEZ**

**Miembro Principal**



**ING. CARLOS SALAZAR**

**Miembro Principal**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, slanted upwards from left to right. The signature consists of a large, stylized initial 'S' followed by the name 'SIXIFO FALCONES ZAMBRANO' written in a cursive, connected script. The word 'SIXIFO' is written in a smaller, more compact font, while 'FALCONES' and 'ZAMBRANO' are larger and more prominent.

SIXIFO FALCONES ZAMBRANO

## 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 (PPI), 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 interfaces integradas 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 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 otra alternativa de monitoreo. Ha sido diseñado específicamente para monitorear el proceso desde el campo de trabajo. No es gráfico, pero es tiene todas las funciones necesarias. El programa que reside en el OP5 se edita en el programa ProTool 5.01.

El capítulo 1 muestra la importancia de la automatización como una vía de desarrollo en los países industrializados, con todas las ventajas de su uso y el impacto social que trae consigo. Como elemento base en la automatización de procesos industriales, describimos al PLC, analizando su estructura, funcionamiento y las ventajas sobre los métodos convencionales de control.

En este capítulo se cita a la familia de PLC's Simatic de Siemens, específicamente al S7-200 con CPU 216, que es la unidad que utilizaremos en este proyecto. Se analiza sus características mecánicas, eléctricas y capacidad de memoria, así como las herramientas y funciones más importantes que ofrece en la elaboración de los programas. También se incluyen las características del panel de operador OP5.

El capítulo 2 hace una breve referencia de las máquinas empacadoras, resaltando el campo de aplicación y una familia en particular, la serie SIMIONATO, una marca italiana que está a la vanguardia en la tecnología aplicada para la construcción de máquinas empacadoras. Se muestran algunas versiones de estas unidades.

Aquí se hace el análisis de funcionamiento de la máquina empacadora básica, en la cual se basa el diseño de los programas de control. Se presenta gráficamente las vistas de la máquina que muestran la ubicación de los actuadores que producen el movimiento, como son los gatos neumáticos y los motores. También se muestran algunos de los sensores, identificando cada uno de los parámetros que intervienen en el control y asignando la simbología adecuada. También se muestra el diseño de un controlador de velocidad para los motores trifásicos de las bandas.

En el capítulo 3 se hace referencia al programa Step7-Micro/Win, destacando las opciones y herramientas utilizadas en el desarrollo de este proyecto. Se presentan los editores de programa, así como también los procedimientos para establecer comunicación con el PLC, edición y carga del programa, y la visualización para

la ejecución del mismo. El programa de control de la máquina empacadora se muestra en el apéndice B.

En el capítulo 4 se hace un breve análisis de las características de InTouch y ProTool, en los cuales se editaron las pantallas para monitorear el proceso, mostrando los pasos para edición de los gráficos y de los programas que complementan la lógica del PLC, produciendo los diferentes efectos especiales. También se muestra el procedimiento para la ejecución del proceso.

En este capítulo también se analizan las conexiones de la red PPI, formada con los tres elementos de control y los protocolos de comunicación utilizados. Se establece una comunicación con una hoja de cálculo de Excel via DDE. Las pantallas elaboradas para InTouch y el panel de operador se muestran en los apéndices C y D respectivamente.

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

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO 1 EL PLC EN LA AUTOMATIZACIÓN</b>	
1.1 LA AUTOMATIZACIÓN	3
1.1.1 ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN	3
1.1.2 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA	6
1.1.3 LA AUTOMATIZACIÓN Y LA SOCIEDAD	7
1.2 EL PLC	8
1.2.1 LA NECESIDAD DE UTILIZAR UN PLC	9
1.2.2 ARQUITECTURA BÁSICA INTERNA DE UN PLC	10
1.2.3 FUNCIONAMIENTO DEL PLC	10
1.2.4 HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN DEL PLC	12
1.3 LA SERIE DE PLC's SIMATIC S7-200	13
1.4 EL PLC SIEMENS S7-200 CON CPU 216	14
1.4.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	15
1.4.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	17
1.4.3 AREAS DE MEMORIA	19
1.4.3.1 MEMORIA DE PROGRAMA	19
1.4.3.2 MEMORIA DE DATOS	20
1.4.3.3 MEMORIA DE PARÁMETROS	21
1.4.4 ACCESO A LA MEMORIA DE LA CPU	21
1.4.5 MODOS DE OPERACIÓN	23
1.4.6 FUNCIONES Y OPERACIONES	23
1.5 EL PANEL DE OPERADOR "OP5"	24

## CAPÍTULO 2 LA MÁQUINA EMPACADORA

2.1	APLICACIONES	26
2.2	NUEVAS TECNOLOGÍAS EN SU DISEÑO	26
2.3	LA MÁQUINA EMPACADORA BÁSICA	33
2.3.1	DISEÑO MECÁNICO	33
2.3.2	DISEÑO ELÉCTRICO	35
2.3.3	CONTROLADOR DE VELOCIDAD PARA LOS MOTORES DE BANDA	36
2.3.3.1	DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO	36
2.3.3.2	SIMULACIÓN DEL CIRCUITO	36
2.3.3.3	MEDICIÓN DE LAS SEÑALES	37
2.3.4	ELEMENTOS DE CONTROL (ENTRADAS / SALIDAS)	39
2.3.5	SECUENCIA LÓGICA DEL PROCESO	41
2.3.5.1	OPERACIÓN BAJO CONDICIONES NORMALES	41
2.3.5.2	OPERACIÓN BAJO CONDICIONES DE FALLA	43

## CAPÍTULO 3 DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL EN STEP7-Micro/WIN

3.1	ESTRUCTURA DE UN PROYECTO	45
3.2	CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO	46
3.3	EDITOR KOP	48
3.4	EDITOR AWL	50
3.5	TABLA DE SÍMBOLOS	51
3.6	TABLA DE ESTADOS	52
3.7	COMUNICACIÓN CON EL PLC	54
3.7.1	CONFIGURAR PUERTO	54
3.7.2	COMPILAR EL PROGRAMA DE CONTROL	56
3.7.3	CARGAR EL PROGRAMA EN EL PLC	57

3.7.4	CAMBIAR LA CPU A MODO RUN	58
3.7.5	ACTIVAR EL ESTADO KOP	59
3.7.6	FORZAR VALORES	60
3.7.7	AJUSTAR LAS SALIDAS	61

## CAPÍTULO 4 DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO EN INTOUCH 7.0 Y PROTOOL

4.1	CARACTERÍSTICAS DE INTOUCH	64
4.2	SISTEMAS DE MONITOREO	64
4.3	EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN "DDE"	65
4.4	KEPSERVER	66
4.5	SELECCIÓN DE LA APLICACIÓN	68
4.5.1	EL ACCESS NAME	68
4.5.2	CONFIGURACIÓN DE LAS PANTALLAS	69
4.5.3	EDICIÓN DE LAS PANTALLAS	70
4.5.4	EL "TAG DICTIONARY"	73
4.5.5	LOS "SCRIPTS"	76
4.6	COMUNICACIÓN DDE DESDE EXCEL	80
4.7	SIMULACIÓN DEL PROCESO CON WINDOWVIEWER	82
4.8	CARACTERÍSTICAS DE PROTOOL	83
4.8.1	EDICIÓN DE LAS PANTALLAS	84
4.8.2	CARGAR EL PROYECTO EN EL PANEL	85

## ANEXOS

ANEXO A	87
ANEXO B	97
ANEXO C	109
ANEXO D	116

CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES	130
BIBLIOGRAFÍA	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO 1

Figura 1.1	4
Figura 1.2	5
Figura 1.3	6
Figura 1.4	9
Figura 1.5	11
Figura 1.6	14
Figura 1.7	15
Figura 1.8	16
Figura 1.9	16
Figura 1.10	17
Figura 1.11	17
Figura 1.12	25
Figura 1.13	25

## CAPÍTULO 2

Figura 2.1	27
Figura 2.2	28
Figura 2.3	28
Figura 2.4	29
Figura 2.5	29
Figura 2.6	31
Figura 2.7	31
Figura 2.8	33
Figura 2.9	33
Figura 2.10	37

Figura 2.11	38
Figura 2.12	38
Figura 2.13	39

### CAPÍTULO 3

Figura 3.1	47
Figura 3.2	48
Figura 3.3	49
Figura 3.4	50
Figura 3.5	51
Figura 3.6	52
Figura 3.7	54
Figura 3.8	55
Figura 3.9	56
Figura 3.10	58
Figura 3.11	59
Figura 3.12	62

### CAPÍTULO 4

Figura 4.1	65
Figura 4.2	65
Figura 4.3	67
Figura 4.4	68
Figura 4.5	69
Figura 4.6	70
Figura 4.7	70
Figura 4.8	71
Figura 4.9	72

Figura 4.10	72
Figura 4.11	73
Figura 4.12	74
Figura 4.13	74
Figura 4.14	75
Figura 4.15	76
Figura 4.16	77
Figura 4.17	84
Figura 4.18	85

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

Tabla 1.1	18
Tabla 1.2	21

### CAPÍTULO 2

Tabla 2.1	30
Tabla 2.2	32
Tabla 2.3	40

### CAPÍTULO 4

Tabla 4.1	81
-----------	----

## INTRODUCCIÓN

Las más importantes aplicaciones de la Electrónica Industrial se encuentran en el área de la automatización de los procesos Industriales. Esto ha contribuido al desarrollo de la automatización. La comunicación y el alto nivel de programación son las características que se han añadido a los sistemas automatizados, permitiéndole tener muchas alternativas para el control.

El sistema automatizado estudiado en este proyecto es el de una máquina empacadora. 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 realizar un control eficiente 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 que intervienen en el proceso.

El control del proceso se puede ejecutar mediante la implementación redes de comunicación, enlazando varios procesos que trabajan independientemente y permitiendo un acceso desde varios puntos con niveles de prioridad. La red más sencilla es de conexión punto a punto (PPI). Esta red será implementada en el proyecto y está conformada por el 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.

Todos los PLC's cuentan con un software para editar y transferir el programa que generará la secuencia lógica del proceso. Los PLC's Simatic S7-200 se programan utilizando el software Step7-Micro/WIN 2.0.

Los programas de monitoreo radican y se ejecutan en la memoria del computador, la cual puede estar conectada por medio de una de las interfaces de comunicación RS232 del computador a un PLC o a una red, compuesta por varios PLC's y otros terminales de monitoreo. Para monitorear el proceso desde el computador, utilizamos IN TOUCH 7.0 el cual tiene acceso via DDE al programa servidor KEPServer. Este a su vez se comunica con el PLC leyendo y escribiendo en la memoria de datos de este.

Los paneles de operador gráficos o de líneas son otra alternativa de monitoreo, tienen ciertas limitaciones pero cuentan con muchas funciones. Estos también cuentan con un software de programación. Para el COROS OP5 se utiliza el programa PRO TOOL, 5.01. La comunicación es directa debido a que maneja el mismo de comunicación PPI del PLC Simatic.

## CAPÍTULO I

### EL PLC EN LA AUTOMATIZACIÓN

#### 1.1 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. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano. En la figura 1.1, los robots sueldan piezas de un automóvil en la línea de producción automatizada de una fábrica estadounidense. A medida que han ido avanzando la tecnología informática y la robótica, los robots han sido capaces de efectuar tareas cada vez más complicadas.

#### 1.1.1 ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

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.



*Figura 1.1*

La división del trabajo (esto es, la reducción de un proceso de fabricación o de prestación de servicios a sus fases independientes más pequeñas) se desarrolló en la segunda mitad del siglo XVIII, y fue analizada por primera vez por el economista británico Adam Smith en su libro *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* (1776). En la fabricación, la división del trabajo permitió incrementar la producción y reducir el nivel de especialización de los obreros.

La mecanización fue la siguiente etapa necesaria para la evolución hacia la automatización. La simplificación del trabajo permitida por la división del trabajo también permitió el diseño y construcción de máquinas que reproducían los movimientos del trabajador. A medida que evolucionó la tecnología de

transferencia de energía, estas máquinas especializadas se motorizaron, aumentando así su eficacia productiva. El desarrollo de la tecnología energética también dio lugar al surgimiento del sistema fabril de producción, ya que todos los trabajadores y máquinas debían estar situados junto a la fuente de energía.

Gracias a los avances de la tecnología y de la automatización, un único trabajador es capaz de controlar las actividades de una fábrica entera mediante un complejo panel de control. En la figura 1.2 vemos a un trabajador observando los robots de una línea de montaje mientras realizan tareas repetitivas en una planta metalúrgica. La ventana de cristal permite al operador vigilar la aparición de posibles problemas, y al mismo tiempo le protege de los ruidos, el calor y los vapores tóxicos.



*Figura 1.2*

## 1.1.2 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA

Muchas industrias están completamente automatizadas, o bien utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades. En las comunicaciones, y sobre todo en el sector telefónico, la marcación, la transmisión y la facturación se realizan automáticamente. También los ferrocarriles están controlados por dispositivos de señalización automáticos, que disponen de sensores para detectar los convoyes que atraviesan determinado punto. De esta manera siempre puede mantenerse un control sobre el movimiento y ubicación de los trenes. Figura 1.3.

No todas las industrias requieren el mismo grado de automatización. La agricultura, las ventas y algunos sectores de servicios son difíciles de automatizar. Es posible que la agricultura llegue a estar más mecanizada, sobre todo en el procesamiento y envasado de productos alimenticios. Sin embargo, en muchos sectores de servicios, como los supermercados, las cajas pueden llegar a automatizarse, pero sigue siendo necesario reponer manualmente los productos en las estanterías.

X 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, el sector petroquímico ha desarrollado el método de flujo continuo de

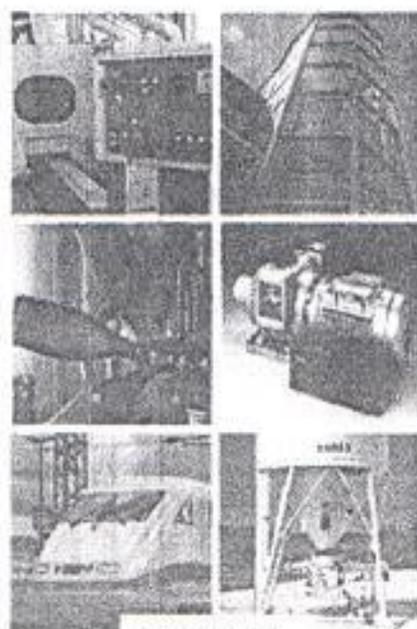


Figura 1.3

producción, posible debido a la naturaleza de las materias primas

utilizadas. 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.

Por otra parte, en las industrias de metalurgia, de bebidas y de alimentos envasados, algunos productos se elaboran por lotes. Por ejemplo, se carga un horno de acero con los ingredientes necesarios, se calienta y se produce un lote de lingotes de acero. En esta fase, el contenido de automatización es mínimo. Sin embargo, a continuación los lingotes pueden procesarse automáticamente como láminas o dándoles determinadas formas estructurales mediante una serie de rodillos hasta alcanzar la configuración deseada.

### 1.1.3 LA AUTOMATIZACIÓN Y LA SOCIEDAD

La automatización ha contribuido en gran medida al incremento del tiempo libre y de los salarios reales de la mayoría de los trabajadores de los países industrializados. También ha permitido incrementar la producción y reducir los costes, poniendo coches, refrigeradores, televisiones, teléfonos y otros productos al alcance de más gente.

Sin embargo, no todos los resultados de la automatización han sido positivos. Algunos observadores argumentan que la automatización ha llevado al exceso de producción y al derroche, que ha provocado la alienación del trabajador y que ha generado desempleo. De todos estos temas, el que mayor atención ha recibido es la relación entre la automatización y el paro. Ciertos economistas defienden que la automatización ha tenido un efecto mínimo, o ninguno, sobre el desempleo. Sostienen que los trabajadores son desplazados, y no cesados, y que por lo general son contratados para otras tareas dentro de la misma empresa, o bien en el mismo trabajo en otra empresa que todavía no se ha automatizado.

Hay quienes sostienen que la automatización genera más puestos de trabajo de los que elimina. Señalan que aunque algunos trabajadores pueden quedar en el paro, la industria que produce la maquinaria automatizada genera más trabajos que los eliminados. Para sostener este argumento suele citarse como ejemplo la industria informática. Los ejecutivos de las empresas suelen coincidir en que aunque las computadoras han sustituido a muchos trabajadores, el propio sector ha generado más empleos en fabricación, venta y mantenimiento de ordenadores que los que ha eliminado el dispositivo.

## 1.2 EL PLC

Un PLC (Programmable 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.

Similarmente a los programas de computación realizados en los lenguajes tradicionales ("C", Basic, Pascal) que reciben "variables de entrada" y generan "resultados de salida", el programa residente en el PLC toma como variables de entrada el estado de las provenientes de campo dando salidas a través de las salidas al campo.

En la actualidad el PLC ha superado las expectativas con las cuales fue diseñado, alcanzando niveles de operación extremadamente altos. Ya no sólo reemplaza a las lógicas de relés, sino que también reemplaza a los controles distribuidos, aquellos que permiten comandar procesos de campo industriales, con lazos de control con entradas y salidas variando continuamente en el tiempo. La figura 1.4 muestra un PLC Logo! de SIEMENS, empresa alemana reconocida mundialmente por la gran cantidad y calidad de variantes que ofrece al área de la automatización.



*Figura 1.4*

### 1.2.1 LA NECESIDAD DE UTILIZAR UN PLC

La utilidad de un PLC es debido fundamentalmente a que ha reducido los costos de implementación de los automatismos en las plantas. Esa reducción de costos proviene de:

- ✓ La reducción de los tiempos de mantenimiento y modificación de lógicas
- ✓ La reducción de los cableados
- ✓ La reducción en los tiempos de instalación y puesta en marcha

## 1.2.2 ARQUITECTURA BÁSICA INTERNA DE UN PLC

Como fue antes mencionado, un PLC está compuesto en esencia por una CPU encargada de ejecutar un programa residente en memoria RAM, y conjuntos de entradas y salidas sensando y accionando respectivamente diversos dispositivos de campo.

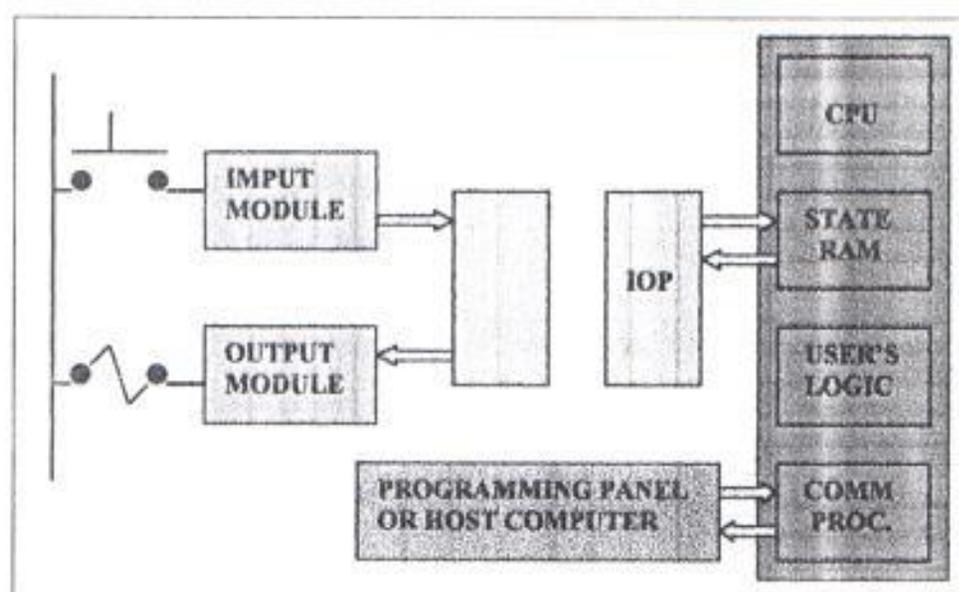
Cuando hablamos de “entradas” y “salidas” nos estamos refiriendo a terminales en las cuales se hacen presentes niveles de tensión o corriente que varían de manera continua o discreta en el tiempo y representan diferentes estados.

El programa residente en memoria es ejecutado por la CPU tomando como “Variables de entrada al programa” a las entradas de campo que sensan el estado de diferentes dispositivos (switches fines de carrera, pulsadores, medidores de temperatura, presión, etc.). Ver figura 1.5.

La CPU, como resultado de la interacción de la resolución del programa con los valores de las entradas, genera valores de salida, que a través de las salidas a campo accionan diversos equipos (bobinas de contactores, válvulas, etc.)

## 1.2.3 FUNCIONAMIENTO DEL PLC

La siguiente es la secuencia básica de trabajo de cualquier PLC, la cual se repite cíclicamente cuando el sistema está en marcha (RUN):



*Figura 1.5*

1. Las entradas (INPUT MODULE) sienten el estado de los dispositivos de campo (aislando al controlador de las diversas tensiones y frecuencias presentes en campo).
2. Los conversores "traducen" el valor de las entradas (220 VAC, 110 VAC, 24 VDC) en valores "entendibles" por el sistema.
3. Un procesador de E/S (IOP) lee estos últimos valores y almacena en una porción de memoria RAM denominada RAM de estados (STATE RAM).
4. La CPU o procesador central toma los valores almacenados en la RAM de estados y con esos valores resuelve el programa almacenando en la porción de memoria RAM reservada para el fin (User's Logic).
5. Como resultado de ésta interacción, surgen "resultados" o "valores de salida", los cuales son almacenados en la RAM de estados.

6. El procesador de E/S toma los valores de salida almacenada en RAM de estados y los dirige hacia las salidas, previo paso por los conversores que traducen los valores digitales manejados por el sistema en valores entendibles por los dispositivos de campo.
7. Un procesador de comunicaciones (COMM PROC) permite al PLC atender las diferentes comunicaciones que establece en sus diferentes variantes con un panel de programación, con otros controladores o bien con otros dispositivos.

#### 1.2.4 HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para poder programar un PLC, es necesario una herramienta de programación que sirva de interface entre el programador y el PLC. Esta herramienta convertirá el programa de un "lenguaje" lógico y accesible para los usuarios, en palabras digitales interpretadas por el microprocesador de la CPU. Normalmente el PLC se programa con un software propio, desarrollado por la empresa fabricante.

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.. Sin embargo el concepto de programación en escalera se ha mantenido.

Otros posibles lenguajes de programación de los PLC's son: "Literal" (secuencia de instrucciones), "Grafcet" (lenguaje gráfico para secuencia de instrucciones), etc., inclusive utilizando lenguaje "Ensamblador", propio de los microprocesadores.

### 1.3 LA SERIE DE PLC's SIMATIC S7-200

El SIMATIC S7-200 tiene una aplicación óptima en tareas de control de lazo abierto y de lazo cerrado, en ingeniería mecánica y construcción de planta. La gran capacidad del S7-200 también permite desarrollar las soluciones más complejas, ya sea trabajando individualmente, en configuración de red o dentro de estructuras distribuidas. El S7-200 combina la mayor cantidad de posibilidades de automatización con el menor grado de complicación. El S7-200 se caracteriza por lo siguiente:

1. Fácil acceso
2. Operaciones sencillas
3. Características de tiempo real incomparables
4. Poderosa capacidad de comunicación

El S7-200 alcanza su completo potencial de trabajo en soluciones de automatización distribuidas, especialmente gracias a la conexión PROFIBUS-DP integrada. El área de aplicación del SIMATIC S7-200 se extiende desde reemplazar simples relés y contactores hasta las más complejas tareas de automatización. El S7-200 también cubre áreas donde han sido desarrollados previamente diseños electrónicos especiales por razones de costo.



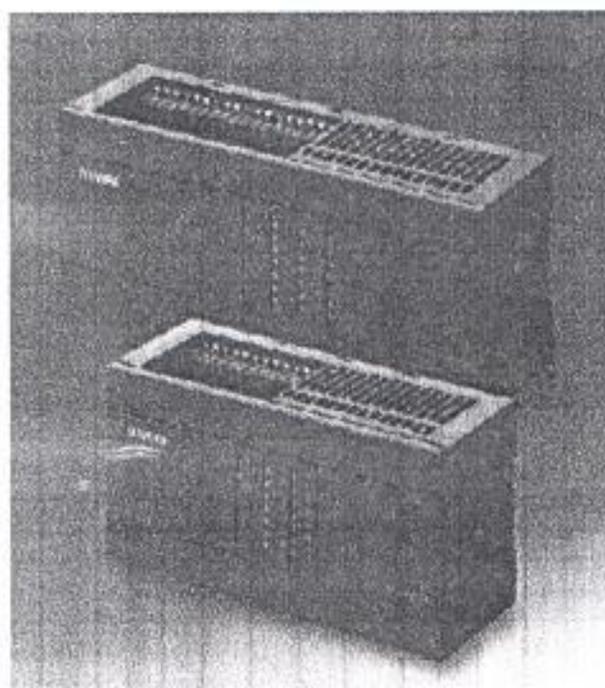
*Figura 1.6*

La serie dispone de cuatro tipos según la CPU, el CPU 212, el CPU 214, el CPU 215 y el CPU 216. El CPU 212 es la alternativa más económica. El CPU 216 es más completo, maneja una mayor cantidad de entradas y salidas, tiene más funciones y sobretodo mayor capacidad de comunicación. La figura 1.6 muestra todos elementos pertenecientes a la serie S7-200, incluidos los módulos para ampliar el número de entradas y salidas, para señales analógicas o digitales. También los paneles programación. La figura 1.7 muestra las CPU's 212 y 214.

#### 1.4 EL PLC SIEMENS S7-200 CON CPU 216

Para desarrollar se utilizó este PLC debido a la facilidad de programar, utilizando el programa STEP7-Micro/WIN bajo Windows. Esta CPU es la más sofisticada de la serie S7-200, tiene el número de entradas/salidas necesario para manejar todas las señales en el proceso a controlar. Cuenta con suficiente memoria de usuario y

funciones muy útiles que simplifican en programa. Se puede comunicar fácilmente con una PC, donde reside el programa de monitoreo que se utiliza para el proceso, y con un panel de operador, utilizando sus dos interfaces de comunicación PPI integradas. Pero la razón principal fue la disponibilidad del PLC.



*Figura 1.7*

#### 1.4.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

La estructura del PLC es robusta, hecha de un plástico compacto. Es de fácil acceso para el cableado. Los controles y los displays están protegidos por tapas en el frente. Puede ser ensamblado en rieles DIN horizontales o verticales, o montado directamente en el fondo del panel. La calidad del sistema de procesamiento usado durante su manufacturación tiene la certificación ISO 9001.

Las dimensiones del PLC se muestran en la figura 1.8. El espacio libre en el panel asignado para el PLC debe ser de 25 mm alrededor. Figura 1.9.

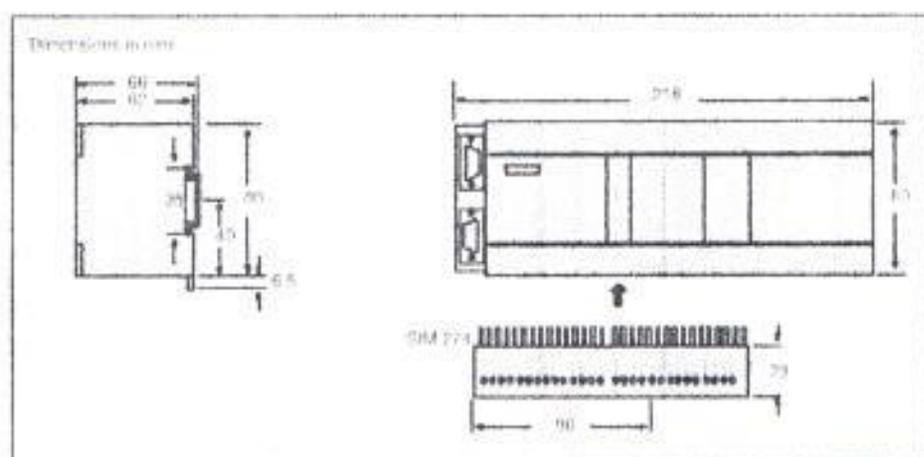


Figura 1.8

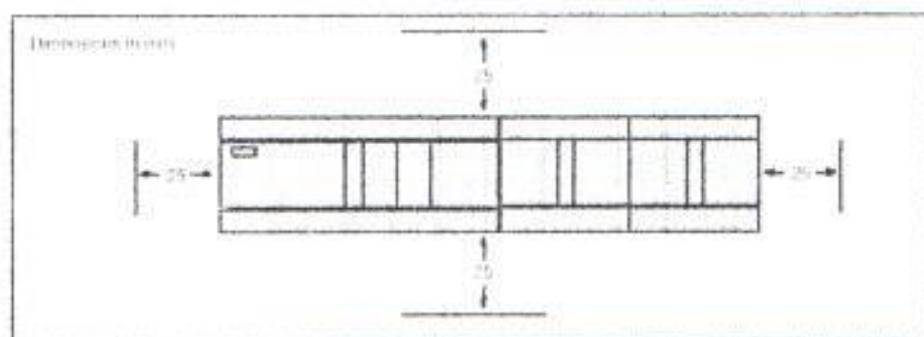


Figura 1.9

Las dimensiones de los módulos de ampliación de entradas/salidas se muestran en la figura 1.10. El tamaño depende del número de entradas/salidas.

El cable PC/PPI es un cable de programación que permite crear una conexión con la interface RS-232 de un ordenador personal estándar. Por medio de esta conexión se cargará el programa al PLC y se establecerá una comunicación permanente para monitorear el proceso desde la PC. No es necesario para conectar

el PLC con paneles de operador como el OP5 pues ambos poseen interfaces PPI integradas. Las dimensiones del cable PC/PPI se muestran en la figura 1.11.

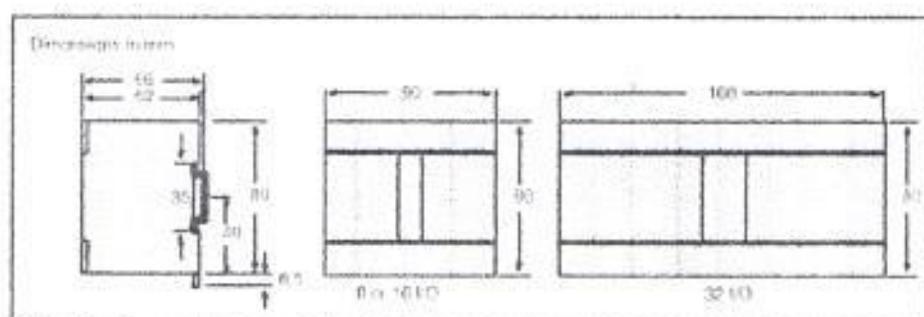


Figura 1.10

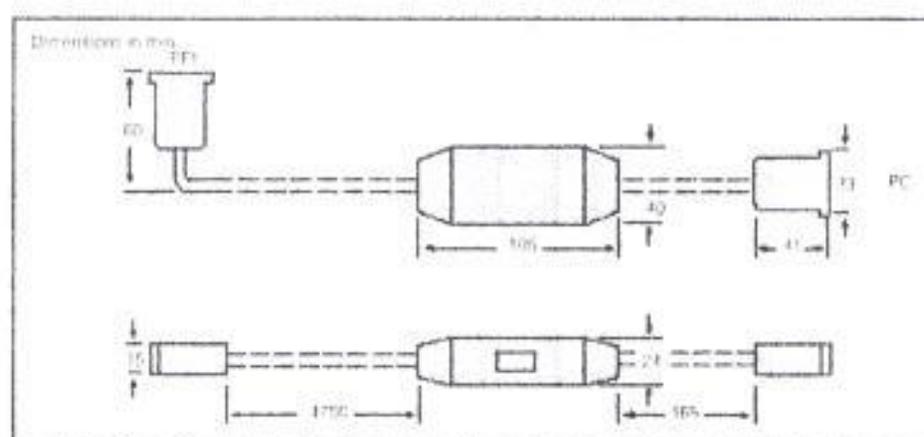


Figura 1.11

#### 1.4.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Hay varias alternativas disponibles, dependiendo del tipo de señal de voltaje que se aplique en las entradas y del tipo de señal que se requiera en las salidas del PLC. Las entradas pueden ser de 24 o 120 VDC. Las salidas pueden ser de 24 VDC, 110 o 220 VAC, o con relés. Esto lo determinan los niveles de voltaje que entregan los sensores, y del voltaje de alimentación de las cargas conectadas a las

salidas del PLC. Una característica importante del PLC S7-200, es que brinda un respaldo al programa del usuario y a los ajustes de parámetros más importantes, los cuales están almacenados en la memoria interna EEPROM. Un capacitor de alta capacidad provee un respaldo a todos estos datos durante largos períodos (típicamente sobre 50 o 190 horas). El módulo opcional de batería asegura que los datos permanezcan almacenados por 200 días, después del corte de la energía. Los parámetros de consumo de corriente de las entradas del CPU y de los módulos de ampliación se presentan en la tabla 1.2.

Unidad	Características de Entradas/Salidas	Corriente de consumo desde backplane bus (mA). Max. 1 A	Corriente de consumo desde 24 V DC source (mA). Max. 280 mA
CPU 216	DC outputs	500	180 *
	Relay outputs	500	180 *
	Relay outputs, source input	500	180
	AC outputs, 24 V inputs	440	
	AC outputs, 120 V inputs	440	
EM 221 digital input modules	8 x 24 V DC, sink input	60	60 *
	8 x 24 V DC, source input	60	60
	8 x 24 V AC	70	
	8 x 120 V AC	70	
EM 222 digital output modules	8 x 24 V DC	80	
	8 x relay	80	85 **
	8 x 24 to 230 V AC	120	
EM 223 digital I/O modules	4 inputs, 4 outputs, 24 V DC	80	30
	4 inputs at 24 V DC, 4 outputs, relay	80	65

Tabla 1.1

	8 inputs at 24 V DC, 8 outputs, relay	100	125
	16 inputs at 24 V DC, 16 outputs, relay	160	250
	4 inp. At 120 V AC, 4 outp. At 120 to 230 V AC	100	
EM 231 analog input module	3 inputs, 12 bits + sign	70	60
EM 235 analog I/O module	3 inputs, 1 output, 12 bits	70	80

*Tabla 1.1 (continuación)*

Una fuente de poder adicional de 24 VDC es requerida, si se excede de los valores máximos de corriente establecidos.

- \* Corriente total de todas las entradas.
- \*\* Fuente de poder para los contactos de los relés.

### 1.4.3 AREAS DE MEMORIA

La memoria es el área utilizada para almacenar datos. La memoria de las CPUs S7-200 está dividida en tres áreas: memoria de programa, memoria de datos y memoria de parámetros configurables. Dichas áreas están definidas conforme a su utilización.

#### 1.4.3.1 MEMORIA DE PROGRAMA

En la memoria de programa se encuentra almacenado el programa de usuario. La memoria de programa contiene la lista de operaciones que ejecuta el automático

programable para implementar la función de control descada. La memoria de programa abarca 512 palabras en la CPU 212 y hasta 2048 palabras en la CPU 216.

#### 1.4.3.2 MEMORIA DE DATOS

La memoria de datos incluye un área de trabajo para el programa y un área para almacenar objetos de datos. La memoria de datos contiene la memoria V, una imagen de proceso de las entradas, una imagen de proceso de las salidas, marcas internas y marcas especiales. Contiene cálculos, memoria temporal y constantes. Además, allí se almacenan también objetos tales como temporizadores, contadores, contadores rápidos, así como entradas y salidas analógicas.

La memoria de variables (memoria V) es una memoria de lectura/escritura que se encuentra en la memoria RAM. Se divide en dos áreas:

- El bloque de datos 1 (DB1) contiene los primeros 128 bytes de la memoria V de la CPU 212, o bien, los primeros 512 bytes de la memoria V de la CPU 216. Los datos del DB1 se almacenan en la memoria RAM y se copian en una memoria interna no volátil cada vez que se carga el DB1.
- La segunda área de la memoria V es prácticamente idéntica al DB1. La única diferencia radica en que la memoria interna no volátil no es lo suficientemente grande, por lo que no se puede almacenar en la memoria no volátil.

### 1.4.3.3 MEMORIA DE PARÁMETROS

La memoria de parámetros provee espacio de memoria para almacenar los parámetros configurables, bien sean los predeterminados del programa o los modificados (definidos por el usuario). Los parámetros configurables comprenden p.ej. el nivel de protección, la contraseña, la dirección de estación e información sobre las áreas remanentes. El contenido de la memoria de parámetros se almacena en la memoria no volátil.

### 1.4.4 ACCESO A LA MEMORIA DE LA CPU

El acceso a la memoria se la puede hacer direccionando datos tipo bits, bytes, palabras y doblepalabras. La tabla 1.3 muestra la capacidad de la memoria y sus respectivas áreas, así como también la forma de direccionamiento en las CPU 212 y 216.

Acceso por:	Area Memoria	Márgenes CPU 212	Márgenes CPU 216
Bit (Byte.bit)	V	0.0 - 1023.7	0.0 - 5119.7
	I	0.0 - 7.7	0.0 - 7.7
	Q	0.0 - 7.7	0.0 - 7.7
	M	0.0 - 15.7	0.0 - 31.7
	SM	0.0 - 45.7	0.0 - 199.7
	T	0 - 63	0 - 255
	C	0 - 63	0 - 255
	S	0.0 - 7.7	0.0 - 31.7
	Byte	VB	0 - 1023
IB		0 - 7	0 - 7
QB		0 - 7	0 - 7

Tabla 1.2

Acceso por:	Area Memoria	Márgenes CPU 212	Márgenes CPU 216
	MB	0 - 15	0 - 31
	SMB	0 - 45	0 - 199
	AC	0 - 3	0 - 3
	KB (constante)		
	SB	0 - 7	0 - 31
Palabra	VW	0 - 1022	0 - 5118
	T	0 - 63	0 - 255
	C	0 - 63	0 - 255
	IW	0 - 6	0 - 6
	QW	0 - 6	0 - 6
	MW	0 - 14	0 - 30
	SMW	0 - 44	0 - 198
	AC	0 - 3	0 - 3
	AIW	0 - 30	0 - 30
	AQW	0 - 30	0 - 30
	KW (constante)		
	SW	0 - 6	0 - 30
Palabra doble	VD	0 - 1020	0 - 5116
	ID	0 - 4	0 - 4
	QD	0 - 4	0 - 4
	MD	0 - 12	0 - 196
	SMD	0 - 42	0 - 82
	AC	0 - 3	0 - 3
	HC	0	0 - 2
	KD (constante)		
	SD	0 - 4	0 - 28

Tabla 1.2 (continuación)

### 1.4.5 MODOS DE OPERACIÓN

Al cambiar la CPU a modo RUN se inicia la ejecución del programa de usuario. Durante la ejecución del mismo se actualizan las entradas y salidas asociadas con el mismo. En modo RUN, la CPU lee las entradas, ejecuta el programa de usuario y reacciona al evento de interrupción. La interrupción (si se ha habilitado) se activa cada vez que se presente el evento de interrupción.

Cada ciclo comienza leyendo el valor de actual de los bits de entrada y escribiendo dichos estados filtrados en la imagen del proceso de las entradas. El programa de usuario se ejecuta entonces, desde la primera operación hasta la operación Finalizar programa. Una vez ejecutadas las operaciones de salida, se transfieren inmediatamente los valores de salida a las correspondientes salidas físicas. Para los bits de salida no existe una imagen del proceso.

Cuando se aplica tensión o cuando ésta se reestablece, la CPU ejecuta un diagnóstico automático de arranque. Si no se presentan problemas, la CPU pasa a modo RUN. En caso de detectarse un error de diagnóstico, se enciende el indicador de error "SF". La CPU espera entonces a que se desconecte y conecte de nuevo la alimentación antes de intentar realizar cualquier otra operación. Al cambiar la CPU a modo STOP se detiene la ejecución del programa de usuario.

### 1.4.6 FUNCIONES Y OPERACIONES

La CPU ofrece una gran cantidad de funciones importantes, para simplificar la lógica de control. Las operaciones KOP están subdivididas en 13 grupos conforme a su función:

- Contactos
- Bobinas
- Temporizadores / contadores
- Operaciones aritméticas / incrementar / decrementar
- Operaciones de transferencia / desplazamiento / rotación / inicializar memoria
- Operaciones de control del programa
- Operaciones lógicas
- Operaciones de tabla / búsqueda
- Operaciones de conversión
- Operaciones rápidas
- Operaciones de interrupción / comunicación
- Operaciones del reloj de tiempo real
- Líneas

### 1.5 EL PANEL DE OPERADOR "OP5"

Los paneles de operador son unidades de monitoreo del proceso que realiza el PLC. Desde su teclado alfanumérico y de funciones se pueden transmitir datos y órdenes al PLC. Desde su pantalla se pueden visualizar datos, mensajes de eventos y alarmas que se generan durante la ejecución del programa. Se puede visualizar el estado de variables, salidas, entradas, etc. La figura 1.12 muestra la familia de paneles de operador COROS de Siemens.

El panel de operador que utilizado para monitorear el programa de control, ejecutado por el PLC, es el OP5. Este es un panel con display de líneas. La figura 1.13 muestra el aspecto de este panel. Este panel tiene una interface PPI para comunicarse directamente con el PLC Siemens, por lo tanto no requiere de algún programa servidor.

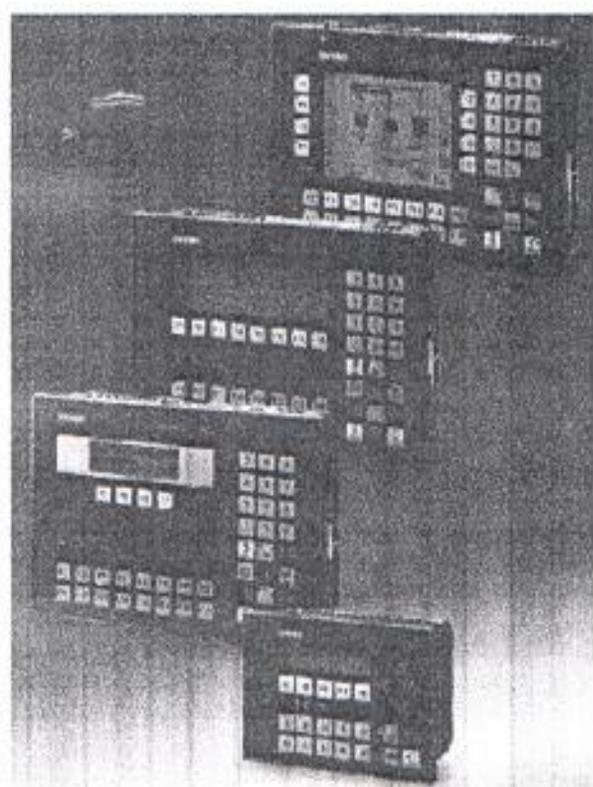


Figura 1.12

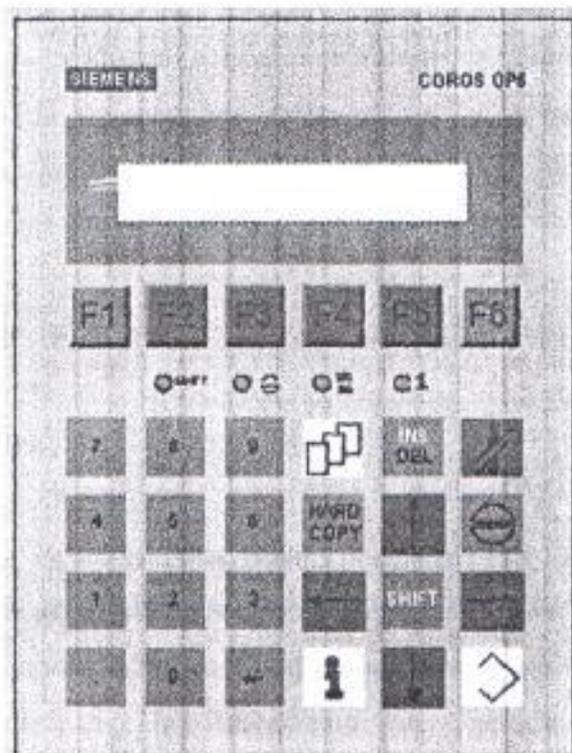


Figura 1.13

## CAPÍTULO 2

### LA MÁQUINA EMPACADORA

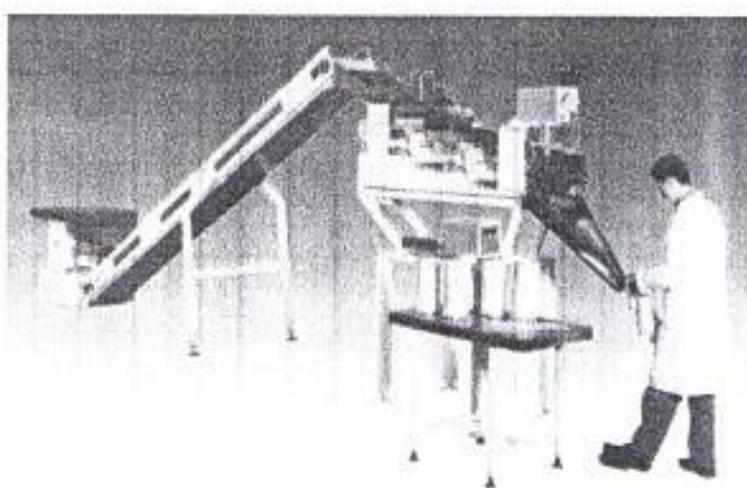
#### 2.1 APLICACIONES

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.

Existe una gran cantidad de productos que son empacados, como dulces, medicinas, embutidos, mariscos, cakes, pastas, chips, productos de limpieza, etc. Cada uno de estos productos requieren tratamientos diferentes, esto implica diseños diferentes de las máquinas empacadoras. Estas existen en todos los tamaños y con todos los adelantos de la mecánica, la electrónica y la computación, de tal manera que puedan ser más flexibles, esto implica, de utilidad múltiple y fácil de controlar.

#### 2.2 NUEVAS TECNOLOGÍAS EN SU DISEÑO

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.



*Figura 2.1*

La nueva tecnología presentada por esta empresa es el diseño de diferentes etapas, con una función específica cada una y con medidas o capacidad diferentes. Finalmente según las necesidades de una planta envasadora, definidas por ciertos parámetros como costo, demanda del producto, rapidez, espacio, o ampliaciones a instalaciones existentes, se podrán seleccionar diferentes de estos módulos para formar todo el sistema que realizará determinado proceso.

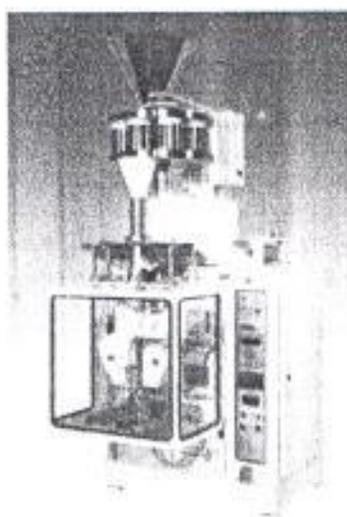
La calidad de las unidades en cuanto a diseño mecánico y eléctrico, utilizando los últimos avances de la computación, la electrónica y las comunicaciones, convierten a estas máquinas en verdaderos "robots", muy dúctiles y maniobrables.

En lo siguiente, se presentarán algunas de las nuevas máquinas con sus respectivas características y aplicaciones.

El **dosificador volumétrico** con coquea es adaptado para dosificar en volumen todos los productos en polvo por ejemplo cacao, leche. Figura 2.2. El dosificador volumétrico con coquea se puede acoplar con las confeccionadoras verticales

Simionato o con otras máquinas que utilizan un diferente principio para confeccionar pero puede también utilizarse en modo manual.

Cualquier acoplamiento con un control de peso Simionato es posible utilizar el Feed back para el ajuste automático del peso, si en cualquier momento fuese necesario un continuo cambio de la densidad del producto.



*Figura 2.2*

El natural complemento de una línea de confeccionamiento es el **control de peso**. Figura 2.3. Es disponible en varias versiones para poder controlar una amplia variedad de productos, permite verificar si la confección obtenida por la línea de confeccionamiento entra en la tolerancia impuesta; las confecciones no entrantes en el rango establecido son descartadas automáticamente dentro del ciclo productivo.

Acoplado a un dosificador a coquea Simionato es posible transmitir el feed back para corregir automáticamente la dosificación efectuada una vez que la misma no entre en los parámetro predefinidos. Realiza la estampa de la estadística del lote de producción y de los diferentes datos estadísticos sobre la producción. Su funcionamiento esta controlado y realizado por un sofisticado computador dedicado gracias a su

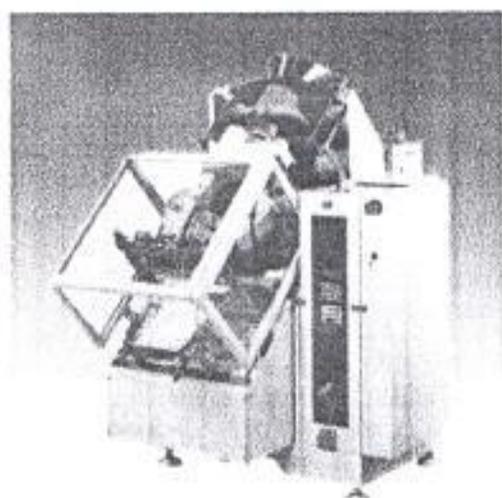


*Figura 2.3*

display es fácil controlar su uso. El campo del pesaje va de 40 g a 2500 g con una precisión de pesada muy elevada. Es disponible también en versión completa de metal detector que permite relevar la presencia de metal al interno de la confección y su eliminación del ciclo productivo.

Las máquinas **confeccionadoras verticales** Simionato están construidas bajo el concepto de modulación y están diseñados para una larga operación, la estructura de la versión pintada es tratada con polvos hiposódicos, mientras que la otra en acero inoxidable; entre ambas versiones todas las partes a contacto con el producto son en acero inoxidable para uso alimenticio. Las figuras 2.4 y 2.5 muestran las dos versiones.

En la versión neumática todas las funciones están controladas por un microprocesador de fácil uso pero al mismo tiempo muy confiable, mientras que en la versión motorizada el control es realizado por un sofisticado computador incorporado que se distingue por la facilidad de uso gracias a las instrucciones que aparecen en el display incorporado.



*Figura 2.4*



*Figura 2.5*

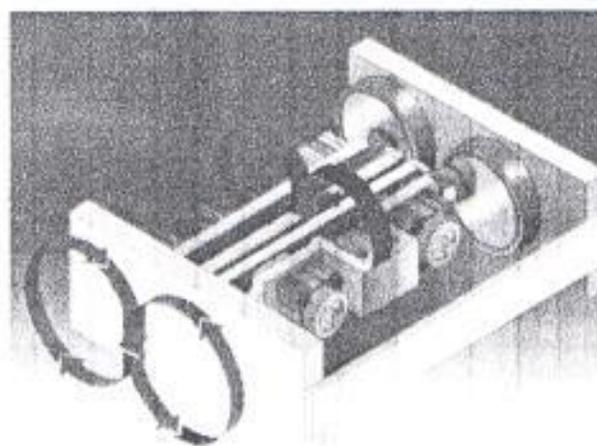
Pueden confeccionar una gran variedad de productos entre los cuales galletas, caramelos, productos congelados, fruta seca, snacks, pastas seca o fresca etc. En la versiones especiales se pueden confeccionar productos particulares entre los cuales amarras para apretar cables, medias panty, piadina, Pitte etc.

Ideal es el acoplamiento de las confeccionadoras verticales o inclinadas Simionato con los sistemas de pesado, dosificación de nuestra producción entre los cuales pesadoras lineales o multicabezas, dosificadores volumétricos con tazas o con coquea. Numerosos son los accesorios opcionales disponibles como por ejemplo estampadoras en caliente, unión rápida del film (papel), varios tipos de asentamiento del producto, encoder (medidor métrico), centrado y cambio automático del film etc.

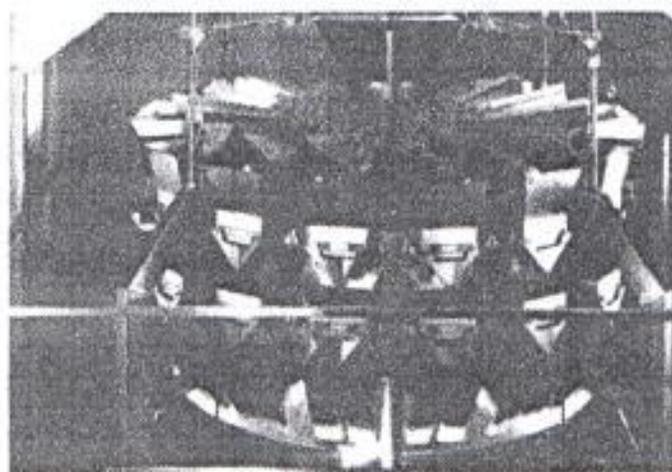
CONFECCIONADORAS	
Cinco series:	S12, H7, M400, HS6, RE 155"
Dos versiones:	Inclinada y vertical
Modelos:	Muchísimos entre los cuales los siguientes: pintados o en acero inoxidable, normales o rebajados, para empaques en polietileno o acopiado, para confección con formato de almohada o con base cuadrada.
Dimensión de la confección:	Mínima mm. 80 x 80 de altura Máxima mm. 320 x 550 de altura
Velocidad máxima (de trabajo):	Hasta 150 confecciones por minuto (RE: 155)
Instalaciones:	Mas de 3000 en todo el mundo

Tabla 2.1

En la confeccionadora vertical, gracias al movimiento rotativo en vez los ejes horizontales con las mordazas selladoras, pueden llegar a una elevada velocidad (hasta 150 confecciones por minuto) manteniendo alta la calidad de las confecciones obtenidas, figura 2.6. Particularmente adaptable para productos de pequeñas dimensiones. Su uso es ideal en el sector de la pasta seca, snacks, chips, etc.



*Figura 2.6*



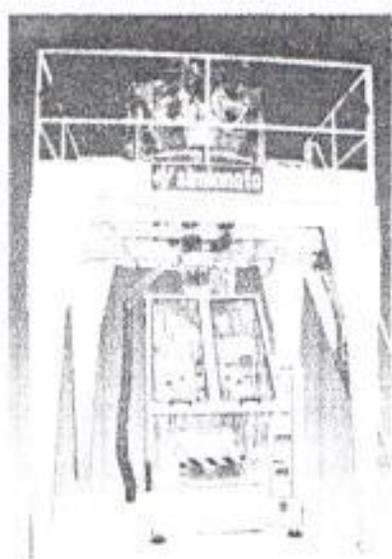
*Figura 2.7*

Las pesadoras lineales Simionato pueden tratar una gran variedad de productos, con un campo de pesada de 20 g hasta 5.000 g garantizando una exacta precisión y una máxima velocidad de funcionamiento pare a 15 descargas al minuto por cada cabeza, garantizado entonces una velocidad de 45 confecciones por minuto utilizando cabezas múltiples, figura 2.7. Las varias versiones pueden ser suministradas con cabezas singulares o múltiples (max. 3) con predisposición para uso manual o automático, acopladas a las confeccionadoras verticales o inclinadas Simionato o de algún otro tipo, como por ejemplo enbandedoras o encajetadoras. La tabla 2.2 presenta sus características.

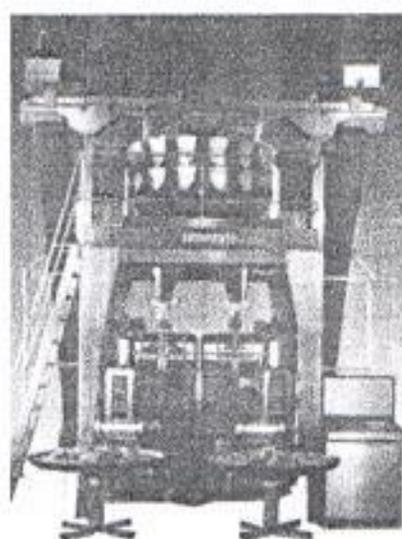
LOS NÚMEROS:	
Dos familias:	Neumáticos o con motores paso a paso
Cinco series:	Ocho, Doce, Dieciséis, Veinte y Veinticuatro cabezas
Muchos Modelos:	Singular o doble descarga, lisas o almohadillada, big o small, para productos frágiles, pegajosos o adherentes.
Velocidad:	Hasta 150 pesadas por minuto
Precisión:	Menor de 1 g
Pesos obtenidos:	de 10 g hasta 2500 g

Tabla 2.2

Según los requerimientos de la planta, se pueden combinar todos estos módulos, formando máquina muy maniobrables, rápidas y de gran capacidad. Los diseños combinan la robustez física con el diseño estético como los que se observan en las figuras 2.8 y 2.9. De esta manera se puede llegar a apreciar máquinas empacadoras impresionantes.



*Figura 2.8*



*Figura 2.9*

## 2.3 LA MÁQUINA EMPACADORA BÁSICA

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.

### 2.3.1 DISEÑO MECÁNICO

La parte mecánica consta primeramente de un suministro de cinta plástica para formar los paquetes. Un rollo de cinta se coloca en un eje cuya rotación es libre o producida por el motor, llamado MOTOR DE TENSIÓN. Hay un switch de contacto que trabaja como SENSOR DE FUNDA. El extremo libre de la funda se

hace pasar por varios colocados transversalmente, de manera que ayuden a mantenerla tensionada. Uno de estos ejes está unido a un SENSOR DE TENSIÓN, que consiste en un contacto metálico que se acciona si no hay la tensión suficiente. La cinta plástica llega abierta hasta un tubo guía que le da forma tubular a la funda.

La segunda etapa está formada por un juego de gatos neumáticos, controlados por sus respectivas válvulas de aire, los cuales se mueven de manera secuencial. Cuando la funda está envuelta en el tubo guía, dos mordazas colocadas verticalmente, cierran simultáneamente para producir el primer sellado. Una de las MORDAZAS VERTICALES tiene una resistencia. El sellado se produce térmicamente gracias a esta RESISTENCIA DE SELLADO VERTICAL. El gato neumático de mayor dimensión está sujeto a una base estática en el fondo, y mueve una pequeña estructura llamada carro de ARRASTRE, subiéndolo o bajándolo. En el carro de arrastre se ubican dos gatos con mordazas ubicadas horizontalmente, llamadas MORDAZAS HORIZONTALES. En una de éstas hay otra resistencia para el sellado horizontal. En la otra mordaza se encuentra una CUCHILLA eléctrica, que se acciona cuando un FOTOSENSOR detecta una marca oscura, impresa en el plástico para marcar el límite de una funda. Cuando las mordazas horizontales cierran sujetan la funda, produciendo que la RESISTENCIA DE SELLADO HORIZONTAL selle, que al bajar el carro de arrastre la funda baje, y que cuando lo funda baje hasta la posición marcada por la marca oscura la cuchilla corte. De esta manera se forma una bolsa plástica lista para ser llenada. Esta etapa se la llama "CONFECCIONADORA". Estas primeras etapas se pueden apreciar en el anexo A.

La tercera etapa se trata del "DOSIFICADOR", el cual está formado por una banda transportadora impulsada por el MOTOR DE BANDA1, esta banda provee del producto bruto, en nuestro caso en forma de copos u hojitas, a unos filtros que separan al producto hacia tres canales diferentes según la dimensión.

pasando por un sensor óptico que trabaja como SENSOR DE PRODUCTO estos suministran el MATERIAL FINO, MEDIANO y GRUESO a la BALANZA electrónica. La balanza tiene programados tres pesos de referencias, PESOS 1, 2 y 3, y emite una señal eléctrica al control cuando se cumplen cada una. Primero la balanza se llena con material grueso hasta su peso de referencia, luego el mediano y finalmente el fino, de esta manera se consigue un peso neto con un error bajo. Cuando se cumple el peso de referencia final, la escotilla que trabaja como trampa se abre, depositando el material en la funda. Como elemento de acopio hay una banda que colecta los paquetes impulsada por el MOTOR DE BANDA2. Los dos motores tienen sus respectivas protecciones contra sobrecarga.

Finalmente se encuentra el tablero de control donde se ubican todas las botoneras, switches manuales, pantallas de visualización de datos, etc. Desde aquí se activa o se desactiva el sistema, con las botoneras START, STOP y RESET.

### 2.3.2 DISEÑO ELÉCTRICO

La parte eléctrica consta de la parte de fuerza y la parte de control. La parte de fuerza incluye las protecciones contra cortocircuitos, sobrecarga, sobrevoltaje y las conexiones de los diferentes elementos eléctricos a las líneas de voltaje alterno; en este caso los actuadores como son los motores y electroválvulas o llamadas también solenoides.

En la parte de control se muestran las conexiones de los elementos eléctricos y electrónicos utilizados en el control, como son los sensores, switches y botoneras del panel de control, así como también tarjetas electrónicas para el control de velocidad de los motores, y las conexiones del mismo PLC.

### 2.3.3 CONTROLADOR DE VELOCIDAD PARA LOS MOTORES DE BANDA

La velocidad de los motores de banda es controlada por una tarjeta electrónica. La velocidad del motor es controlada variando la amplitud y la frecuencia del voltaje alterno de alimentación aplicado a la bobina de armadura del motor. Esto se lo consigue por medio de un inversor de voltaje, sintetizando una señal de voltaje AC a partir de una fuente de voltaje DC.

#### 2.3.3.1 DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

El proyecto incluye el diseño del inversor para controlar la velocidad de un motor AC de baja potencia, pero que puede ser utilizado para un motor de mayor potencia con el respectivo acoplamiento. Figura 2.10. Al inversor es controlado por voltaje. Se ingresa un voltaje continuo de referencia proveniente de una salida analógica del PLC, que está entre 0 y 10 voltios. El inversor variará proporcionalmente la amplitud del voltaje de salida, desde 10 a 13 voltios, y su frecuencia desde 40 a 110 hertz.

El circuito de disparo del inversor está diseñado con elementos digitales, como puertas lógicas y flip-flops. El circuito de salida es una configuración de 6 transistores, cuyas corrientes de base son controladas por circuito de disparo.

#### 2.3.3.2 SIMULACIÓN DEL CIRCUITO

Los diseños de los circuitos de disparo y de salida fueron simulados en el programa PSpice. La secuencia de los disparos inicialmente había sido probada en el simulador del PLC LOGO de SIEMENS, LOGOsoft. El diagrama del diseño



*Figura 2.10*

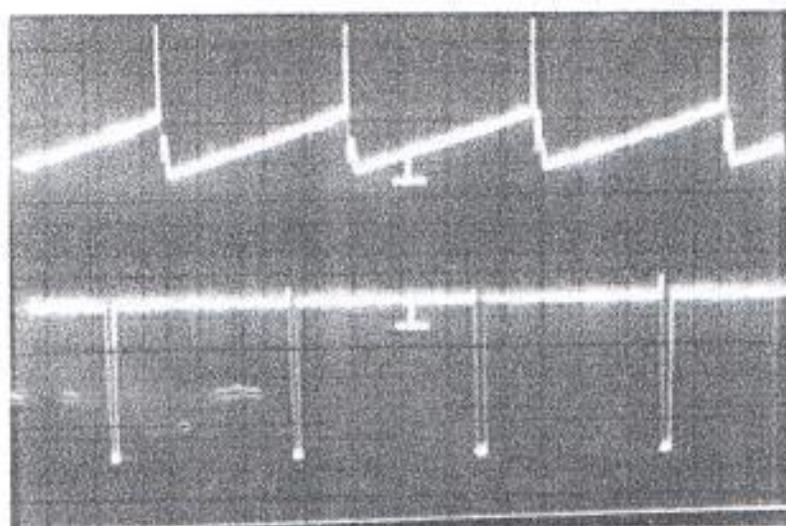
del circuito se lo ha dividido en tres partes para poder simularlo por etapas. Los diagramas en el anexo A muestran los circuitos controlador de frecuencia, la etapa de salida y el disparador para los cada uno de los seis transistores que conforman la salida para formar la señal trifásica. Los resultados de la simulación también se presentan en el anexo A.

### 2.3.3.3 MEDICIÓN DE LAS SEÑALES

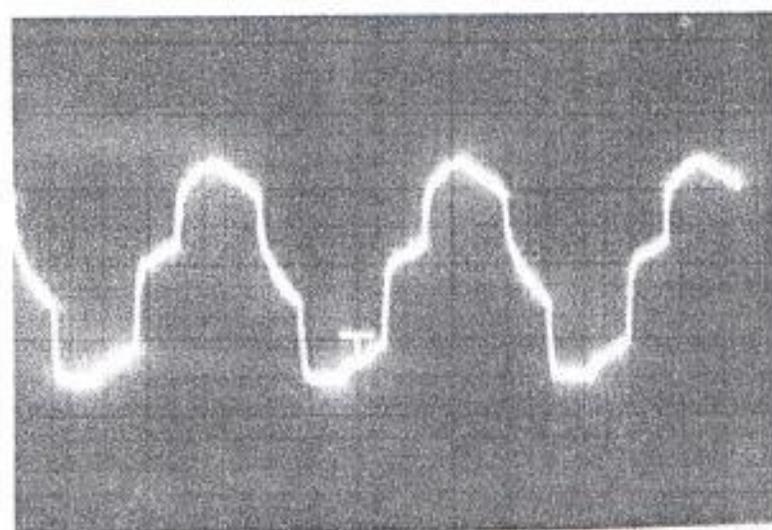
En el laboratorio se hizo las pruebas al controlador de velocidad, utilizando el osciloscopio para graficar todas las señales que se generan, arrojando respuestas de señales parecidas a las obtenidas en la simulación en PSpice.

La figura 2.11 describe las formas de señal que se generan en el circuito variador de frecuencia controlado por voltaje. El eje vertical tiene escala de 1 voltio por división y el eje horizontal tiene una escala de 2ms por división. La primera curva corresponde al voltaje del capacitor integrador y la segunda a la salida del comparador. El voltaje de pico a pico del capacitor es aproximadamente 1.7 voltios, equivalente al  $V_{cc}/3$  que teóricamente debe tener en la configuración de un oscilador con un temporizador integrado 555.

La figura 2.12 muestra la señal que se obtiene en el voltaje trifásico a la salida del inversor conectado a la carga inductiva, el motor. Se obtiene una señal de voltaje libre de picos debido a la presencia de tres capacitores conectados en estrella en paralelo con la bobina del motor.



*Figura 2.11*



*Figura 2.12*

La figura 2.13 muestra la señal del voltaje trifásico en los terminales del motor sin conectar los capacitores. Se notan picos pronunciados por el efecto de la carga inductiva en la corriente de colector que circula por los transistores de salida. El periodo mínimo de la onda es aproximadamente de 7.7 ms, lo que produce la frecuencia máxima de 130 Hz. El voltaje de pico a pico es aproximadamente de 5.5 voltios.



*Figura 2.13*

#### 2.3.4 ELEMENTOS DE CONTROL (ENTRADAS / SALIDAS)

Para lograr la secuencia lógica del trabajo que debe desempeñar la máquina, el PLC recoge las señales de los sensores, ejecuta la programa residente en su memoria, y con las salidas ordena a los actuadores ejecutar los movimientos que les corresponde. Para poder definir en el programa los elementos, se le asigna a cada uno un símbolo. Los símbolos con la descripción de sus respectivos elementos se muestran en la tabla 2.3.

START	Botonera para iniciar el proceso
STOP	Botonera de paro del proceso
RESET	Botonera para reiniciar el proceso
STENSION	Señal del sensor de tensión de la cinta
SFUNDA	Señal del sensor de presencia de cinta plástica
SOPTICO	Señal del sensor óptico de señal oscura
SPRODUCTO	Señal del sensor óptico de presencia de producto en banda 1
PESO1	Señal del peso de referencia de producto grueso
PESO2	Señal del peso de referencia de producto mediano
PESO3	Señal del peso de referencia de producto fino
OLMTENSION	Señal del relé de sobrecarga en el motor de tensión de funda
OLMBANDA1	Señal del relé de sobrecarga en el motor de banda 1
OLMBANDA2	Señal del relé de sobrecarga en el motor de banda 2
LZON	luz piloto de encendido
MTENSION	Señal para el contactor del motor de tensión de funda
MBANDA	Señal para el contactor del motor de banda
CPUERTA1	Señal para abrir la compuerta del canal de producto pesado
CPUERTA2	Señal para abrir la compuerta del canal de producto mediano
CPUERTA3	Señal para abrir la compuerta del canal de producto ligero
CTRAMPA	Señal para abrir la compuerta de la trampa de la balanza
EHORIZONTAL	Señal para la electroválvula de la mordaza horizontal
EARRASTRE	Señal para la electroválvula del carro de arrastre
EVERTICAL	Señal para la electroválvula de la mordaza vertical
RHORIZONTAL	Señal para el contactor de la resistencia de sellado horizontal
RVERTICAL	Señal para el contactor de la resistencia de sellado vertical
CUCHILLA	Señal para la activación de la cuchilla
LZFUNDA	Luz de alarma para anunciar falta o mal posición de la cinta plástica

*Tabla 2.3*

LZOVERLOAD	Luz de alarma para anunciar una sobrecarga en uno de los motores.
LZPRODUCTO	Luz de alarma para anunciar la falta de producto en la banda 1

*Tabla 2.3 (continuación)*

### 2.3.5 SECUENCIA LÓGICA DEL PROCESO

La secuencia del proceso está diseñada para operar bajo condiciones normales y bajo condiciones de falla.

#### 2.3.5.1 OPERACIÓN BAJO CONDICIONES NORMALES

Primero es necesario ingresar la llave en el tablero de control. Luego hay que ingresar en la pantalla el número de paquetes que se elaborarán durante el proceso. La secuencia del programa que controla al sistema empieza una vez que se oprime la botonera START. Inicialmente el sistema chequea que de la cinta plástica esté colocada correctamente en la guía. Para lograr esto, intenta sostener la cinta cerrando las mordazas horizontales y arrastrándola hacia abajo, mientras el carro de arrastre se mueve. Esto lo hace para detectar la marca oscura impresa en la cinta, la cual limita la longitud de cada funda. Si esta aparece indica que la cinta está bien colocada, entonces hace un corte horizontal y luego retorna las mordazas a la posición normal para empezar el proceso normal. Si la marca no aparece durante el tiempo definido por el temporizador TMPFUNDA, el proceso no se inicia, generando una señal de advertencia.

Después del ciclo de detección, las mordazas verticales se cierran y conduce la resistencia de sellado vertical, sellando la cinta alrededor de la guía, dándole la forma tubular. La resistencia se desconecta después del tiempo definido en

TMPSELLVERT y después del tiempo en TMPENFVERT se abren las mordazas verticales. Con el carro de arrastre ubicado en la posición superior, las mordazas horizontales se cierran, el carro empieza a descender arrastrando consigo la funda formada, al mismo tiempo que la resistencia de sellado horizontal se activa durante el tiempo en TMPSELLHORZ, sellando la funda en dos líneas horizontales ligeramente separadas. En el instante que el sensor óptico detecta la marca oscura, la cuchilla corta entre las dos líneas horizontales. Justamente después que la marca se pierde, las mordazas horizontales sueltan la funda y el carro regresa a la posición original. De esta manera queda completamente formada la primera funda, lista para ser llenada con el producto.

Después, el sistema detecta si hay material en la banda que provee a los canales, por medio del sensor óptico. Si no hay, espera encendiendo una luz de aviso. Si hay material, el dosificador deposita el producto grueso en la balanza haciendo vibrar el primer canal, hasta registrar el primer peso de referencia, entonces abre la escotilla y hace vibrar el segundo canal haciendo caer el producto mediano en la balanza, hasta el segundo peso de referencia. Finalmente el canal de producto fino vibra depositando el producto en la balanza hasta que se cumpla el tercer peso de referencia. Cuando se cumple el peso neto, la trampa de la balanza se abre depositando todo el producto en la funda abierta. La trampa se cierra después del tiempo en TMPTRAMPA.

En el paso siguiente, las mordazas verticales cierran de la misma manera que la anterior, para formar el sellado vertical de la siguiente funda. Luego las mordazas horizontales cierran sellando en las dos líneas horizontales, de las cuales una cierra la funda recientemente llena y la otra para formar el fondo de la siguiente funda. Cuando se detecta la próxima marca oscura la cuchilla corta entre las dos líneas, separando el primer paquete formado de la funda anterior.

Posteriormente toda la secuencia se repite periódicamente con normalidad mientras no se detecte una condición de falla. Existen algunas condiciones de falla que se presentan durante un ciclo normal del proceso, y que pueden llevar al sistema a un estado de espera, pararlo gradualmente o bruscamente, dependiendo de la gravedad del caso.

### 2.3.5.1 OPERACIÓN BAJO CONDICIONES DE FALLA

Si hay ausencia del material en la banda de alimentación, instantáneamente el sensor óptico que vigila la presencia de material enviará la señal de aviso al PLC. Cuando el proceso se encuentre en el estado de llenado de la balanza desde los canales, el proceso se pondrá en estado de espera hasta que aparezca el material en la banda.

Si la funda no tiene la tensión suficiente en la guía de funda, el sensor de tensión operará y el PLC hará funcionar el motor de tensión. Si durante el tiempo en *TMPTENSION* el motor continúa activado, el sistema asumirá que la cinta plástica se rompió, por lo tanto suspenderá automáticamente el proceso generando la respectiva señal de alarma. Si el proceso se hallaba en el estado de sellado horizontal, permitirá que se termine el último paquete antes de detenerlo.

Si el rollo de cinta se acaba, el sensor de funda operará y el PLC suspenderá el proceso generando la respectiva señal de alarma. Si el proceso se hallaba en el estado de sellado horizontal, permitirá que se termine el último paquete antes de detenerlo.

Si se genera una señal de aviso de sobrecarga en cualquiera de los tres motores, el sistema suspenderá automáticamente el proceso, en cualquier estado en el que este se encuentre y generando una alarma que identifica al motor sobrecargado.

Si se retira la llave del tablero de control, el proceso se suspenderá automáticamente, generando una señal exigiendo la presencia de la llave.

Después de superar los inconvenientes que generaron las condiciones de falla, para continuar con el proceso, es necesario reiniciar el sistema oprimiendo la botonera RESET. El registro del contador de los paquetes elaborados no se borrarán.

El proceso terminará cuando se haya fabricado el número programado de paquetes, cuando se oprima la botonera de paro de emergencia, STOP o cuando se genere una de las condiciones de falla.

## 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.

#### 3.1 ESTRUCTURA DE UN PROYECTO

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 subrutinas son una parte opcional del programa, debiendo agregarse al final del programa principal. Las rutinas de interrupción también son opcionales. Estas deben seguirle asimismo al programa principal.

Es posible utilizar rutinas de interrupción y subrutinas en cualquier orden después del programa principal. No obstante, si al final del programa principal se agrupan todas las subrutinas, seguidas de todas las interrupciones, se obtiene un programa bien estructurado que resulta fácil de leer y comprender. Los saltos y las subrutinas permiten transferir la ejecución del programa de un punto al otro.

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.

### 3.2. CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO

Para crear el nuevo proyecto con Micro/WIN, primero hay que generar el directorio. Luego se siguen los siguientes pasos:

1. Se elige el comando Nuevo en el menú Proyecto o haciendo clic en el botón de la barra de herramientas.
2. En el cuadro que aparece, se selecciona el tipo de CPU de la lista. *Figura 3.1.* En este caso se selecciona el CPU 214.
3. Se hace clic en el botón "Aceptar".

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.

Para definir los ajustes predeterminados en lo relativo al editor, el idioma, la nemotécnica y el tamaño de las ventanas, se elige el comando Preferencias en el menú Instalar.

En el cuadro de diálogo "Preferencias", presentado en la figura 3.2, se elige el editor estándar, puede ser el editor AWL, o el editor KOP. El editor seleccionado se visualiza cuando abre el nuevo proyecto.

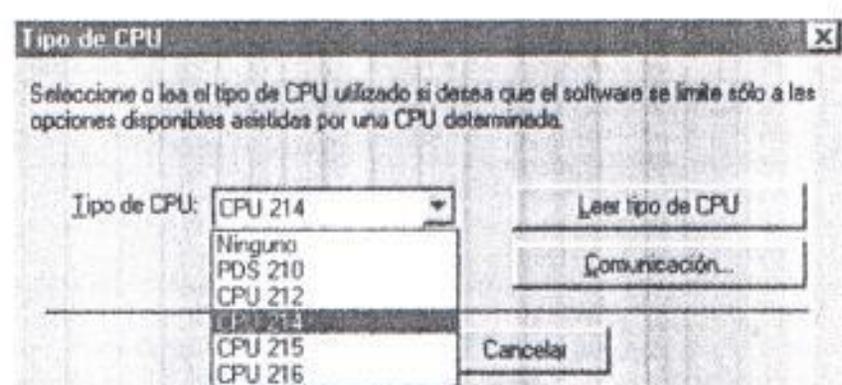


Figura 3.1

Cuando se elige la opción "Internacional" o "Simatic", se determina la nemotécnica en la que se visualizan los identificadores de las operaciones. De una lista despegable se selecciona el idioma. Es posible definir el tamaño inicial de todas las ventanas que se llamen en Micro/WIN. Por ejemplo, se puede determinar que todas las ventanas del programa se representen inicialmente maximizadas, minimizadas o en tamaño normal.

Para guardar el nuevo proyecto se siguen los siguientes pasos:

1. Se elige el comando Guardar como en el menú Proyecto o se hace clic en el botón de la barra de herramientas.
2. En la lista de carpetas, se hace doble clic en el directorio que desee utilizar para el proyecto.
3. Se reemplaza el asterisco (\*) en el cuadro del nombre del archivo con el nombre del proyecto. El nombre para este proyecto es "EMPACADORA".

Para empezar a programar se escoge el bloque del programa utilizando los botones de la barra de tareas.

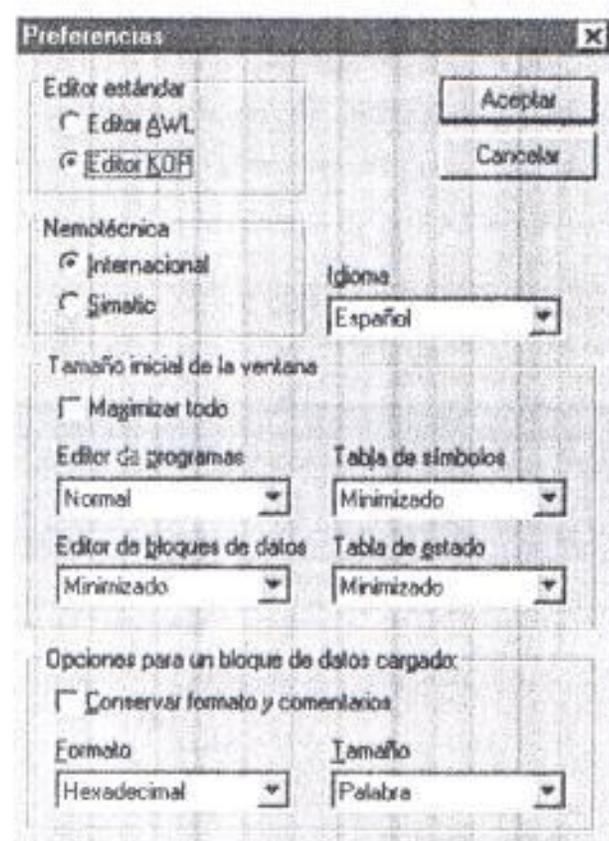


Figura 3.2

### 3.3 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.

Un contacto es un símbolo que representa una entrada cableada. Un contacto normalmente abierto permite que la corriente fluya por él cuando está cerrado. Además, hay también contactos normalmente cerrados. En este caso, la corriente fluye cuando el contacto está abierto. Una bobina es un símbolo que representa una salida cableada. Cuando la corriente fluye por la bobina, la salida se activa.

Un cuadro es un símbolo de una operación compleja que se ejecuta en la CPU. El cuadro simplifica la programación de dicha operación. Por ejemplo, los temporizadores, los contadores y las operaciones aritméticas se representan mediante cuadro. El aspecto de la pantalla de este editor de presenta en la figura 3.3.

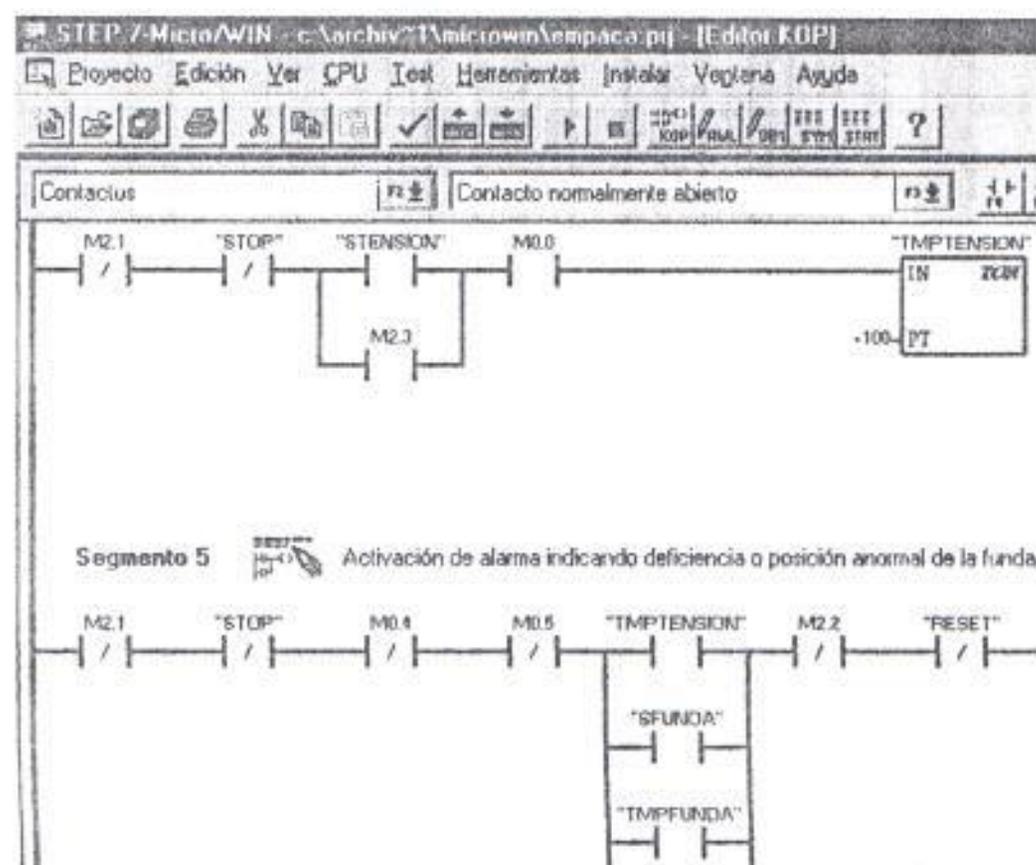


Figura 3.3

Las operaciones y funciones están contenidas en varios grupos, según su característica. Primero se selecciona el grupo de la lista plegable en la barra de herramientas. Luego, aquí se selecciona la función u operación requerida. Figura 3.4.

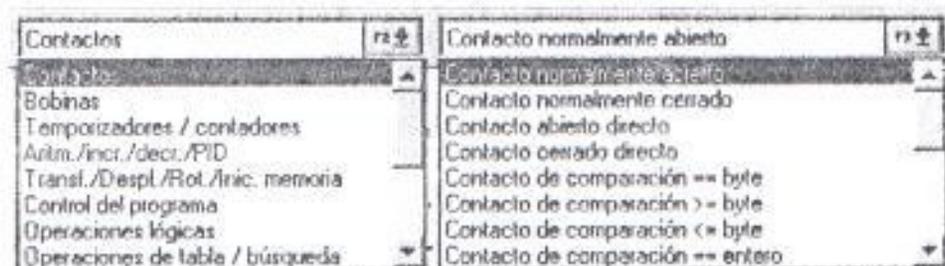
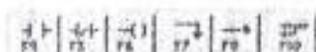


Figura 3.4

A las funciones básicas más utilizadas, como los contactos, bobinas y líneas de interconexión, se puede acceder utilizando los respectivos en la barra de herramientas.



### 3.4 EDITOR AWL

Los elementos de programas AWL se representan mediante instrucciones que ejecutan las operaciones deseadas. Contrariamente a los programas KOP que se visualizan de forma gráfica, los programas AWL se representan en formato de texto. Para utilizar este editor de programas, se deben memorizar el comando de cada función. Este método es poco accesible cuando se ha acostumbrado al método gráfico. El aspecto de la pantalla de este editor se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5

### 3.5 TABLA DE SÍMBOLOS

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. Esto ocurre cuando se selecciona del menú Ver el modo Direccionamiento Simbólico.

El aspecto de la pantalla del bloque de símbolos se observa en la figura 3.6. Para el control de la empacadora, se han definido todas las salidas, entradas y las marcas y temporizadores más importantes.

Nombre simbólico	Dirección	Comentario
START	I0.0	inicio del proceso
STOP	I0.1	paro del proceso
RESET	I0.2	reinicio del proceso
STENSION	I0.3	sensor de tensión de la funda
SFUNDA	I0.4	sensor de presencia de funda
SOPTICO	I0.5	sensor óptico de señal oscura
SPRODUCTO	I0.6	sensor óptico de presencia de producto
PES01	I0.7	peso de referencia de producto grueso
PES02	I1.0	peso de referencia de producto mediano
PES03	I1.1	peso de referencia de producto fino
OLMTENSION	I1.2	sobrecarga en motor de tensión de funda
OLMBANDA1	I1.3	sobrecarga en motor de banda de material
OLMBANDA2	I1.4	sobrecarga en motor de banda de paquetes
LZON	Q0.0	luz piloto de encendido
MTENSION	Q0.1	motor para tensión de funda
MBANDA	Q0.2	motor de banda
CPUERTA1	Q0.3	compuerta de producto pesado
CPUERTA2	Q0.4	compuerta de producto mediano
CPUERTA3	Q0.5	compuerta de producto ligero
CTRAMPA	Q1.0	compuerta de la trampa de la balanza
EHORIZONTAL	Q1.1	electroválvula de mordaza horizontal
EARRASTRE	Q2.0	electroválvula de carro de arrastre

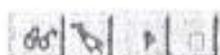
Figura 3.6

### 3.6 TABLA DE ESTADOS

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.

Para iniciar el monitoreo del estado de las variables mediante la tabla se siguen los siguientes pasos:

1. Se introduce la dirección en el campo "Dirección". Las direcciones válidas son los tipos de memoria que se indican en el tema de ayuda Acceder a la memoria de la CPU, exceptuando las constantes, los acumuladores y los contadores rápidos.
2. Se selecciona el formato de visualización del valor haciendo doble clic en el campo "Formato" (o situando el cursor en el campo "Formato" y pulsando la barra espaciadora) hasta que aparece el formato deseado.
3. Se selecciona el comando Lectura sencilla en el menú Test o se hace clic en el correspondiente botón de la barra de herramientas de la tabla de estado.



Mientras el proceso ocurre, se puede alterar los valores actuales de las variables por cualquier otro. Para cambiar valores de la tabla:

1. Se introduce la dirección en el campo "Dirección".
2. Se selecciona el formato de visualización del valor haciendo doble clic en el campo "Formato" (o situando el cursor en el campo "Formato" y pulsando la barra espaciadora) hasta que aparece el formato deseado.
3. Se hace clic en el botón "Escribir" en la barra de herramientas de la tabla de estado.

El aspecto de la pantalla del bloque de estados se muestra en la figura 3.7. Los valores que se sobre escriben cambian luego según la lógica del proceso. También se puede forzar un valor, permaneciendo de esta manera invariable en el tiempo.

The screenshot shows the STEP 7 Micro/WIN software window. The title bar reads "STEP 7 Micro/WIN - Variable: \Microwin\Tempaco.mj - [Tabla de estado]". The menu bar includes "Proyecto", "Edición", "Ver", "CPU", "Test", "Herramientas", "Instalar", "Vegetana", and "Ayuda". Below the menu is a toolbar with various icons for file operations and execution. The main area contains a table with the following data:

Dirección	Formato	Valor actual	Cambiar valor por
"START"	Bit		
"STOP"	Bit		
"RESET"	Bit		
"STENSION"	Bit		
"SFUNDA"	Bit		
"SOPTICO"	Bit		
"SPRODUCTO"	Bit		
"PES01"	Bit		
"PES02"	Bit		
"PES03"	Bit		
"OLMTENSION"	Bit		
"OLMBANDA1"	Bit		
"LZON"	Bit		
"MTENSION"	Bit		

Figura 3.7

### 3.7 COMUNICACIÓN CON EL PLC

Antes de cargar el programa elaborado hacia el PLC, debe establecerse la comunicación de éste con el programa. Primero se debe configurar el puerto de comunicaciones, en donde está conectado el cable de comunicación PC/PPI.

#### 3.7.1 CONFIGURAR PUERTO

Para asignar una interface de comunicación a la CPU, se elige el comando Comunicación en el menú Instalar. El cuadro de diálogo de la figura 3.8 aparece.

1. Se hace clic en el botón de opción "COM1" o "COM2" (la interface del PC al que ha conectado la CPU), o bien, en "MPI" (si se ha instalado un módulo MPI).

2. Si desea utilizar la tarjeta MPI como enlace de comunicación, se deberá efectuar los ajustes solicitados en el menú desplegable que aparece una vez seleccionada la opción "MPI"
3. Se introduce la dirección de la CPU que se desee utilizar. Las direcciones válidas están comprendidas entre 0 y 126. (Hay que tener en cuenta que esta dirección se debe configurar en el cuadro de diálogo "Configurar CPU".)
4. Se introduce la dirección de Micro/WIN. Las direcciones válidas están comprendidas entre 0 y 126. La dirección predeterminada de Micro/WIN es 0.
5. En la lista desplegable, se puede elegir la velocidad de transferencia de datos de 9600 o 19200 bit/s.
6. Se hace clic en el botón "Aceptar" para confirmar sus cambios.

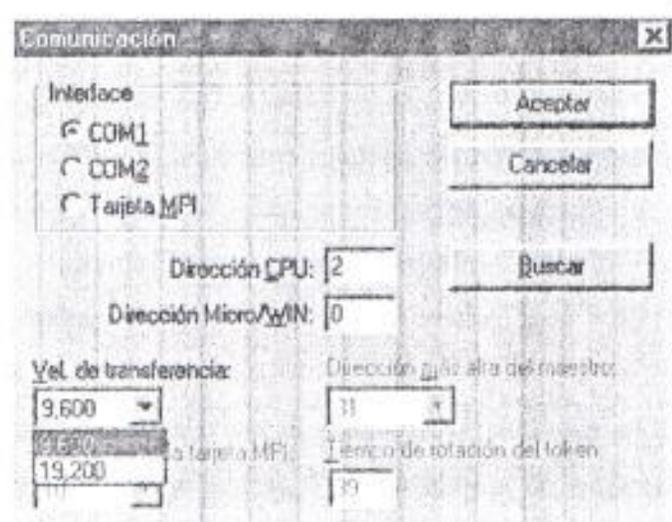


Figura 3.8

Si la comunicación no se puede establecer, esto puede ser debido a algunos factores. El cable de conexiones no está correctamente conectado o no está en el puerto correcto. Es posible también que la interfaz de comunicaciones esté

siendo ocupada por otro programa como In Touch. El cuadro de aviso de la figura 3.9 aparece para hacer la advertencia.

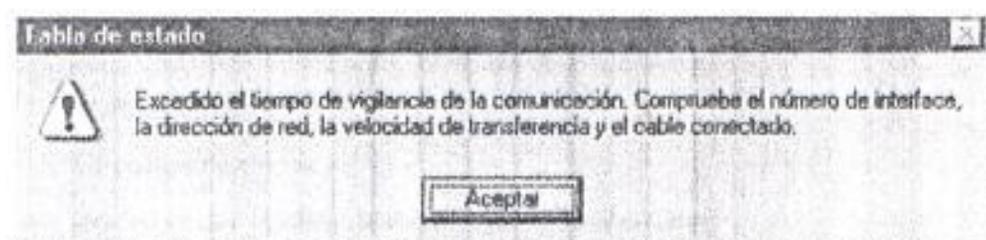


Figura 3.9

### 3.7.2 COMPILAR EL PROGRAMA DE CONTROL.

Hay que asegurarse siempre de que el programa diseñado trabaja correctamente para la respectiva aplicación. También hay que tener cuidado de no olvidar ningún aspecto de seguridad en el programa.

Para comprobar si todos los elementos y variables están correctamente asignados, según las notaciones y reglas de estructuración establecidas por el programa, hay que compilar el programa. Esto de ninguna manera asegura que la lógica del programa esté correcta.

Se elige el comando Compilar en el menú CPU para que el compilador de Micro/WIN traduzca el programa KOP a un bloque de organización (bloque lógico) cargable en un sistema de automatización S7-200. Si se obvia este paso, Micro/WIN compilará automáticamente el programa de control cuando este sea grabado. Se puede oprimir también el respectivo botón en la barra de tareas.



El compilador KOP de Micro/WIN fallará si el programa contiene alguno de los siguientes errores:

- En el segmento hace falta un contacto.
- En el segmento hace falta un elemento de salida.
- Cortocircuito.
- Circuito abierto.
- Inversión del sentido de circulación de la corriente.
- Emplazamiento no válido de un flanco positivo, de un flanco negativo o de una operación NOT.
- Con un cuadro CTU/CTUD no se permiten salidas o cuadros adicionales.
- Con una salida absoluta no se permiten otros elementos.
- Segmento no válido.
- Entre las entradas CTU/CTUD no se permiten interconexiones.
- Segmento demasiado grande para ser compilado.

El compilador KOP de Micro/WIN no comprueba si hay una dirección fuera de margen ni tampoco la estructura general del programa. Por ejemplo, no verifica si falta una bobina MEND o si hay llamadas (CALLs) de subrutinas que no existen. Estos tipos de errores son identificados por la CPU, indicándose cuando el programa se carga en la misma.

### 3.7.3 CARGAR EL PROGRAMA EN EL PLC

Para cargar el proyecto en la CPU se siguen los siguientes pasos:

1. Si estaba funcionando el PLC, se cambia la CPU a modo STOP (Cambiar el modo de operación de la CPU).
2. Se abre el proyecto que contiene el programa a cargar en la CPU.

3. Se elige el comando Cargar en CPU en el menú CPU o se hace clic en el botón de la barra de herramientas.



4. Se hace clic en la casilla de verificación que aparece en la figura 3.10, correspondiente a los archivos que desee cargar.
5. Se hace clic en el botón "Aceptar" para cargar en la CPU los archivos seleccionados.

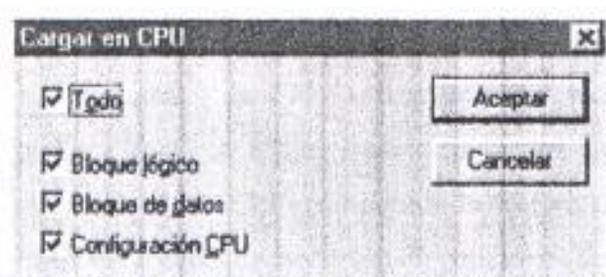


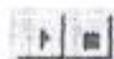
Figura 3.10

### 3.7.4 CAMBIAR LA CPU A MODO RUN

El modo de operación de la CPU se puede cambiar desde Micro/WIN o con el selector de la CPU.

Utilizando Micro/WIN:

1. Se coloca el selector de la CPU en posición TERM.
2. Se elige RUN o STOP en el menú CPU o se hace clic en el correspondiente botón de la barra de herramientas.



Utilizando el selector dispuesto en la CPU, se coloca directamente el selector en posición Stop o Run.

El cuadro de diálogo de la figura 3.11 aparece para confirmar el cambio de modo de operación de la CPU.

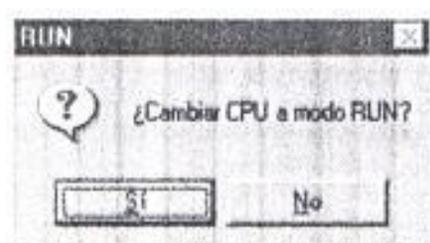


Figura 3.11

Una vez cargado el programa, y la CPU se encuentra en modo RUN, este se ejecuta desde la primera hasta la última operación en un ciclo que se repite permanentemente. Un ciclo de la CPU comprende la lectura de las entradas, la ejecución del programa de usuario, la ejecución de peticiones de comunicación, la ejecución de tareas internas y la escritura en las salidas.

### 3.7.5 ACTIVAR EL ESTADO KOP

Estando en el editor KOP y la CPU en modo RUN, se puede hacer el monitoreo del proceso activando el estado KOP. En este estado se puede observar en tiempo real, cuando los contactos operan y las bobinas se energizan. Los valores de las variables definidas en los bloques de funciones, como contadores y temporizadores también pueden ser observados, como se lo hace en el bloque de estados.

Se debe elegir el comando Activar estado KOP en el menú Test. Entonces se actualizará el segmento actual. Para visualizar el estado de otro segmento, hay que desplazarse a una posición diferente.

Debido a la diferencia de tiempo entre el ciclo de la CPU y la visualización de Micro/WIN, es posible que los valores que aparezcan en la pantalla no estén sincronizados siempre con la ejecución actual del programa.

Para desactivar el estado KOP, se elige nuevamente Activar estado KOP en el menú Test, retirando así la marca de verificación que aparece delante del comando.

### 3.7.6 FORZAR VALORES

Estando en el archivo de tabla, se elige el comando Activar estado tabla en el menú Test. El estado de tabla creado actualiza los valores de las direcciones seleccionadas para la tabla.

Debido a la diferencia de tiempo entre el ciclo de la CPU y la visualización de Micro/WIN, es posible que los valores que aparezcan en la pantalla no estén sincronizados siempre con la ejecución actual del programa.

Las siguientes direcciones se pueden introducir en los correspondientes campos de la tabla de estado para forzar valores: V, AI, AQ, M, I, Q.

Los valores V y M se pueden forzar como bytes, palabras o palabras dobles. Los valores AI y AQ sólo se pueden forzar como palabras con bytes pares. Es posible forzar cualquier combinación de dichas direcciones, hasta un total de 16 valores.

Todas las entradas (I) y salidas (Q) se pueden forzar. El valor forzado se impone al valor actual de las entradas y salidas, tanto digitales como analógicas, así como a las entradas y salidas a las que se accede directamente. Para forzar los valores de variables estando abierto un proyecto:

1. Se abre la tabla de estado, eligiendo el comando Tabla de estado en el menú Ver o haciendo clic en el correspondiente botón de la barra de herramientas.
2. Se llena las columnas de la tabla ("Dirección" y "Formato") conforme al programa.
3. En la columna "Cambiar valor por", se introduce el valor que se desee forzar para cada dirección.
4. Se hace clic en el botón "Escribir" para cargar los valores forzados de la tabla en la CPU. (Si ha determinado una contraseña, es posible que aparezca un indicador donde se deberá introducirla para poder llevar a cabo la función.)

Para desforzar variables estando en la tabla de estado:

1. Haga clic en el botón "Desforzar" con objeto de restablecer el valor fijado en la ejecución del programa para la variable donde se encuentra el cursor. Así se desforza el valor forzado.
2. Haga clic en el botón "Desforzar todo" para restablecer los valores de todas las direcciones de la tabla que se hayan fijado en la ejecución del programa. Así se desforzan todos los valores.



### 3.7.7 AJUSTAR LAS SALIDAS

En un cambio de RUN a STOP de la CPU puede elegir si desea congelar todas las salidas en su último estado o asignar valores en una tabla que se copia a las salidas durante el cambio de modo de operación. La ventaja de la tabla es que las salidas se ajustan en un estado conocido.

El ajuste predeterminado del estado de las salidas en un cambio de RUN a STOP es una tabla donde todas las salidas están desactivadas (puestas a 0). Para congelar todas las salidas en su último estado cuando se produzca un cambio de RUN a STOP en el cuadro de diálogo de la figura 3.12:

1. Se elige el comando Configurar en el menú CPU.
2. Se hace clic en la ficha "Ajustar salidas".
3. Se hace clic en la casilla de verificación "Congelar salidas".
4. Se hace clic en el botón "Aceptar" para guardar los ajustes.

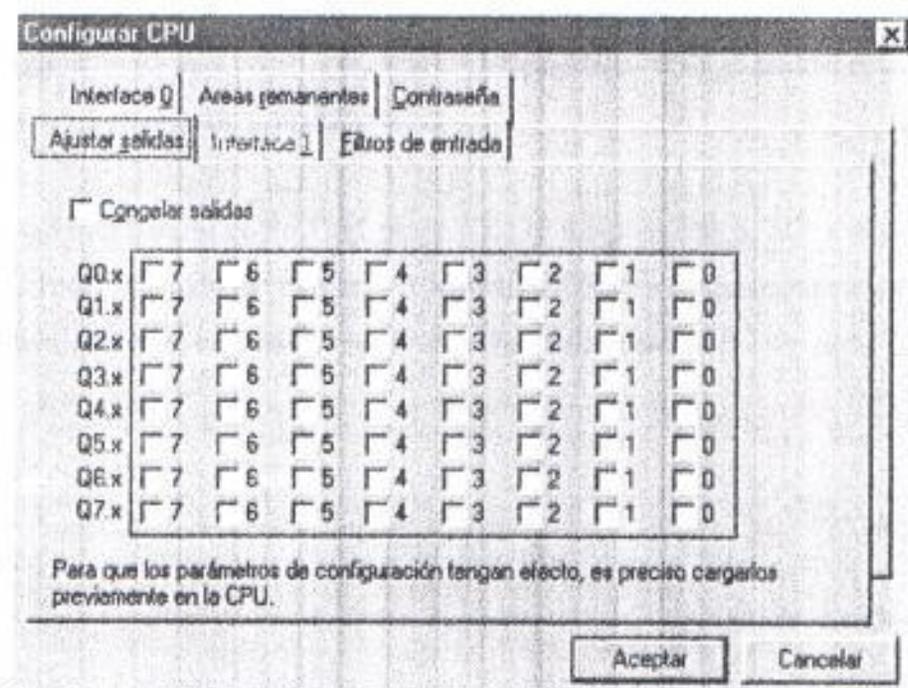


Figura 3.12

Para ajustar las salidas en un estado conocido cuando se produzca un cambio de RUN a STOP:

1. Se elige el comando Configurar en el menú CPU.
2. Se hace clic en la ficha "Ajustar salidas".

3. Se hace clic en la casilla de verificación correspondiente a cada salida que se desee activar (poner a 1) cuando se produzca un cambio de RUN a STOP.
4. se hace clic en el botón "Aceptar" para guardar los ajustes.

Cualquier cambio de la configuración de la CPU sólo tendrá efecto una vez que se haya cargado en la CPU el archivo con la extensión cfg.

El PLC está conectado a la computadora y al panel de operador OP5 formando una red PPI (punto a punto) simple de control. La computadora está conectada al puerto de comunicaciones 1, y el panel en el puerto de comunicaciones 0. En la configuración creada en el programa en Step7-Micro/WIN el puerto cero tiene la dirección 3 y el puerto 1 la dirección 2.

El programa para el control del proceso de la máquina empacadora se encuentra en un proyecto con el nombre "EMPACADORA". El programa en lenguaje escalera, diseñado en el editor KOP se presenta en el anexo B.

## CAPÍTULO 4

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

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE INTOUCH

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.

Las animaciones de objetos pueden ser combinadas para proveer tamaños complejos, color, movimiento, y/o cambios de posición. Los Animation Links llamados así, incluyen entradas discretas, análogas y strings; sliders horizontales y verticales; pulsadores, botones para presentar y esconder ventanas; y otras herramientas más.

#### 4.2 SISTEMAS DE MONITOREO

InTouch está diseñado para trabajar en aplicaciones individuales o distribuidas. En las aplicaciones individuales usan un solo operador de interface para cada sistema

monitoreado. La computadora está directamente conectada al proceso industrial como por medio de un cable serial. Figura 4.1. Estos tipos de aplicaciones son generalmente más sencillos de configurar, porque no trabajan en red, además su mantenimiento es simple.

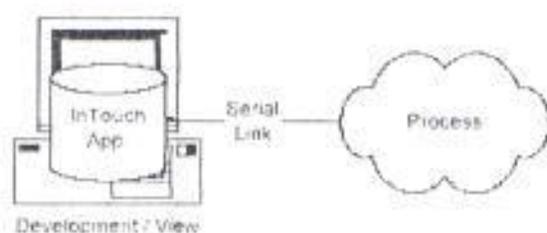


Figura 4.1

Las aplicaciones distribuidas son mucho más complejas, normalmente con varios niveles de trabajo. Generalmente tienen una estación central de desarrollo, llamada nodo maestro. Este actúa como un servidor para los terminales remotos, llamados nodos esclavos. Figura 4.2. Tienen almacenamiento central de datos con varias estaciones de clientes que interactúan con la estación central y entre ellas.

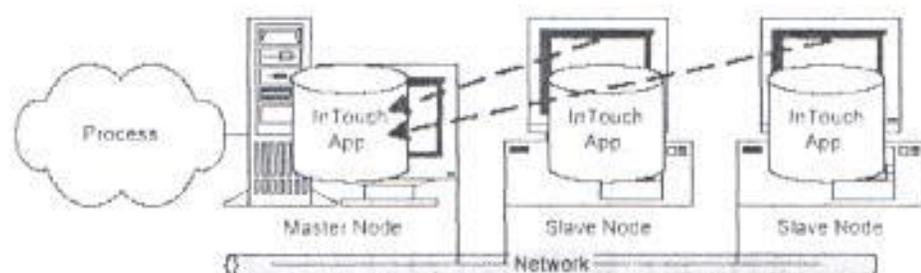


Figura 4.2

### 4.3 EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN "DDE"

InTouch identifica un elemento de datos en un programa servidor de I/O usando tres informaciones que se utilizan como convención que incluye el nombre de la

aplicación (application name), nombre del tema (topic name) y el nombre del artículo(item name). Para obtener datos de otra aplicación, el programa cliente (InTouch) abre una vía al programa servidor especificando estos tres artículos.

Para que InTouch adquiera un valor de los datos de otra aplicación, debe saber el nombre de la aplicación que proporciona los datos, el nombre del tema dentro de la aplicación que contiene los datos valora, y el nombre del artículo específico dentro del tema. Además, InTouch necesita saber el tipo de los datos; discreto, entero, real (punto flotante), o mensaje (arreglo). Esta información determina que las I/O escriben sobre el tagname cuando se define en el banco de datos de InTouch. Ahora, cuando WindowViewer está corriendo, realizará automáticamente actualizará todas los valores y ejecutará las acciones según el programa.

Este protocolo de comunicación es conocido como DDE. Fue creado por Microsoft para establecer comunicación entre todos los programas que operen bajo Windows. Por ejemplo, en el caso de EXCEL trabajando como un servidor, el nombre de la aplicación es "EXCEL", el nombre del tema es el nombre de la hoja de cálculo específica que contiene los datos y el nombre del artículo es la identificación de la celda en la hoja de cálculo cuyo dato va a ser leído/escrito por un programa cliente.

#### 4.4 KEPSERVER

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 interfaz de comunicación al que está conectado el PLC o la red.

La figura 4.3 muestra la pantalla del programa. El Application Name del servidor es KEPDDE. Para empezar un proyecto se debe abrir un canal (Channel), archivo que inicia las comunicaciones con el PLC o la red. En un Channel pueden estar definidos varios PLC's cada uno con un Topic Name diferente. El Item Name será el nombre del TAG que representa alguna dirección en la memoria de datos del PLC.

Cuando el canal está abierto, para iniciar las conversaciones se oprime el botón rojo de la barra de herramientas. Para hacer la desconexión se oprime el botón rojo.

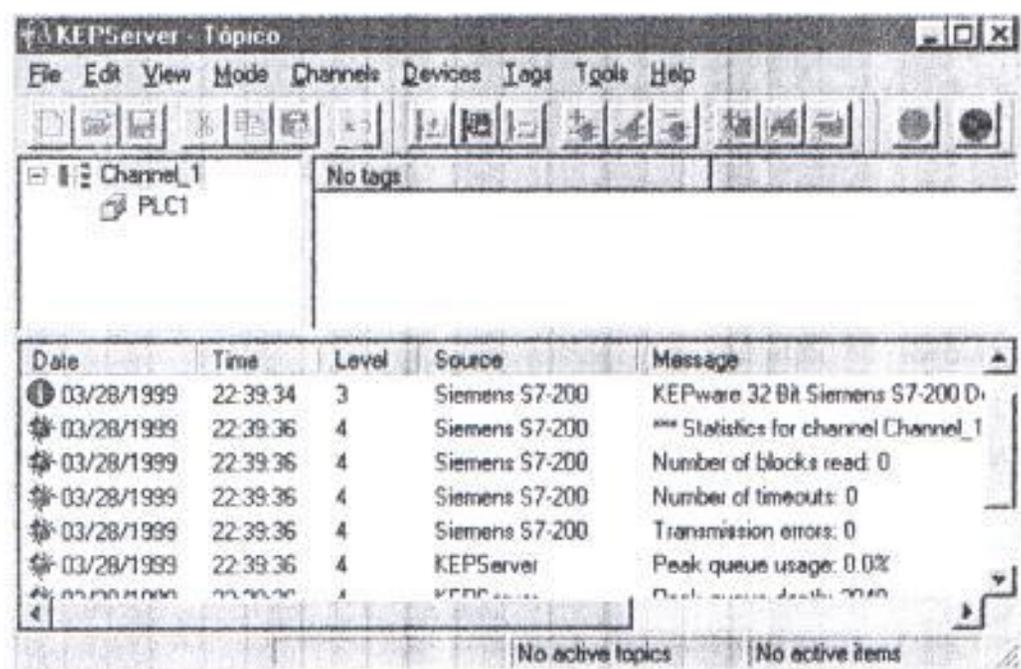


Figura 4.3

## 4.5 SELECCIÓN DE LA APLICACIÓN

Para iniciar una aplicación, se debe acceder al Manager de InTouch. Desde aquí se puede abrir un espacio para la nueva aplicación ingresando el nombre y la descripción respectiva. La figura 4.4 muestra la pantalla del Manager de InTouch.

### 4.5.1 EL "ACCESS NAME"

Para editar una pantalla se oprime el acceso directo a WindowMaker, que es el editor de las pantallas. Como se va a establecer un enlace DDE con el Server, hay que definir el Access Name. Aquí se agrega el Server con su respectiva dirección o Application Name, y el Topic Name, en caso es el nombre del Channel. Las figuras 4.5 y 4.6 muestran las ventanas de diálogo para introducir estos datos.

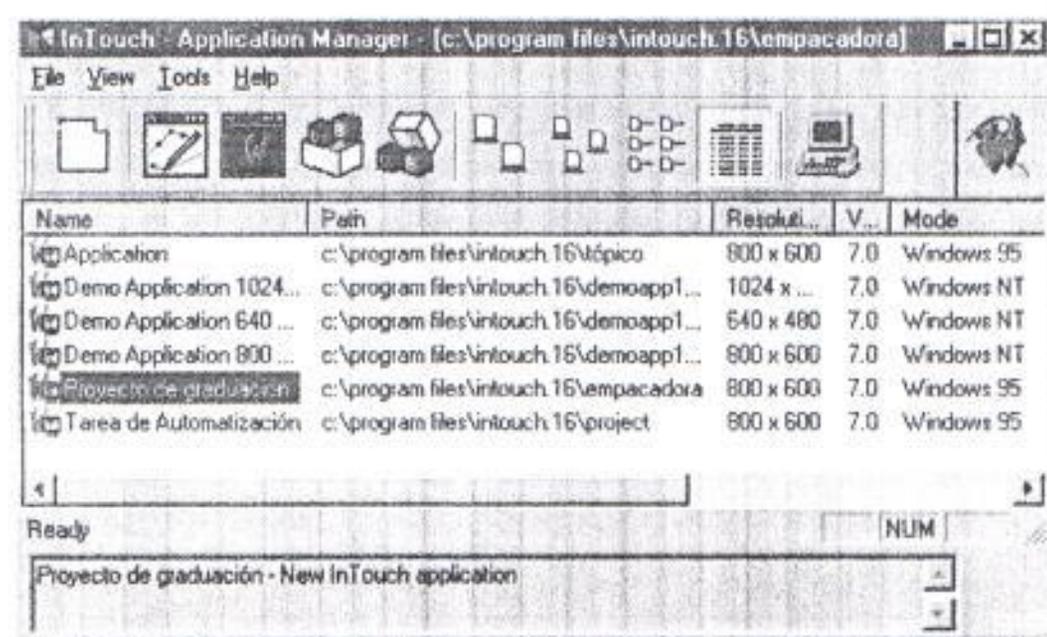


Figura 4.4

#### 4.5.2 CONFIGURACIÓN DE LAS PANTALLAS

Estando en el WindowMaker, se selecciona NEW para elaborar la primera pantalla. Aparece el cuadro de diálogo para definir las características de la pantalla, como son el tamaño, la jerarquía, el color de fondo, etc. La figura 4.7 muestra esta cuadro de diálogo.

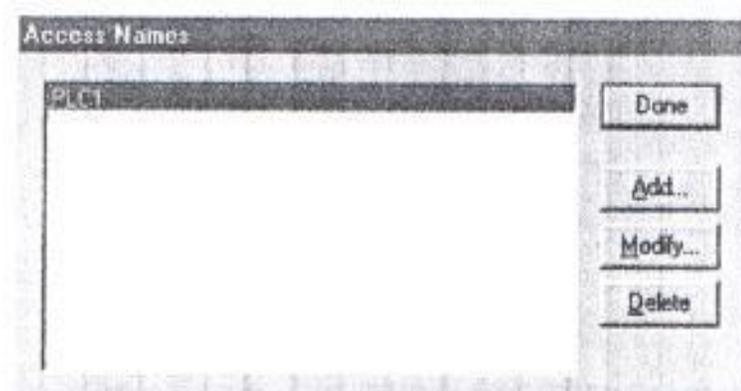


Figura 4.5

En esta pantalla se graficará y se programará cada objeto de los que representan las piezas reales que componen el proceso a controlar. La pantalla de este editor se muestra en la figura 4.8. Las barras de herramientas y de estado permiten hacer los gráficos fácilmente. Se puede utilizar la regla y el fondo de rejillas, para darle más precisión al mover y posicionar los objetos.

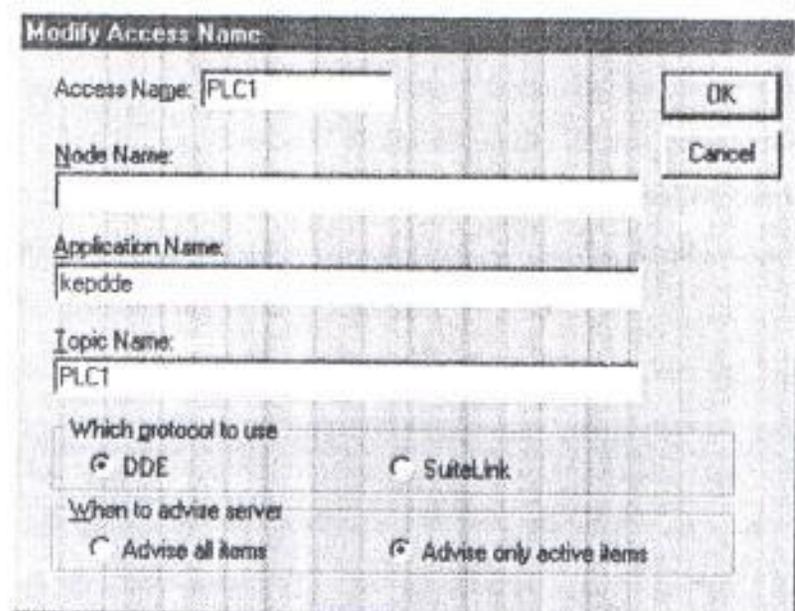


Figura 4.6

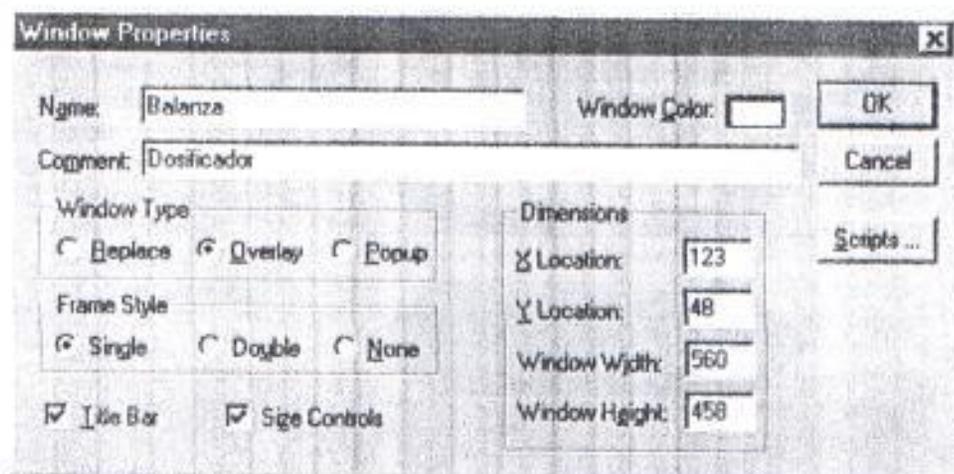


Figura 4.7

### 4.5.3 EDICIÓN DE LAS PANTALLAS

La barra de herramientas es muy completa. Se puede crear cualquier figura. Se puede agrupar, alinear, colorear y adherir texto a los objetos.

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, buttons, switches, frames, historical trends, pantalla para ingreso de valores, displays, etc. La figura 4.9 muestra la pantalla del Wizard Selection.

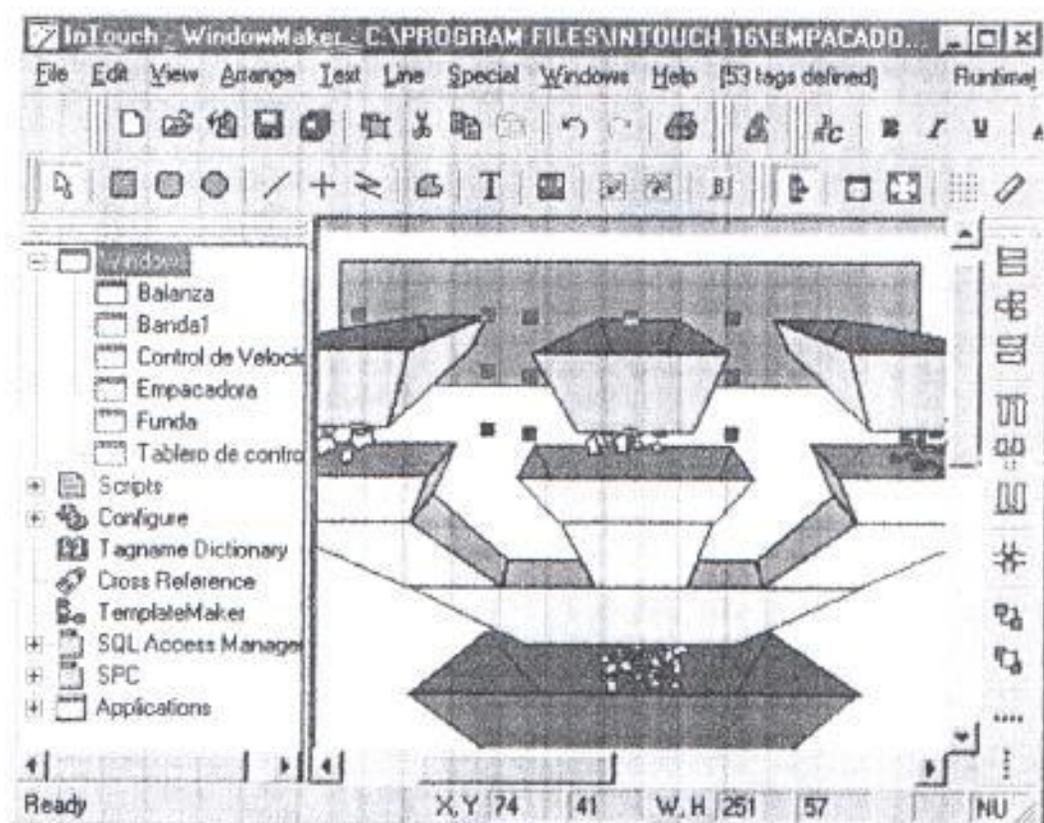


Figura 4.8

Para programar un objeto, se lo señala haciendo doble clic con el puntero. El cuadro de diálogo mostrado en la figura 4.10 aparecerá automáticamente. En este cuadro se programa al objeto, dándole todos los atributos que se requieren. Los atributos están separados según su función. Un objeto puede obtener varios atributos. Para darle cierto atributo al objeto se selecciona el casillero respectivo y se llena el recuadro con la información requerida.

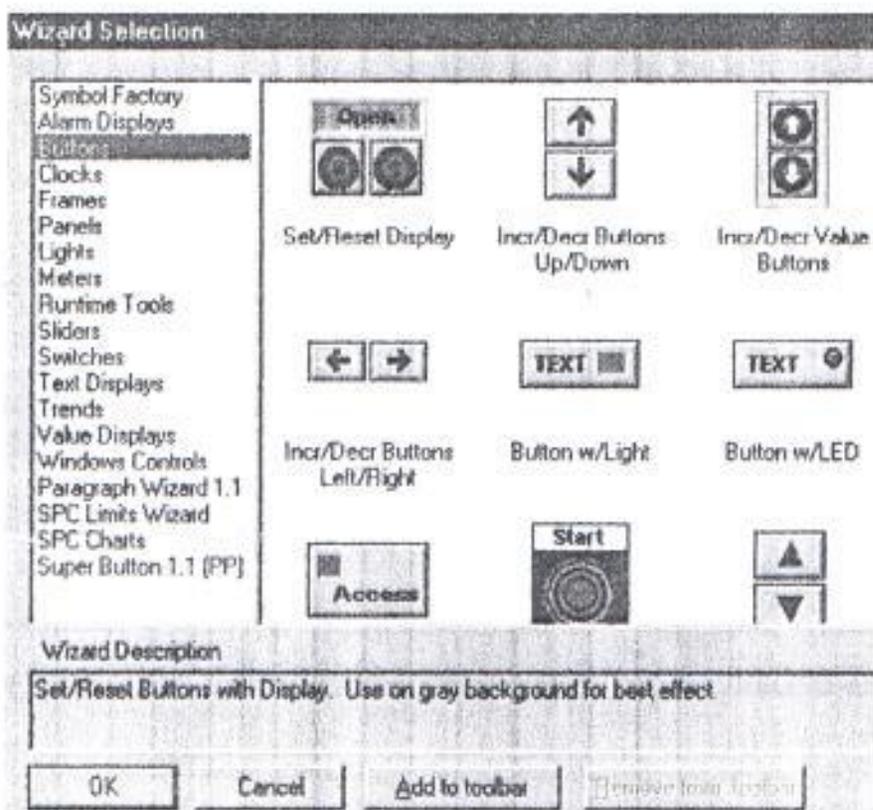


Figura 4.9

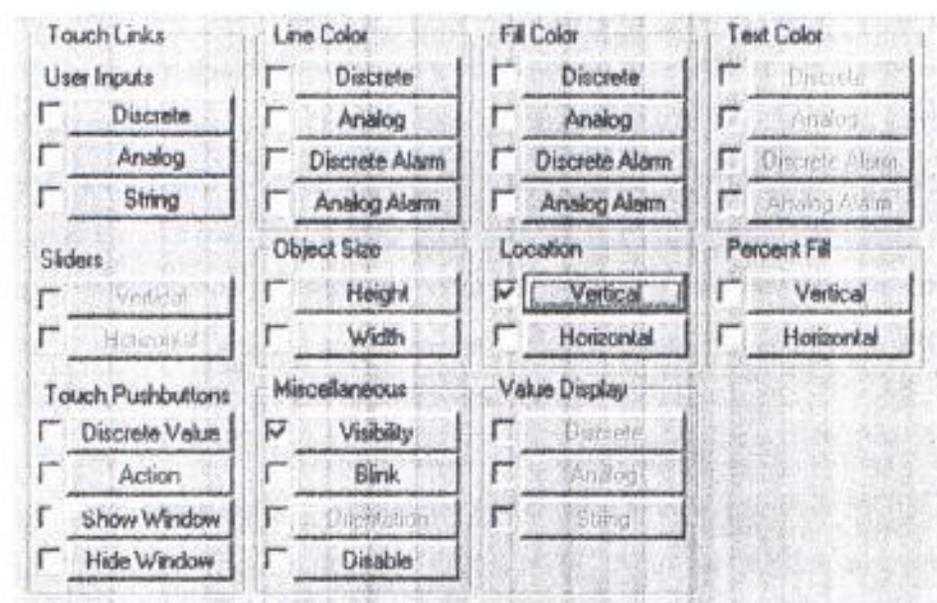


Figura 4.10

Por ejemplo, si se desea dar a un objeto el atributo de desplazamiento vertical, se selecciona la propiedad y se llena el cuadro que aparece en la figura 4.11. La posición vertical del objeto depende de una variable numérica. Cuando el valor de esta variable, definida por el programa como TAG, cambie el objeto se moverá verticalmente.

Vertical Location			
Expression: <input type="text" value="TAG"/>			
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Clear"/>			
Properties		Vertical Movement	
At Top:	<input type="text" value="0"/>	Up:	<input type="text" value="0"/>
At Bottom:	<input type="text" value="100"/>	Down:	<input type="text" value="40"/>

Figura 4.11

#### 4.5.4 EL "TAG DICTIONARY"

Cada vez que se desee utilizar un tag hay que definirlo previamente. Si no se lo ha hecho, después de oprimir el botón aceptar, el programa requerirá automáticamente que cada nuevo Tag sea definido. El cuadro de la figura 4.12 se abrirá. Aquí se especifica el tipo de dato que representa el Tag. Si es un valor real, string o un simple bit; si valor interno que reside sólo en la memoria de la computadora o se trata de un valor existente en el PLC. Figura 4.13. Si es así, se indica la dirección de memoria del valor en el PLC, si es valor de sólo lectura o escritura también. También se selecciona el Access Name que incluye la dirección DDE del servidor que realiza la comunicación con el PLC.

El reporte de todos los Tags utilizados por el programa se puede encontrar en un registro llamado Tag Dictionary. Figura 4.14. Aquí se puede seleccionar y modificar las propiedades de cada Tag. Este cuadro se puede seleccionar en el menú Special. El número de Tags utilizados para el control del proceso de la

máquina empacadora es de 53. De ellos, 35 representan valores que residen en el PLC, como son las entradas, salidas, algunas marcas y valores tipo palabra.

Tagname Dictionary

Main
  Details
  Alarms
  Details & Alarms
  Members

Tagname: PES01      Type: ... I/O Discrete  
 Group: ... \$System       Read-only     Read-Write

Comment: Peso de referencia del material grueso

Log Data     Log Events       Retentive Value

Initial Value:  On     Off     
 Input Conversion:  Direct     Reverse     
 Op Msg:

Access Name: ... PLC1     
 Off Msg:

Item: M4.1

Use Tagname as Item Name

Figura 4.12

Tag Types

Memory Discrete  
 Indirect Discrete

Figura 4.13

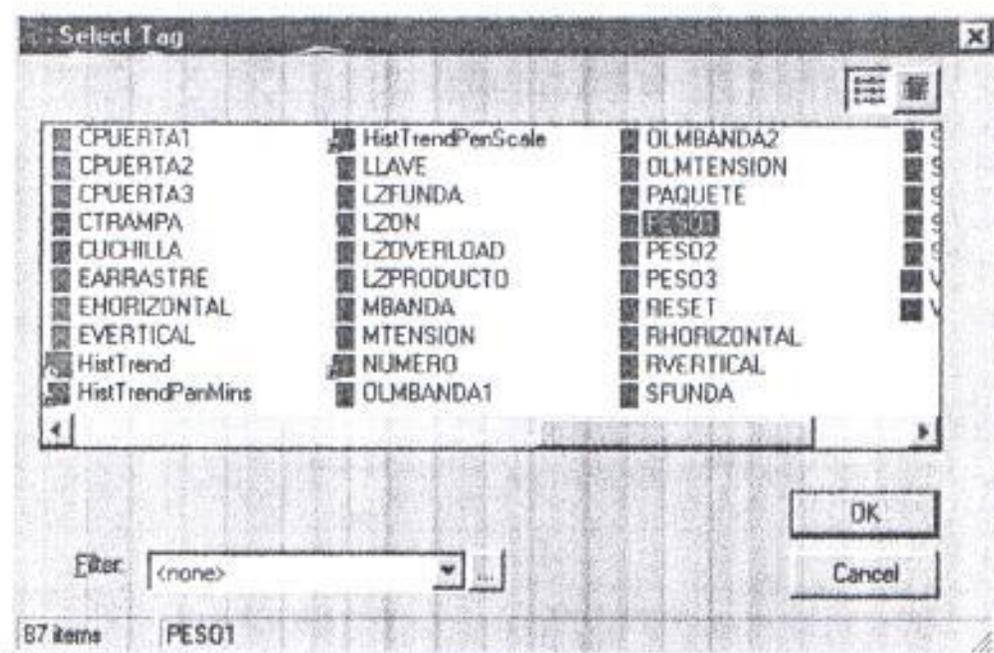


Figura 4.14

Si se utilizan elementos de la librería Wizard Selection, estos elementos también requieren ser programados. Cuando se seleccione el elemento de la librería, puede ser pegado en cualquier parte de la pantalla. Es necesario llenar el cuadro de diálogo de la figura 4.15. Cada objeto requerirá información diferente, dependiendo de su aplicación. Es posible que se necesite definir nuevos Tags para representar algún valor generado. Por ejemplo, si se utiliza un slider, se necesita una variable que marque la posición del selector.

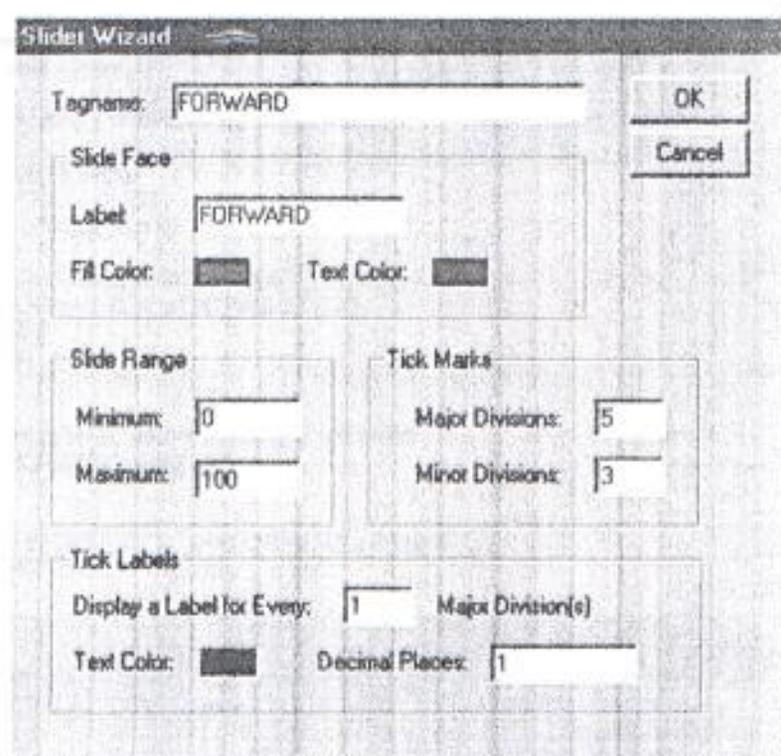


Figura 4.15

#### 4.5.5 LOS "SCRIPTS"

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. La figura 4.16 muestra la pantalla de programación. Los Condition Scripts son subprogramas que se ejecutan siempre y cuando se cumpla una condición lógica.

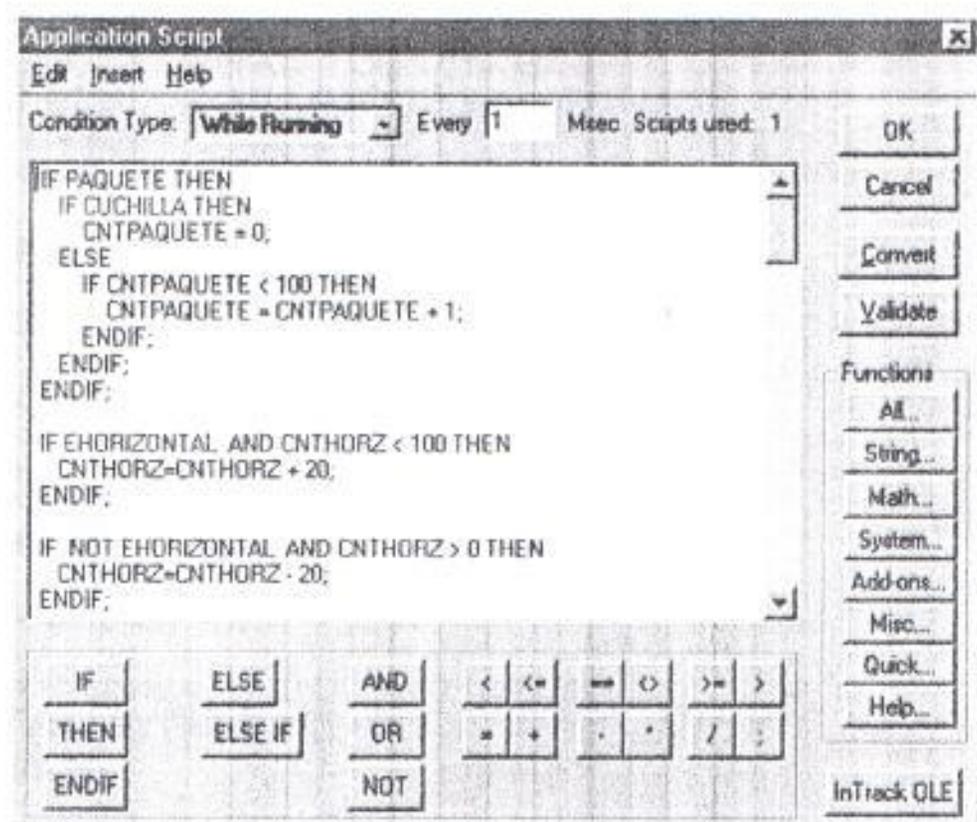


Figura 4.16

En el proyecto, estos Scripts son muy útiles para producir el movimiento de las imágenes y establecer la dependencia entre las variables internas y las tipo DDF, provenientes del PLC. A continuación se muestra el Application Script del proyecto "EMPACADORA".

## APLICACION SCRIPT

### PROYECTO: EMPACADORA

```

IF PAQUETE THEN
  IF CUCHILLA THEN
    CNTPAQUETE = 0;
  ELSE
    IF CNTPAQUETE < 100 THEN
      CNTPAQUETE = CNTPAQUETE + 1;
    ENDIF;
  ENDIF;
ENDIF;

```

ENDIF;

IF EHORIZONTAL AND CNTHORZ < 100 THEN  
 CNTHORZ=CNTHORZ + 20;  
 ENDIF;

IF NOT EHORIZONTAL AND CNTHORZ > 0 THEN  
 CNTHORZ=CNTHORZ - 20;  
 ENDIF;

IF EARRASTRE AND CNTARRST < 100 THEN  
 CNTARRST=CNTARRST + 5;  
 ENDIF;

IF NOT EARRASTRE AND CNTARRST > 0 THEN  
 CNTARRST=CNTARRST - 5;  
 ENDIF;

IF EVERTICAL AND CNTVERT < 100 THEN  
 CNTVERT=CNTVERT + 20;  
 ENDIF;

IF NOT EVERTICAL AND CNTVERT > 0 THEN  
 CNTVERT=CNTVERT - 20;  
 ENDIF;

IF CUCHILLA AND CNTCUCH < 60 THEN  
 CNTCUCH=CNTCUCH + 20;  
 ENDIF;

IF NOT CUCHILLA AND CNTCUCH > 0 THEN  
 CNTCUCH=CNTCUCH - 20;  
 ENDIF;

IF CPUERTA1 THEN  
 CNTMAT1 = CNTMAT1 + 10;  
 CNTVIBR1 = CNTVIBR1 + 25;  
 IF CNTMAT1 == 100 THEN  
 CNTMAT1 = 0;  
 ENDIF;  
 IF CNTVIBR1 == 100 THEN  
 CNTVIBR1 = 0;  
 ENDIF;  
 ENDIF;

```

IF CPUERTA2 THEN
  CNTMAT2 = CNTMAT2 + 10;
  CNTVIBR2 = CNTVIBR2 + 25;
  IF CNTMAT2 = 100 THEN
    CNTMAT2 = 0;
  ENDIF;
  IF CNTVIBR2 = 100 THEN
    CNTVIBR2 = 0;
  ENDIF;
ENDIF;

IF CPUERTA3 THEN
  CNTMAT3 = CNTMAT3 + 10;
  CNTVIBR3 = CNTVIBR3 + 25;
  IF CNTMAT3 = 100 THEN
    CNTMAT3 = 0;
  ENDIF;
  IF CNTVIBR3 = 100 THEN
    CNTVIBR3 = 0;
  ENDIF;
ENDIF;

IF CTRAMPA AND CNTPBALZ < 100 THEN
  CNTPBALZ = CNTPBALZ + 5;
  IF CNTPBALZ >= 70 THEN
    PESO1 = 0;
    PESO2 = 0;
    PESO3 = 0;
  ENDIF;
ENDIF;

IF NOT CTRAMPA AND CNTPBALZ > 0 THEN
  CNTPBALZ = CNTPBALZ - 5;
ENDIF;

IF MBANDA THEN
  CNTBNDIA1 = CNTBNDIA1 + 1;
  IF CNTBNDIA1 = 100 THEN
    CNTBNDIA1 = 0;
  ENDIF;
ENDIF;

IF CNTPAQUETE = 95 THEN
  COUNTER = COUNTER + 1;
ENDIF;

```

#### 4.6 COMUNICACIÓN DDE DESDE EXCEL

Cuando otra aplicación bajo Windows requiere el valor de un dato de InTouch, el debe también saber los tres artículos de direccionamiento E/S. Para InTouch estas direcciones por convención son:

1. VIEW (application name) identifica el programa de runtime de InTouch que contiene el elemento dato.
2. TAGNAME (topic name) es la palabra usada cuando se lee/escribe sobre un tagname en la base de datos de InTouch.
3. ActualTagname (item name) es el actual tagname definido para el item en el InTouch Tagname Dictionary.

Por ejemplo, para acceder al valor de un dato en InTouch desde Excel, una fórmula de referencia remota DDE debe ser introducida en la celda en la cual el valor será escrito:

```
=VIEW|TAGNAME!'ActualTagname'
```

Para leer los valores de todas los datos configurados como DDE, se elaboró en Excel la hoja de cálculo presentada en la tabla 4.1. Cada celda de la columna ESTADO tiene definida la fórmula para tener acceso a los valores de todos los tags DDE.

TAGNAME	DIR	ESTADO	DESCRIPCION
START	I0.0	0	inicio del proceso
STOP	I0.1	0	paro del proceso
RESET	I0.2	0	reinicio del proceso
STENSION	I0.3	0	sensor de tensión de la funda
SFUNDA	I0.4	0	sensor de presencia de funda
SOPTICO	I0.5	0	sensor óptico de señal oscura
SPRODUCTO	I0.6	0	sensor óptico de presencia de producto
PESO1	I0.7	0	peso de referencia de producto grueso
PESO2	I1.0	0	peso de referencia de producto mediano
PESO3	I1.1	0	peso de referencia de producto fino
OLMTENSION	I1.2	0	sobrecarga en motor de tensión de funda
OLMBANDA1	I1.3	0	sobrecarga en motor de banda de material
OLMBANDA2	I1.4	0	sobrecarga en motor de banda de paquetes
LZON	Q0.0	1	luz piloto de encendido
MTENSION	Q0.1	0	motor para tensión de funda
MBANDA	Q0.2	1	motor de banda
CPUERTA1	Q0.3	1	compuerta de producto pesado
CPUERTA2	Q0.4	0	compuerta de producto mediano
CPUERTA3	Q0.5	0	compuerta de producto ligero
CTRAMPA	Q1.0	0	compuerta de la trampa de la balanza
EHORIZONTAL	Q1.1	0	electroválvula de mordaza horizontal
EARRASTRE	Q2.0	0	electroválvula de carro de arrastre
EVERTICAL	Q2.1	0	electroválvula de mordaza vertical
RHORIZONTAL	Q2.2	0	resistencia de sellado horizontal
RVERTICAL	Q2.3	0	resistencia de sellado vertical
CUCHILLA	Q2.4	0	señal de activación de cuchilla
LZFUNDA	Q2.5	0	luz alarma para falta o mal posición de funda
LZPRODUCTO	Q2.6	0	luz alarma para falta de producto
LZOVERLOAD	Q2.7	0	luz alarma para sobrecarga en algún motor
LLAVE	M3.6	1	llave de acceso a los controles
VELOCIDADREF	VW2	55	señala la velocidad de referencia para el motor
VELOCIDADINS	VW0	49	señala la velocidad instantánea del motor
NUMERO	VW3	5	número programado de fundas a fabricar
COUNTER	VW6	0	cuenta los paquetes terminados

Tabla 4.1

#### 4.7 SIMULACIÓN DEL PROCESO CON WINDOWVIEWER

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.

Las impresiones de todas las pantallas diseñadas para el monitoreo del proceso de la máquina empacadora son presentadas en el Anexo C.

#### 4.8 CARACTERÍSTICAS DE PROTOOL

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. La figura 4.17 muestra la pantalla de Protool.

ProTool es una aplicación de Windows para Windows® 95 y Windows® NT. Con la superficie operativa totalmente gráfica, sencillamente haciendo clic con el ratón se puede crear proyectos orientados hacia el objeto. No son necesarios conocimientos especiales de programación.

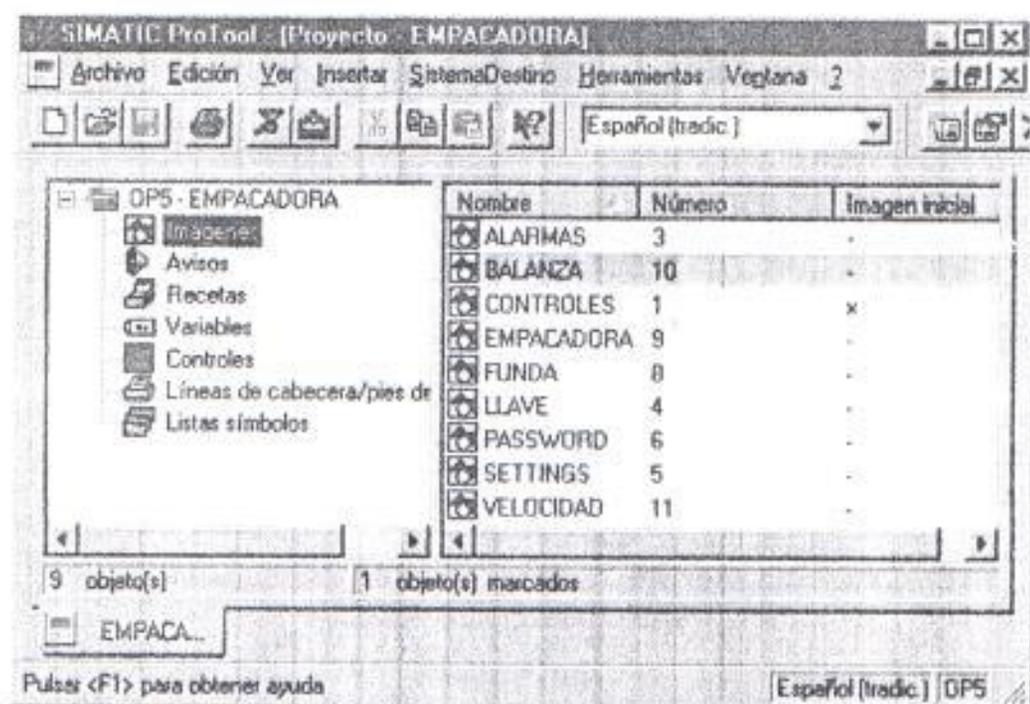


Figura 4.17

#### 4.8.1 EDICIÓN DE LAS PANTALLAS

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.

La figura 4.18 muestra la secuencia de las pantallas que conforman la imagen de los controles, que está configurada para que sea la inicial.



Figura 4.18

Las pantallas se pueden editar hasta en cinco idiomas diferentes. Con una tecla soft que tenga la correspondiente configuración, se puede hacer la selección del idioma en el panel. Las pantallas del panel en el proyecto están editadas en Inglés y Español.

Otra función importante que se puede utilizar, es la de asignar passwords de acceso con diferentes niveles, para restringir el acceso a ciertas facultades en la operación del panel.

#### 4.8.2 CARGAR EL PROYECTO EN EL PANEL

Para transferir el proyecto desde el ordenador de configuración a la unidad de operación se han de realizar los siguientes pasos.

1. Conectar la unidad de operación y el ordenador de configuración con el cable de conexión.
2. Conectar la unidad de operación al modo de transferencia

En el arranque con la combinación de teclas

ESC + Cursor ↑ o mediante borrado total con ESC + Cursor →  
+ Cursor ↓

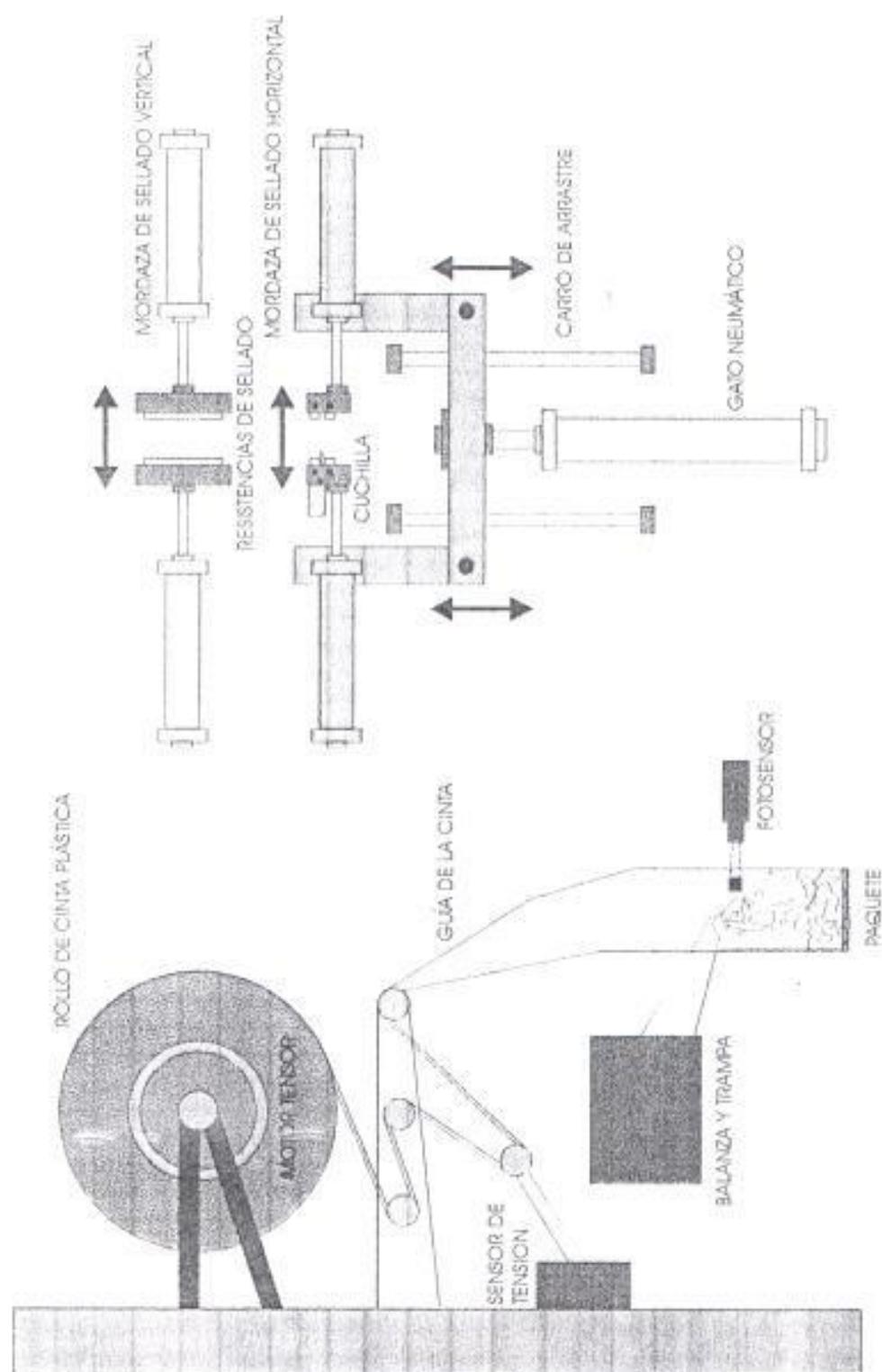
Durante el funcionamiento de la unidad de operación, p. ej. a través de la imagen estándar Ajustes del sistema.

3. Ajuste la interfase del ordenador de configuración bajo el punto del menú Archivo → Ajustes → Transferencia.
4. Inicie la transferencia de la configuración a través del punto del menú Archivo → Transferencia.

Una vez concluida la transferencia, arranca la unidad de operación y emite el aviso de reposo.

Las impresiones del archivo "EMPACADORA", en cual está toda la información cargada en el OP5 utilizado en el proyecto, se encuentran en el anexo D.

## ANEXO A

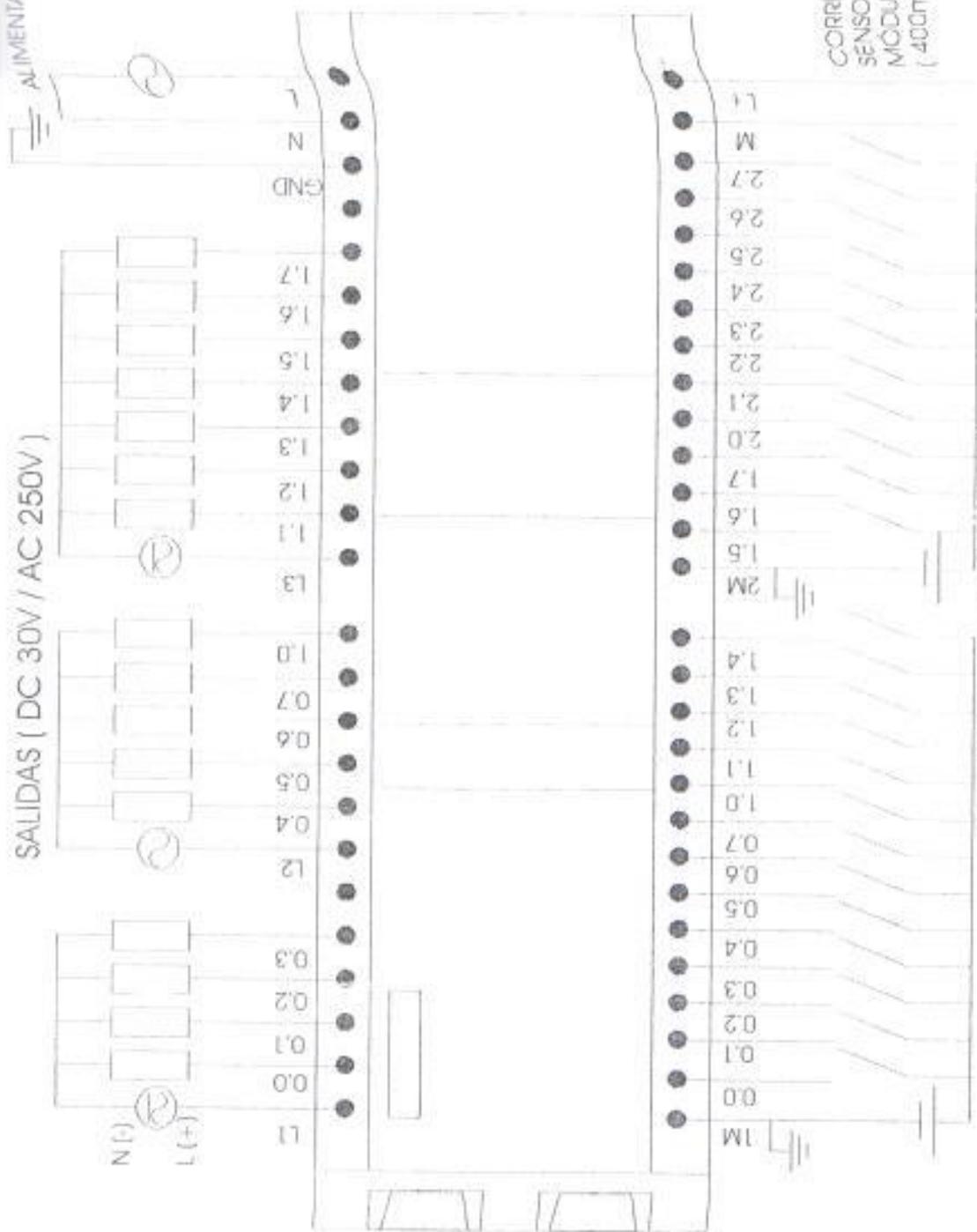


## MAQUINA EMPACADORA

Gráfico 2.1

ALIMENTACION

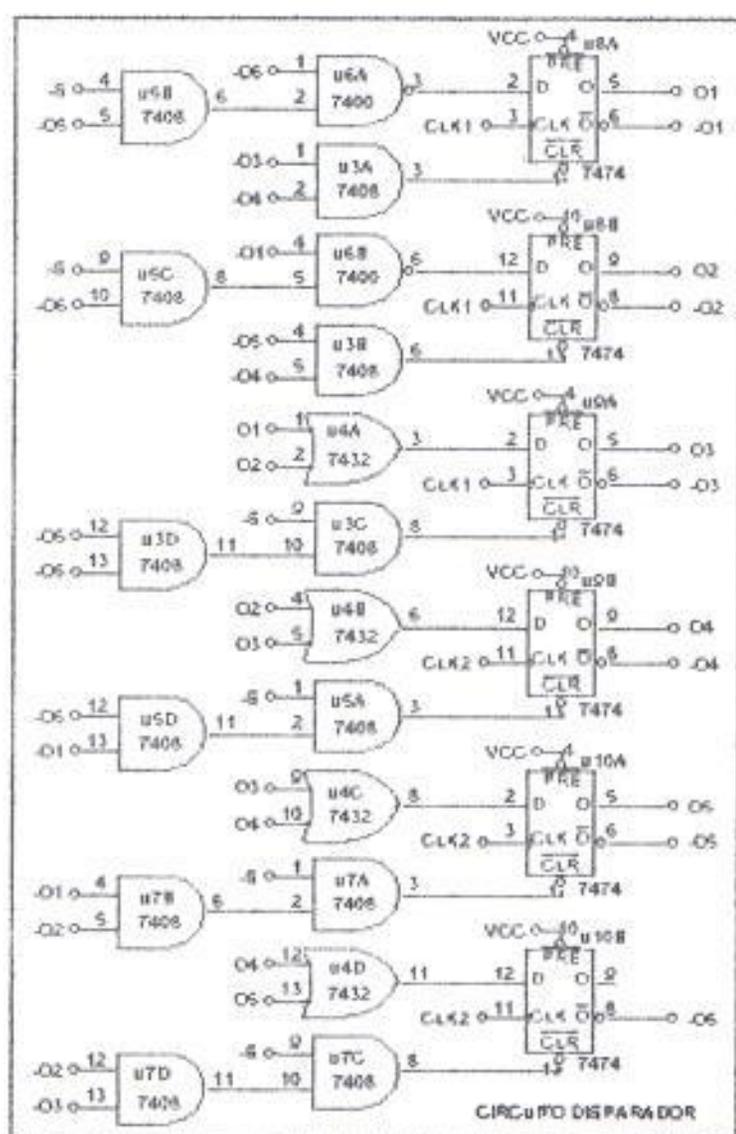
SALIDAS ( DC 30V / AC 250V )



CORRIENTE DE 24V PARA SENSORES DE ENTRADA O MÓDULOS DE AMPLIACIÓN ( 400mA )

ENTRADAS ( DC 15V a 30V )

IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES DE CONEXIÓN PARA LA CPU 216 AC/DC/relé



CONTROLADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR DE BANDA  
CIRCUITO GENERADOR DE LA SECUENCIA DE DISPARO

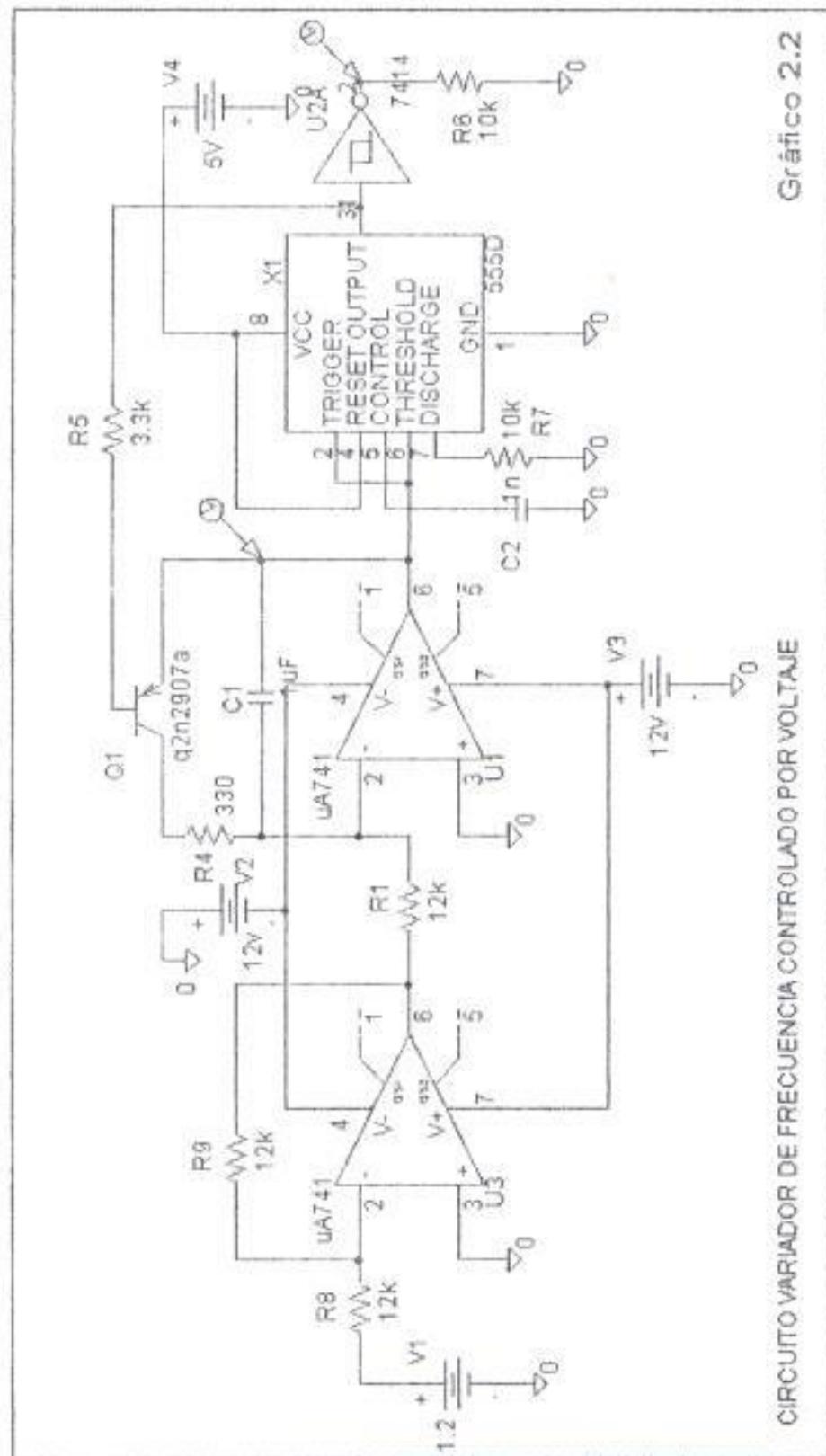
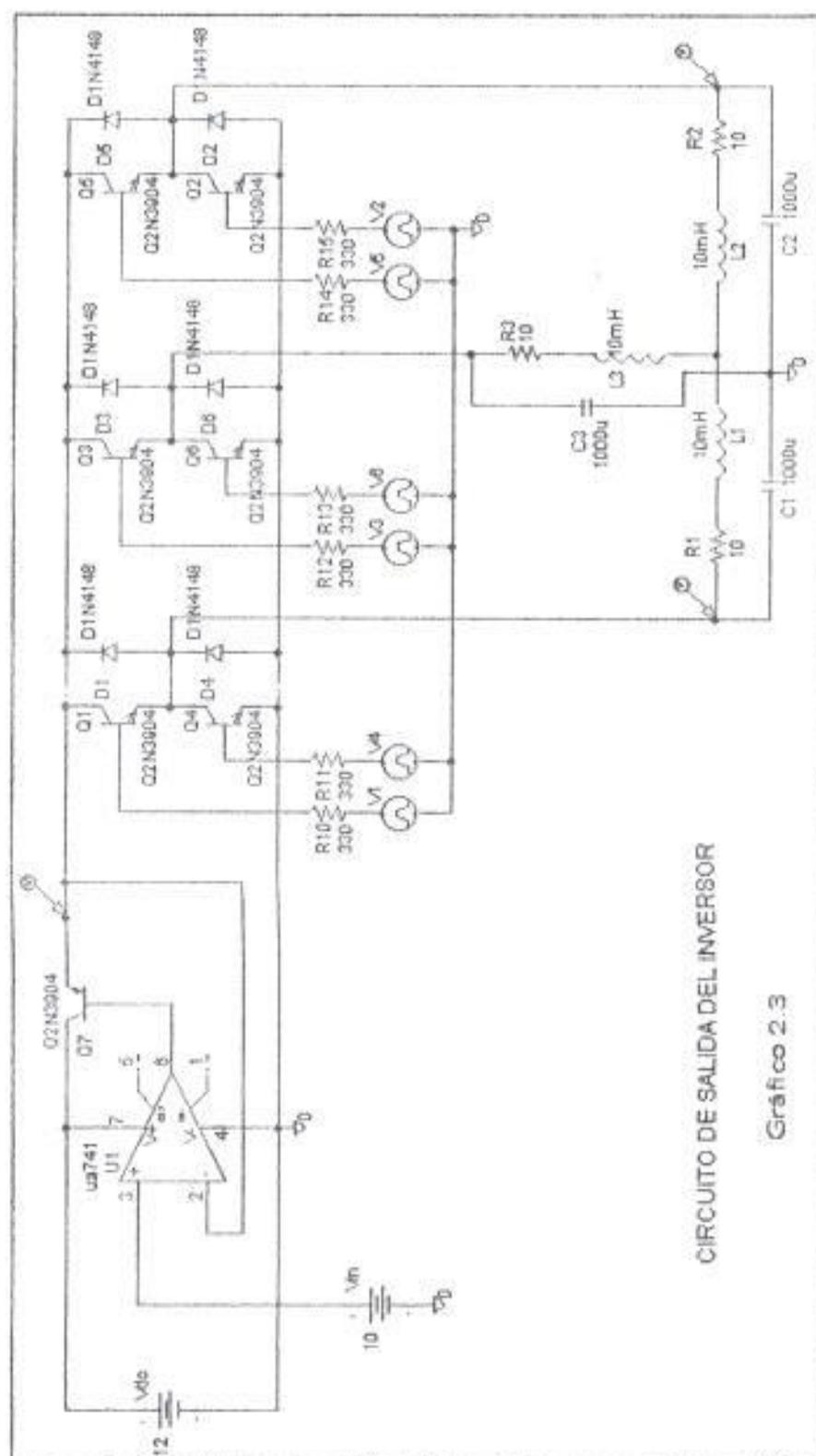


Gráfico 2.2

CIRCUITO VARIADOR DE FRECUENCIA CONTROLADO POR VOLTAJE

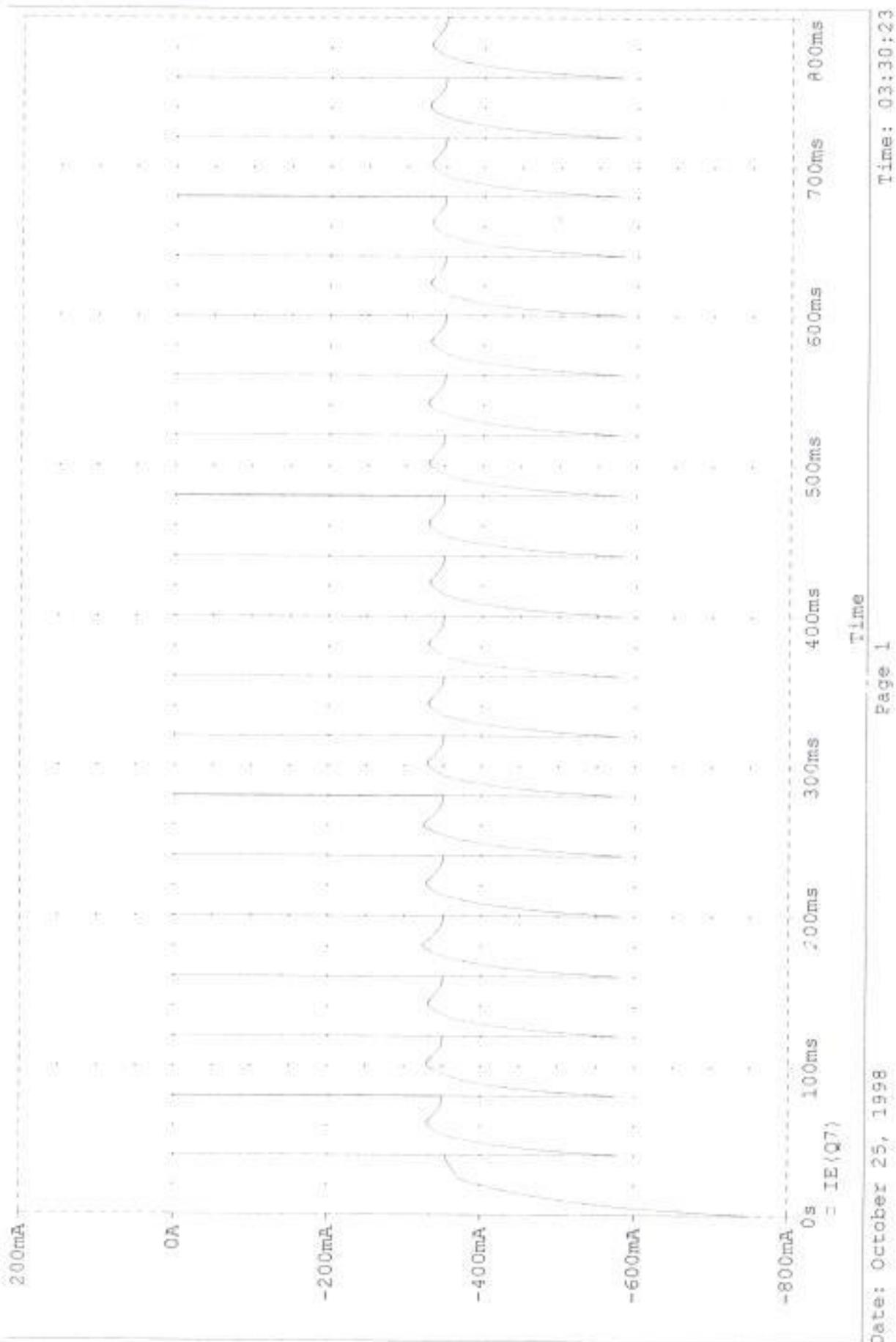
## CIRCUITO VARIADOR DE FRECUENCIA CONTROLADO POR VOLTAJE



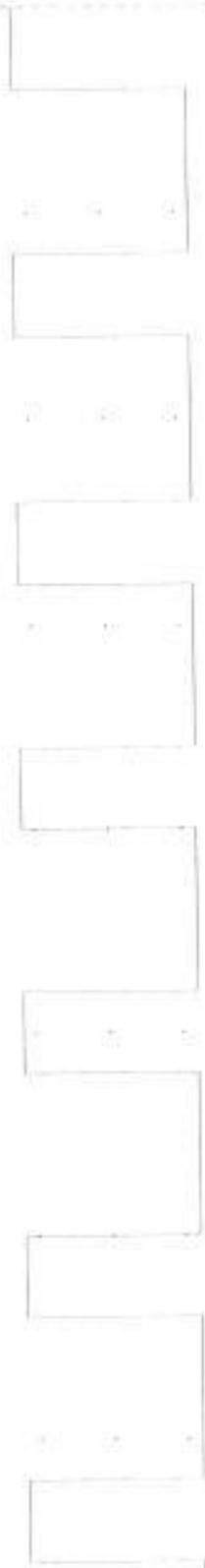
CIRCUITO DE SALIDA DEL INVERSOR

Gráfico 2.3

CIRCUITO DE SALIDA DEL INVERSOR DE VOLTAJE



20V



SEL>>

-20V

= V(U5:OUT)

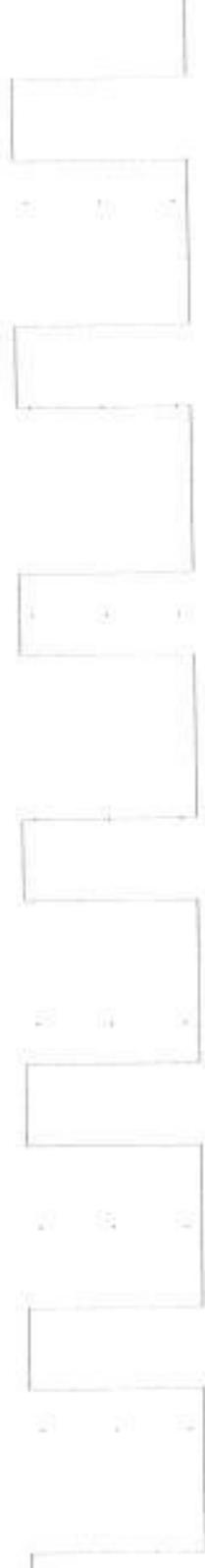
20V



-20V

□ V(U6:OUT)

20V



-20V

□ V(U7:OUT)

0s

100ms

200ms

300ms

400ms

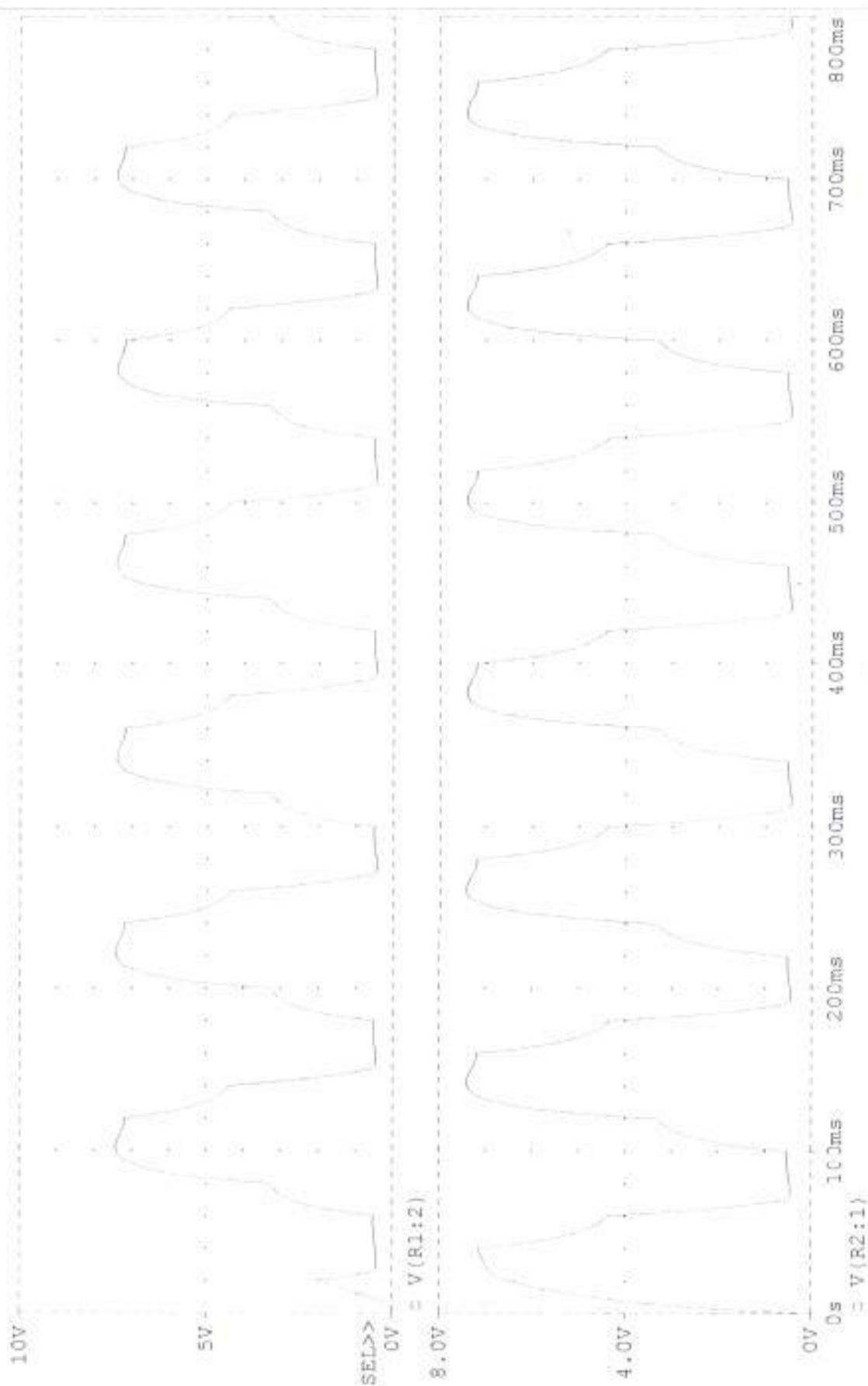
500ms

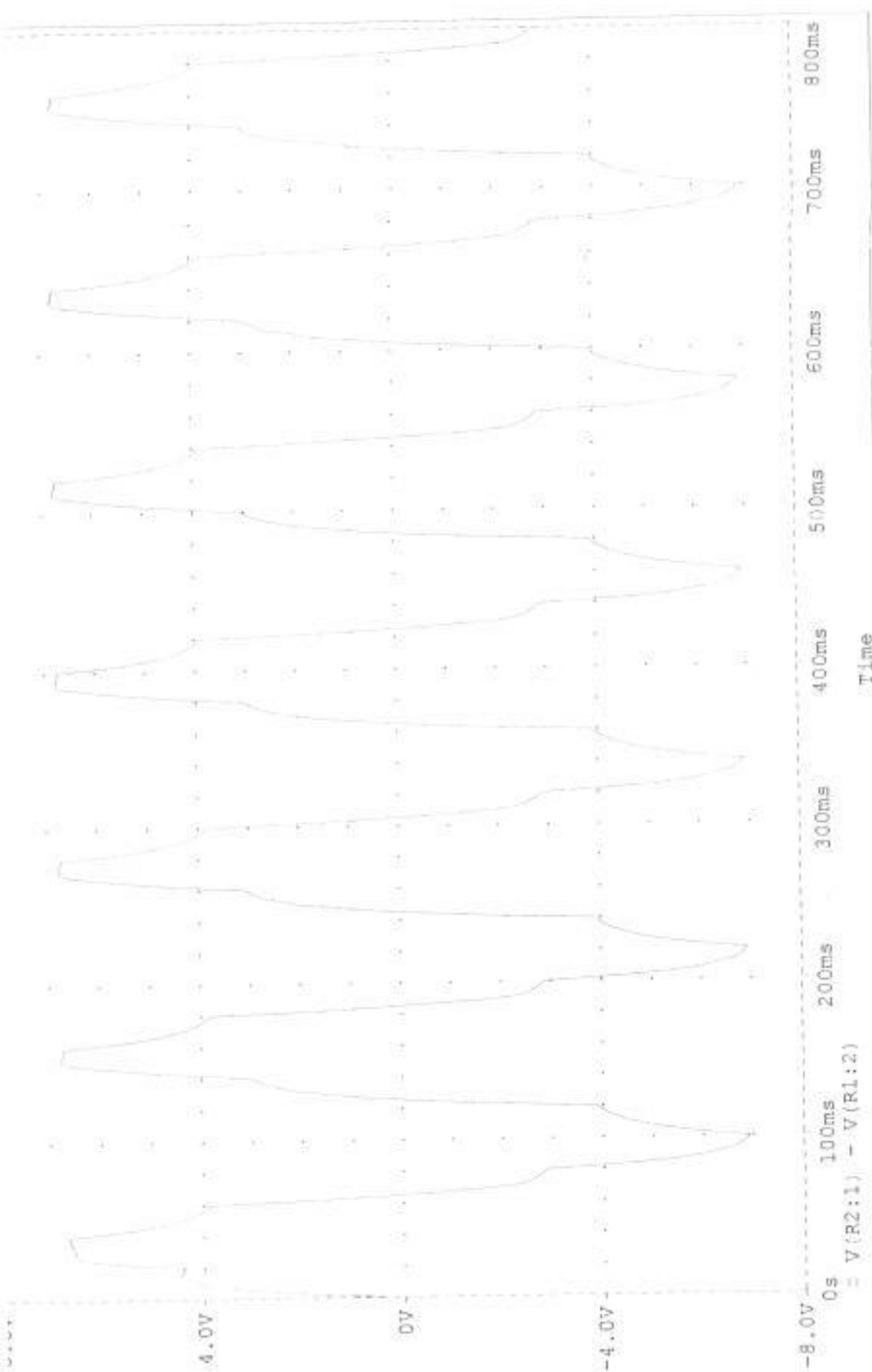
600ms

700ms

800ms

Time





Time: 03:14:59

Page 1

Date: October 25, 1998

## ANEXO B

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y COMPUTACIÓN  
 TÓPICO DE GRADUACIÓN

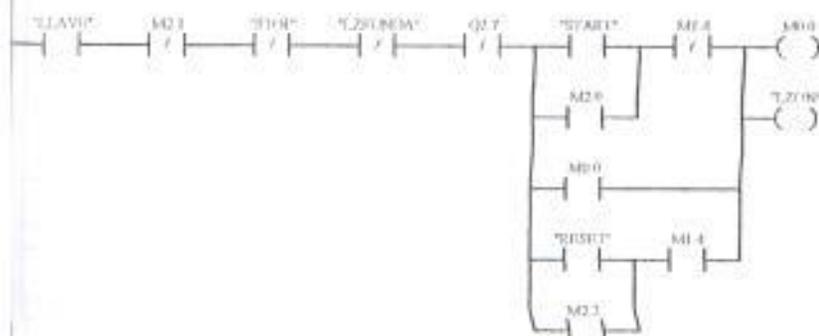
SISTEMAS ELECTRÓNICOS INDUSTRIALES

ALUMNO: SIXIFO FALCONES ZAMBRANO

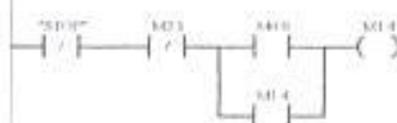
PROYECTO FINAL DEL TÓPICO  
 TEMA:

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",  
 "INTOUCH" Y "PROTOOL"

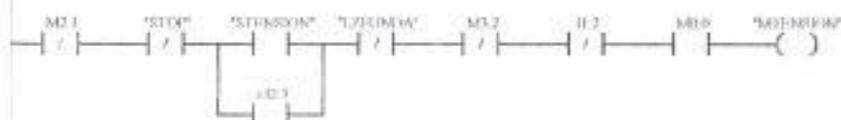
Segmento 1 Activación del sistema



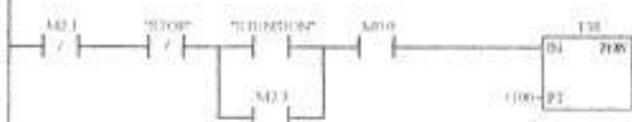
Segmento 2 Habilita a RESET



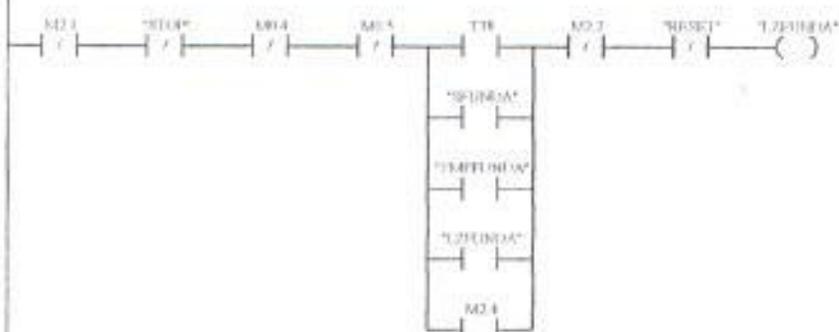
Segmento 3 Energiza la bobina del motor para tensar la funda



Segmento 4 Verifica si el tiempo que toma tensionar la funda es normal



Segmento 5 Activación de alarma indicando deficiencia o posición anormal de la funda



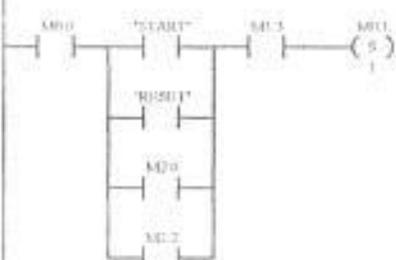
Segmento 6 Activación de alarma indicando sobrecarga en uno de los motores



Segmento 7 Activación de la alarma indicando deficiencia de producto en la banda de alimentación



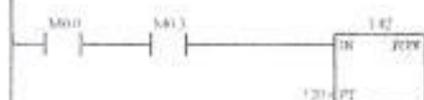
Segmento 8 Inicia el estado para verificar si la posición de la funda es correcta



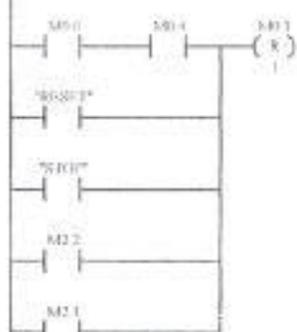
Segmento 20 Encendido de la resistencia de sellado horizontal



Segmento 21 Temporización del encendido de la resistencia de sellado horizontal



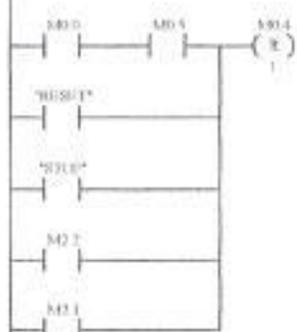
Segmento 22 Finaliza el estado de sellado horizontal de la funda



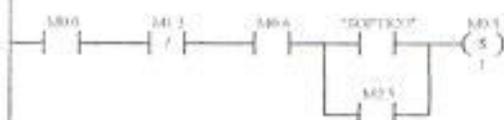
Segmento 23 Inicia el estado de detección de la marca oscura preparando la funda para el llenado



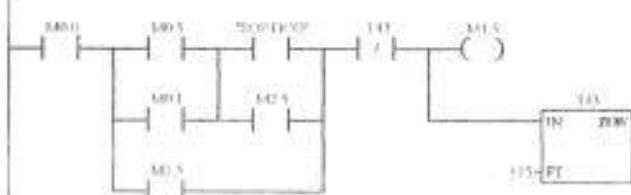
Segmento 24 Finaliza el estado de detección de la marca oscura



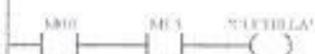
Segmento 25 Inicia el estado de corte horizontal de la funda



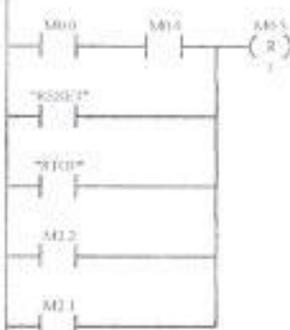
Segmento 26 Temporiza la activación de la cuchilla



Segmento 27 Energiza la bobina que activa la cuchilla



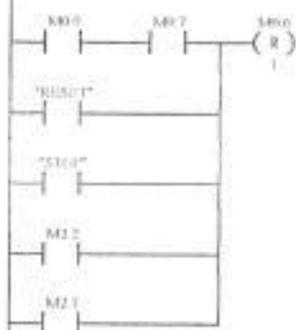
Segmento 28 Finaliza el estado de corte horizontal de la funda



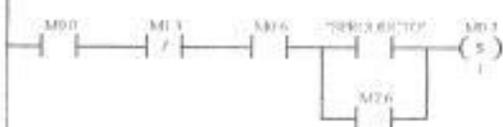
Segmento 29 Inicia el estado para verificar si el producto está listo en los canales alimentadores



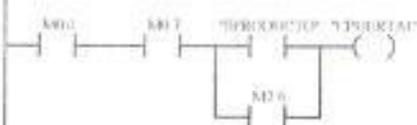
Segmento 30 Finaliza el estado verificando que el producto está listo en los canales alimentadores



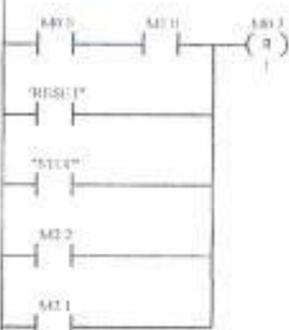
Segmento 31 Inicia el estado para suministrar el producto grueso a la balanza



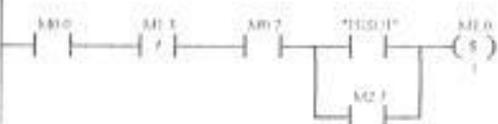
Segmento 32 Energiza la bobina que abre la escotilla del primer canal



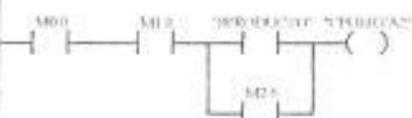
Segmento 33 Finaliza el estado para suministrar el producto grueso



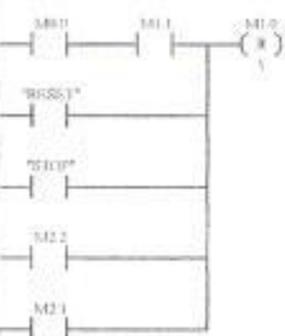
Segmento 34 Inicia el estado para suministrar el producto mediano a la balanza



Segmento 35 Energiza la bobina que abre la escotilla del segundo canal



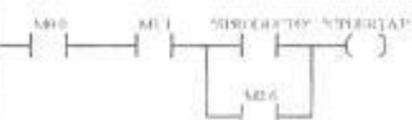
Segmento 36 Finaliza el estado para suministrar el producto mediano



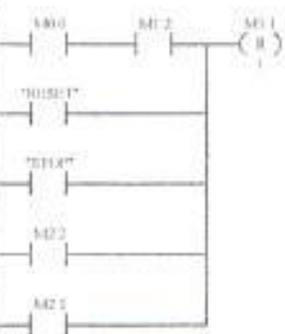
Segmento 37 Inicia el estado para suministrar el producto fino a la balanza



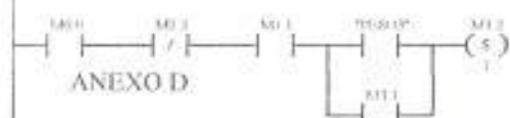
Segmento 38 Energiza la bobina que abre la escotilla del tercer canal



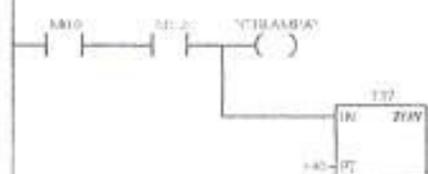
Segmento 39 Finaliza el estado para suministrar el producto fino



Segmento 40 Inicia el estado para la apertura temporizada de la trampa de la balanza



Segmento 41 Energiza la bobina que abre la trampa depositando el producto en la funda



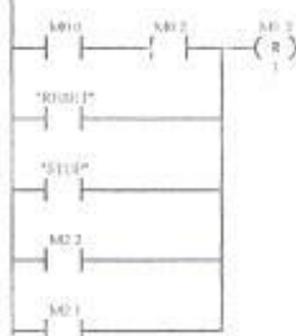
Segmento 42



Segmento 43



Segmento 44 Finaliza el estado para la apertura de la trampa



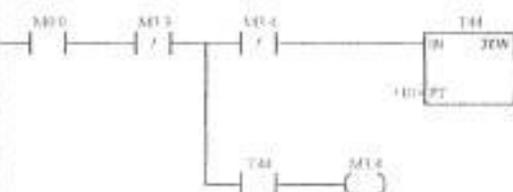
Segmento 45 Asegura que al inicio del sistema todos los estados estén encerrados



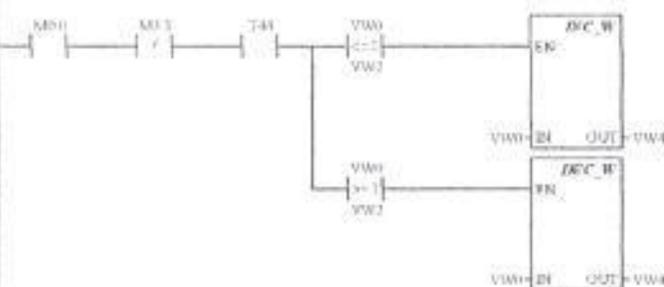
Segmento 46 Habilita el controlador de velocidad



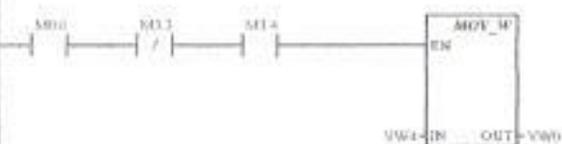
Segmento 47 Generador de pulsos



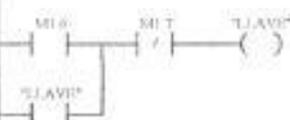
Segmento 48 Decrementa o incrementa para conseguir el valor de referencia



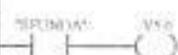
Segmento 49



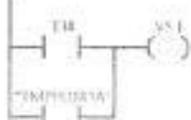
Segmento 50 Activación de la llave



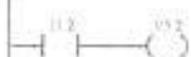
Segmento 51 Inicio de los eventos de alarma



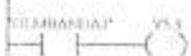
Segmento 52



Segmento 53



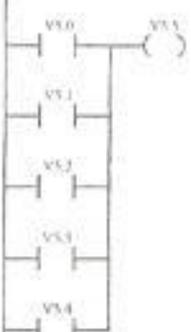
Segmento 54



Segmento 55



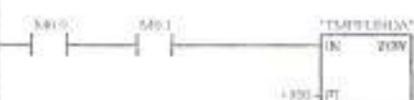
Segmento 56



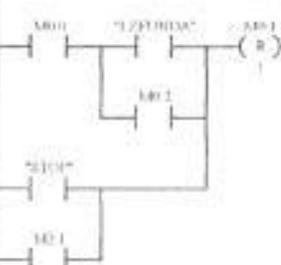
Segmento 57 Fin del programa principal



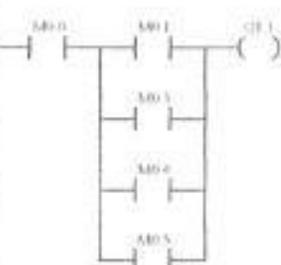
Segmento 9 Verifica si el tiempo que le toma aparecer a la marca oscura es normal



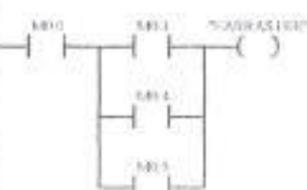
Segmento 10 Finaliza el estado de verificación



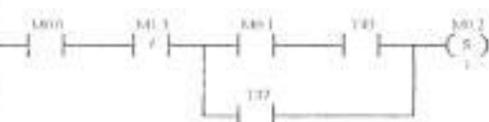
Segmento 11 Energiza el solenoide para el cierre de las mordazas horizontales



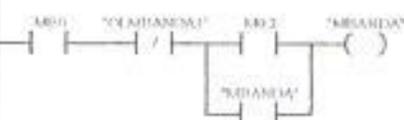
Segmento 12 Energiza el solenoide para bajar el carro de arrastre



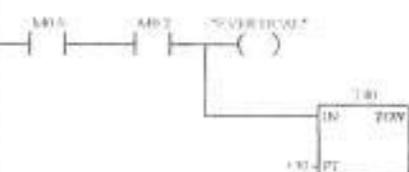
Segmento 13 Activación del estado de sellado vertical de la funda



Segmento 14 Energiza la bobina del motor de la banda alimentadora del producto en bruto



Segmento 15 Energiza el solenoide para el cierre de las mordazas verticales



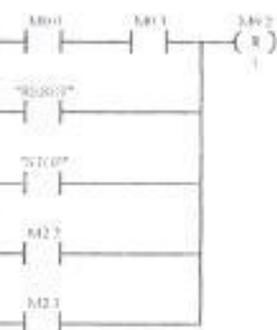
Segmento 16 Endendido de la resistencia de sellado vertical temporizado por T34



Segmento 17 Temporiza el tiempo de enfriamiento del sellado vertical



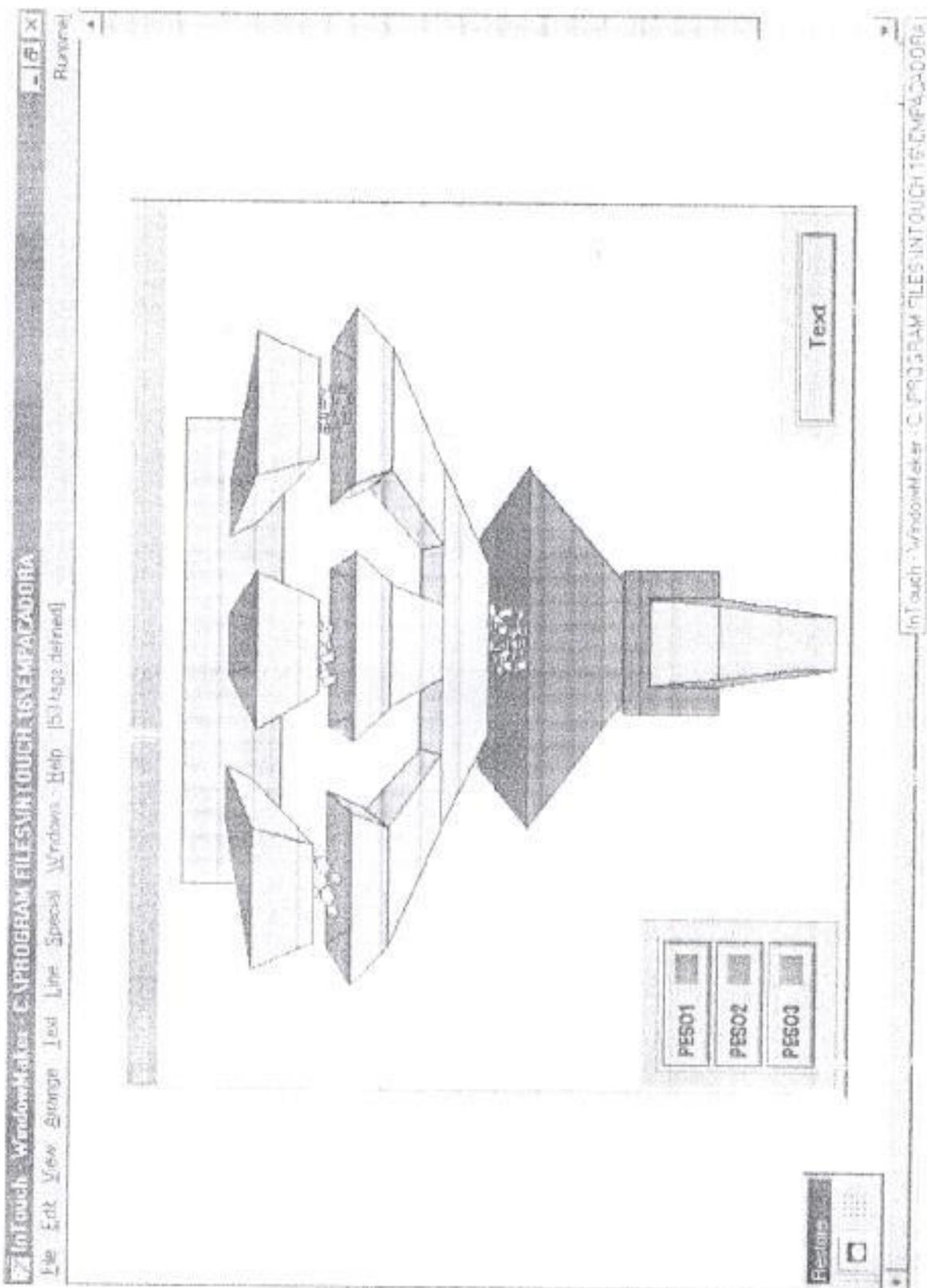
Segmento 18 Finaliza el estado de sellado vertical de la funda

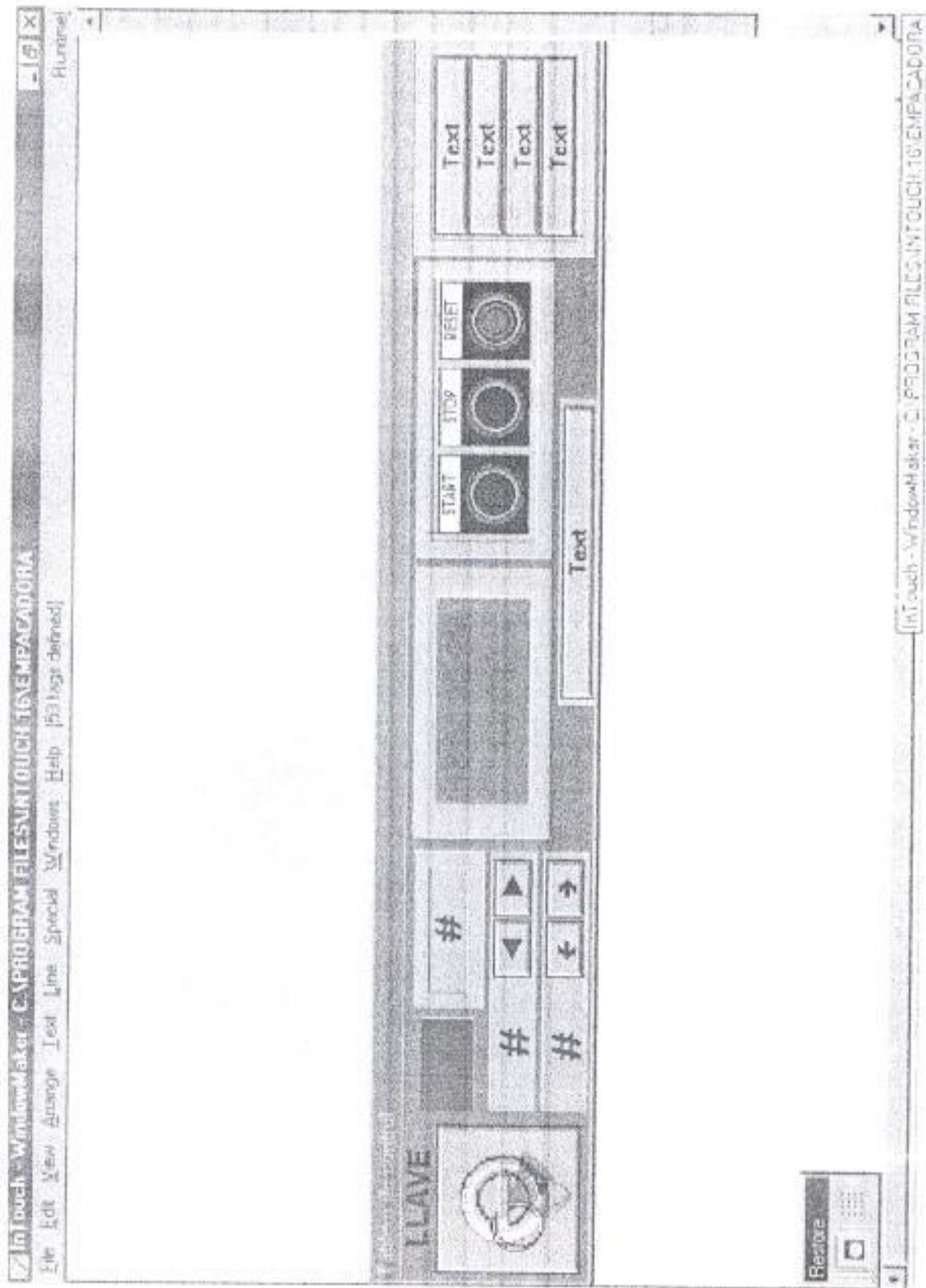


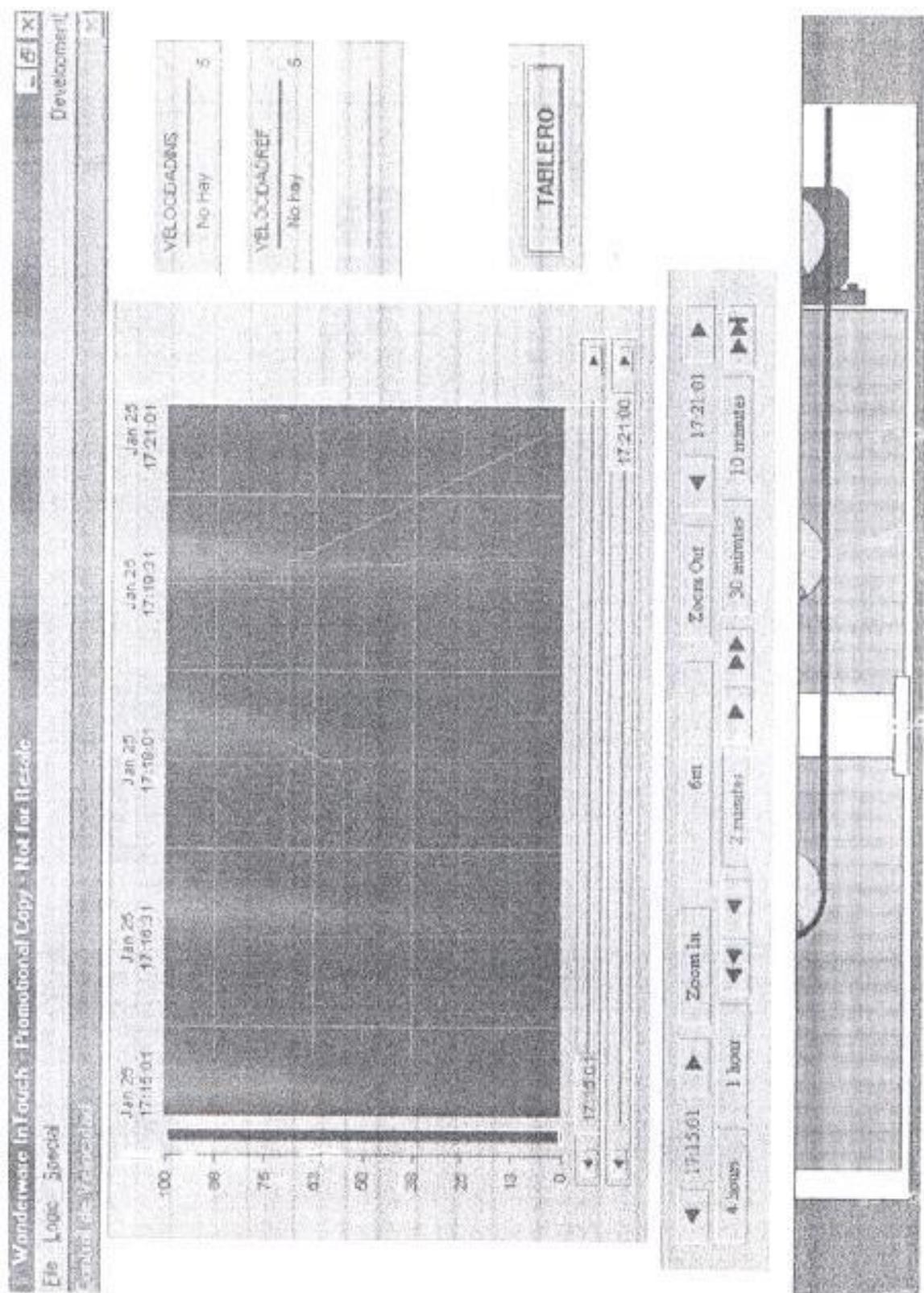
Segmento 19 Inicia el estado de sellado horizontal de la funda

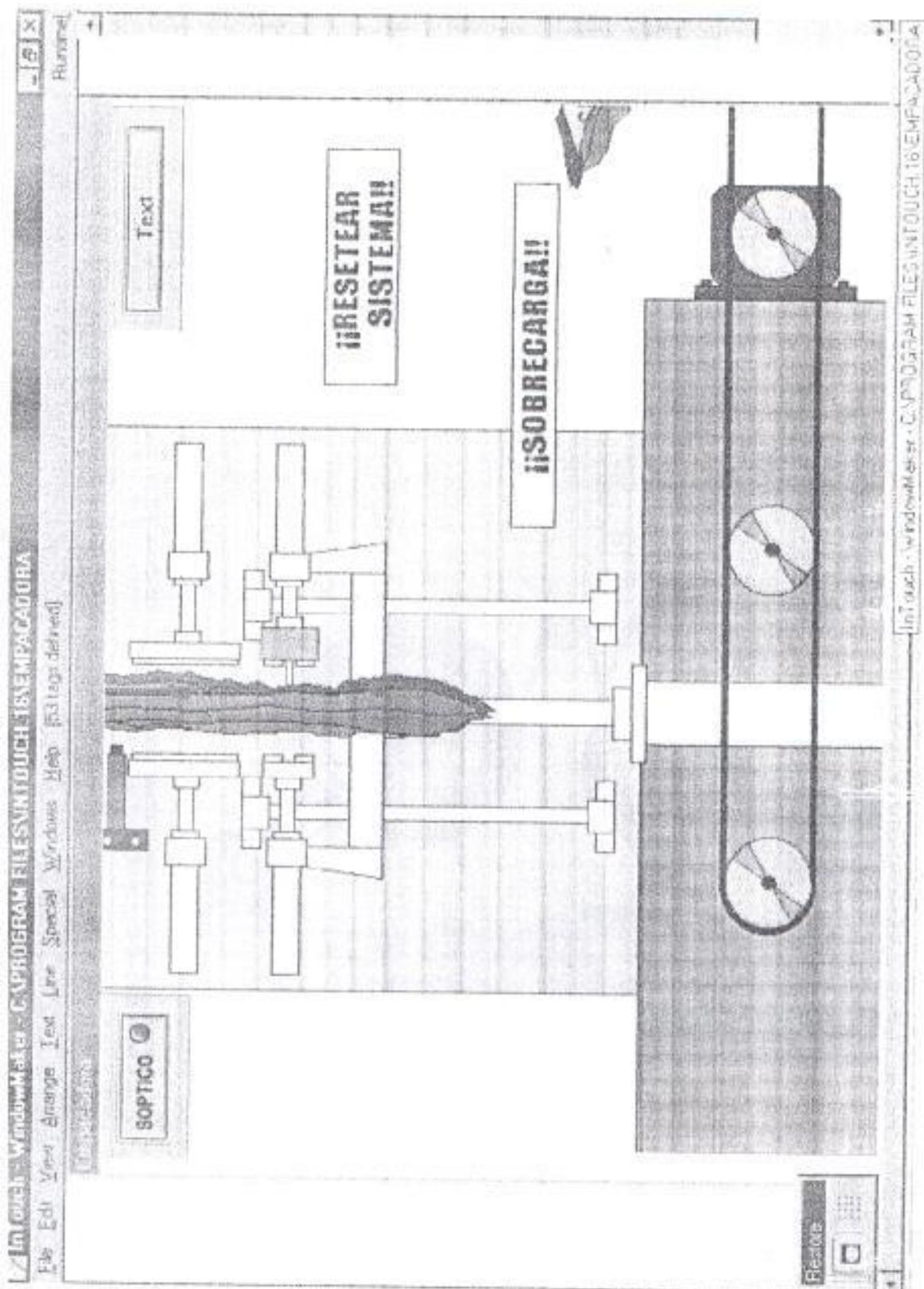


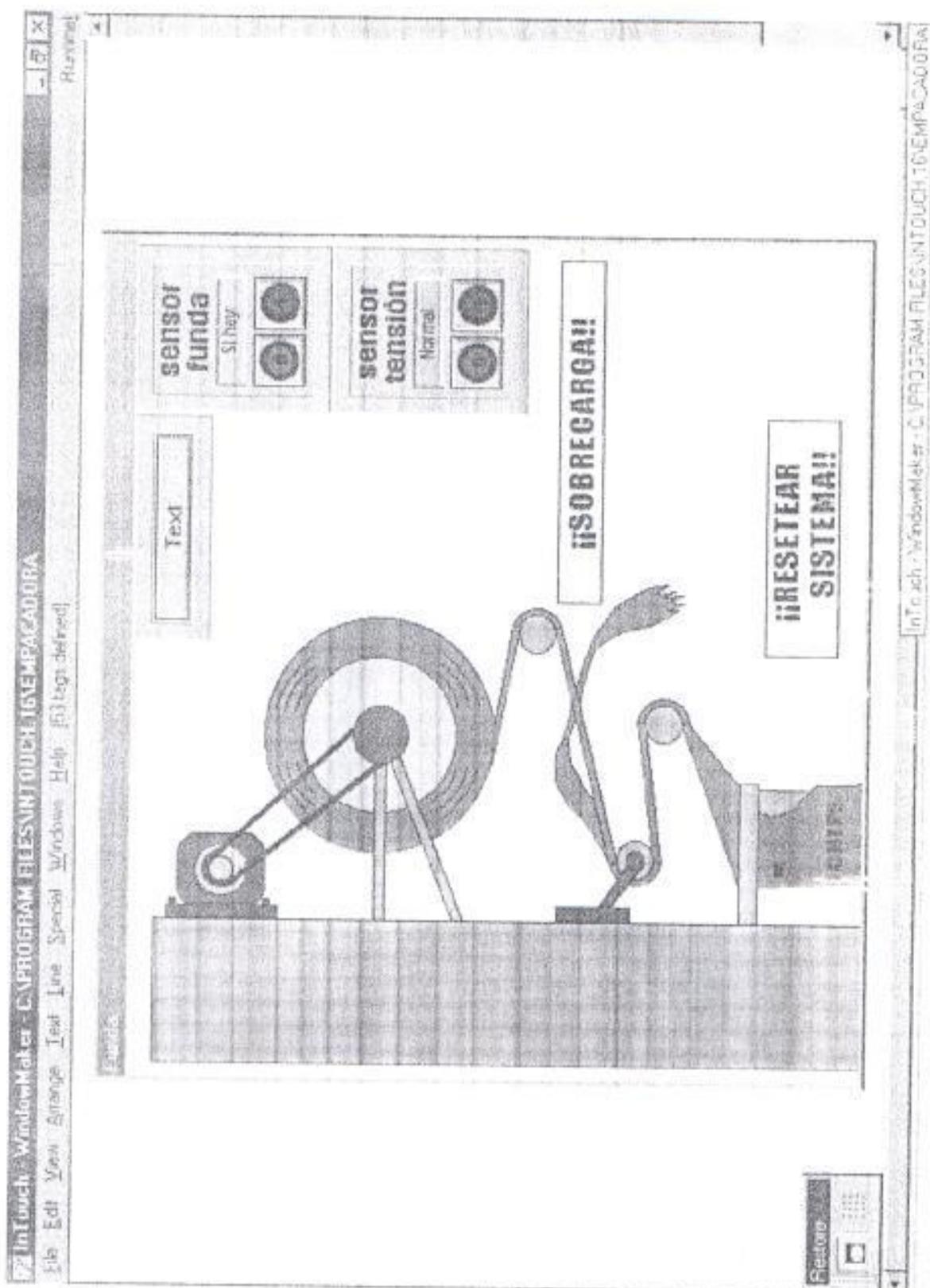
**ANEXO C**

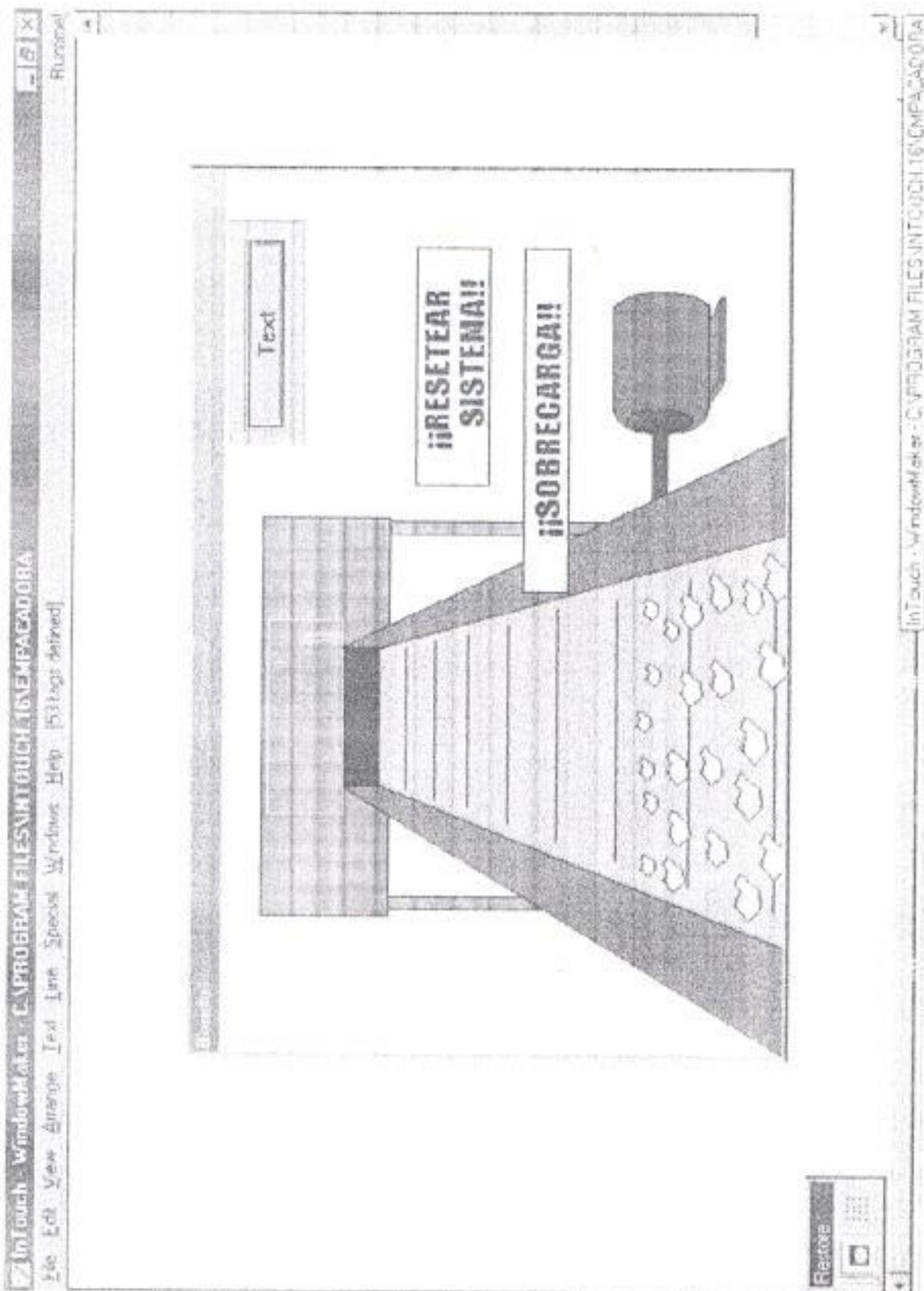












**ANEXO D**

**CONTROLES** (Número de la imagen: 1)**CONTROLES**

Lista Imagen : 1, Imagen asociada: 8

Botones : 1 Índice de imágenes

Pantalla que muestra

el tablero de

controles y para

acceder a cualquier

pantalla

**01 PANTALLA DE CONTROL**

Clave Llave Stop

<< | >> | >>

Lista teclas : 16

**02 BOTONES DE ARRANQUE**

Start / Reset

<< | >> | >>

Lista teclas : 22

**03 SELECCION DE PANTALLAS**

Episcopio Fondo

<< | >> | >>

Lista teclas : 6

**04 SELECCION DE PANTALLAS**

Balanza Velocidad

<< | >> | >>

Lista teclas : 12

**Listas de teclas soft de imagen**

<b>F2</b>	<p>Reservación de imagen( Número de entrada: 2, Número de campo: 0 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F3</b>	<p>Nivel password : 8            Selección imagen( Nombre de la imagen: CHOCOLATA, Número de entrada: 1, Número de campo: 1 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F4</b>	<p>Nivel password : 8            Selección imagen( Nombre de la imagen: FOMSA, Número de entrada: 1, Número de campo: 1 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F5</b>	<p>Reservación de imagen( Número de entrada: 1, Número de campo: 0 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F2</b>	<p>Reservación de imagen( Número de entrada: 3, Número de campo: 0 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F3</b>	<p>Nivel password : 8            Selección imagen( Nombre de la imagen: PALMERA, Número de entrada: 1, Número de campo: 1 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F4</b>	<p>Nivel password : 8            Selección imagen( Nombre de la imagen: VELOCIDAD, Número de entrada: 1, Número de campo: 1 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F2</b>	<p>Selección imagen( Nombre de la imagen: PASADURO, Número de entrada: 1, Número de campo: 1 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F3</b>	<p>Nivel password : 8            Selección imagen( Nombre de la imagen: LLAVE, Número de entrada: 1, Número de campo: 1 )            Llamar función en:            - Pulsar la tecla</p>
<b>F4</b>	<p>Nivel password : 4</p>
<b>F5</b>	<p>Reservación de imagen( Número de entrada: 2, Número de campo: 0 )</p>

Llamar función en:  
- Pulsar la tecla

**F2** Modificación de imagen( Número de entrada:1, Número de campo:0 )  
Llamar función en:  
- Pulsar la tecla

**F3** Nivel password : 8

**F4** Nivel password : 0

**F5** Modificación de imagen( Número de entrada:1, Número de campo:0 )  
Llamar función en:  
- Pulsar la tecla

LARMAS (Número de la imagen: 3)

LARMAS	
Atv. Indico	: -
Atv. Alarma	: Volver
) PANTALLA DE ALARMAS	
Examinar	: >>
Lista teclas	: 3
) Alarmas	
Cantidad Borrar	: <<   <   >   >>
Lista teclas	: 4
) Alarmas	
Desbord. Teclas	: <   >
Lista teclas	: 9

Listas de teclas soft de imagen

F1	Nivel password : 0 Selección imagen especial ( Nombre de la imagen: Visualizar buffer alarmas, Número de campo: -1 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F5	Resiliación de imagen ( Número de entrada: 2, Número de campo: 0 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F2	Resiliación de imagen ( Número de entrada: 1, Número de campo: 0 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F3	Nivel password : 0 Selección imagen especial ( Nombre de la imagen: Visualizar número de alarmas, Número de campo: -1 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F4	Nivel password : 0 Selección imagen especial ( Nombre de la imagen: Borrar buffers de alarmas, Número de campo: -1 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F5	Resiliación de imagen ( Número de entrada: 2, Número de campo: 0 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F2	Resiliación de imagen ( Número de entrada: 2, Número de campo: 0 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F3	Nivel password : 0 Selección imagen especial ( Nombre de la imagen: Anular desbordamiento alarmas, Número de campo: -1 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla
F4	Nivel password : 0 Selección imagen especial ( Nombre de la imagen: Visualizar teclas de alarmas, Número de campo: -1 ) Llamar función en: - Pulsar la tecla

LLAVE (Número de la imagen: 4)

Entr. radica : / x  
Retorno : Volant  
01 INGRESO DE LA LLAVE  
RETTORNO DISRECTIVADO  
Lista teclas : 24

Listas de teclas soft de imagen

22 Nivel geometría : E  
24 Nivel geometría : E

**SETTINGS** (Número de la imagen: 5)

```

SETTINGS
Entr. Indígenas : x
Retorno : Volver
Pantalla que muestra
el tablero de
ajustes
01 TABLERO DE AJUSTES
    Modo Visión
    1 2 3
Lista teclas : 13
02 Ajustes del sistema
    Fecha/Idioma
    << >>
Lista teclas : 4
03 ** Texto de los ajustes no proyectado **
04 ** Texto de los ajustes no proyectado **
05 ** Texto de los ajustes no proyectado **
    
```

**Listas de teclas soft de imagen**

```

F2
  Descripción de imagen( Número de entrada:1, Número de campo:0 )
  Llamar función soft:
  - Pulsar la tecla
F3
  Selección imagen especial( Nombre de la imagen: Hora/Fecha, Número de campo:--1 )
  Llamar función soft:
  - Pulsar la tecla
F4
  Selección imagen especial( Nombre de la imagen: Idioma/Contraste, Número de campo:--1 )
  Llamar función soft:
  - Pulsar la tecla
F3
  Selección imagen especial( Nombre de la imagen: Cambio modo de pantalla,
  Número de campo:--1 )
  Llamar función soft:
  - Pulsar la tecla
F4
  Selección imagen especial( Nombre de la imagen: Primera/Última página,
  Número de campo:--1 )
  Llamar función soft:
  - Pulsar la tecla
F5
  Descripción de imagen( Número de entrada:2, Número de campo:0 )
  Llamar función soft:
  - Pulsar la tecla
    
```

**PASSWORD** (Número de la imagen: 6)

## PASSWORD

Edit. Índice : 8  
 Retorno : Volver

Pantalla para  
 introducir y  
 elaborar la clave de  
 operador

01 --INTRODUCCION--  
 --DEL PASSWORD--  
 Login Logout  
 / 2 >>

Lista teclas : 19

02 Elaboración password

Edit

or /

Lista teclas : 18

**Listas de teclas soft de imágenes**

F2

Reservación de imagen| Número de entrada: 1, Número de campo: 6 |  
 Llamar función soft:  
 - Pulsar la tecla

F3

Nivel password : 9  
 Selección imagen especial| Nombre de la imagen: Password Edit, Número de campo: 1 |  
 Llamar función soft:  
 - Pulsar la tecla

F3

Nivel password : 8  
 Selección imagen especial| Nombre de la imagen: Password Login, Número de campo: 1 |  
 Llamar función soft:  
 - Pulsar la tecla

F4

Nivel password : 8  
 Password Logout  
 Llamar función soft:  
 - Pulsar la tecla

F5

Reservación de imagen| Número de entrada: 2, Número de campo: 0 |  
 Llamar función soft:  
 - Pulsar la tecla

**FUNDA** (Número de la imagen: 8)**FUNDA**

Intz. Índice : 8  
 Retorno : Volver

Pantalla para  
 monitorizar el estado  
 de la funda y del  
 sensor de tensión.

**01 PANTALLA PARA FUNDA**

Activar sensores  
 Controlar tensión  
 | | 20

Lista teclas : 25

**02 PANTALLA PARA FUNDA**

Activar sensores  
 - Funda

<< |  
 Lista teclas : 20

**Listas de teclas soft de imagen**

- F2** Selección imagen( Nombre de la imagen: COMBOLIB, Número de entrada: 1,  
 Número de campo: 1 )  
 Llamar función soft  
 - Pulsar la tecla
- F4** Nivel password : 8
- F5** Nivel password : 8  
 Justificación de imagen( Número de entrada: 2, Número de campo: 0 )  
 Llamar función soft  
 - Pulsar la tecla
- F7** Nivel password : 8  
 Justificación de imagen( Número de entrada: 1, Número de campo: 0 )  
 Llamar función soft  
 - Pulsar la tecla
- F3** Nivel password : 8

IMPACADORA (Número de la imagen: 9)

## IMPACADORA

ntz. índice : 4  
 grupo : Volves

antella para  
 empujar el  
 paquete de  
 a luda

## | PANTALLA IMPACADORA

Controles fotosensor  
 | | >>

Línea teclad : 23

0 Ingrese el número.

paquetes (NUMERO)

N actual (COUNTER)

línea teclad : 17

HUMERO Longit. campo : 1. Represen. : Decimal

Nivel password : 8. Tipo campo : Entrada

COUNTER Longit. campo : 1. Represen. : Decimal

Nivel password : 0. Tipo campo : Salida

Listas de teclas soft de imagen

22. Romificación de imagen( Número de entrada:1, Número de campo:0.)

Llamar función en:

- Pulsar la tecla

4. Nivel password : 1

12. Selección imagen( Nombre de la imagen:CONTROL, Número de entrada:-1,

Número de campo:-1 )

Llamar función en:

- Pulsar la tecla

4. Nivel password : 1

5. Romificación de imagen( Número de entrada:2, Número de campo:0 )

Llamar función en:

- Pulsar la tecla

**BALANZA** (Número de la imagen: 10)**BALANZA**

Dir. Índice : 8  
 Señal : Weiser

Pantalla para  
 monitorear el estado  
 de la balanza

**el PANTALLA DE BALANZA**

Activación de pesos  
 Controles  
 | F1 F2 F3  
 Lista teclas : 26

**Listas de teclas soft de imagen****F2**

Selección imagen: Número de la imagen: CONTROL, Número de subtítulo: 1,  
 Número de campo: 1 )  
 Clase: función en:  
 - Pulsar la tecla

**F3** Nivel password : 8**F4** Nivel password : 8**F5** Nivel password : 8

**VELOCIDAD** (Número de la imagen: 11)**CONTROL VELOCIDAD**

Color: azul  
 Botón: + Borrar

Plantilla para  
 monitorear y  
 controlar la  
 velocidad del motor

01. Ingrese aquí la  
 Velocidad máxima  
 (VELOCIDADMAX)

Lista Teclas : 3

**VELOCIDADMAX** Longit. campo : 2 (Reprimes. : Decimal)  
 Nivel password : 0 Tipo campo : Entrada  
 Texto ayuda : Ingrese el valor de  
 referencia de la  
 Velocidad del motor,  
 de la base.

02. La Velocidad

Instancias en:  
 (VELOCIDADMAX)

Lista Teclas : 5

**VELOCIDADISE** Longit. campo : 2 (Reprimes. : Decimal)  
 Nivel password : 0 Tipo campo : Dada

**Listas de teclas soft de imagen**

03

Reservación de imagen( Número de entrada: 0, Número de campo: 0 )  
 Clases función (s):  
 - Botón La Tecla

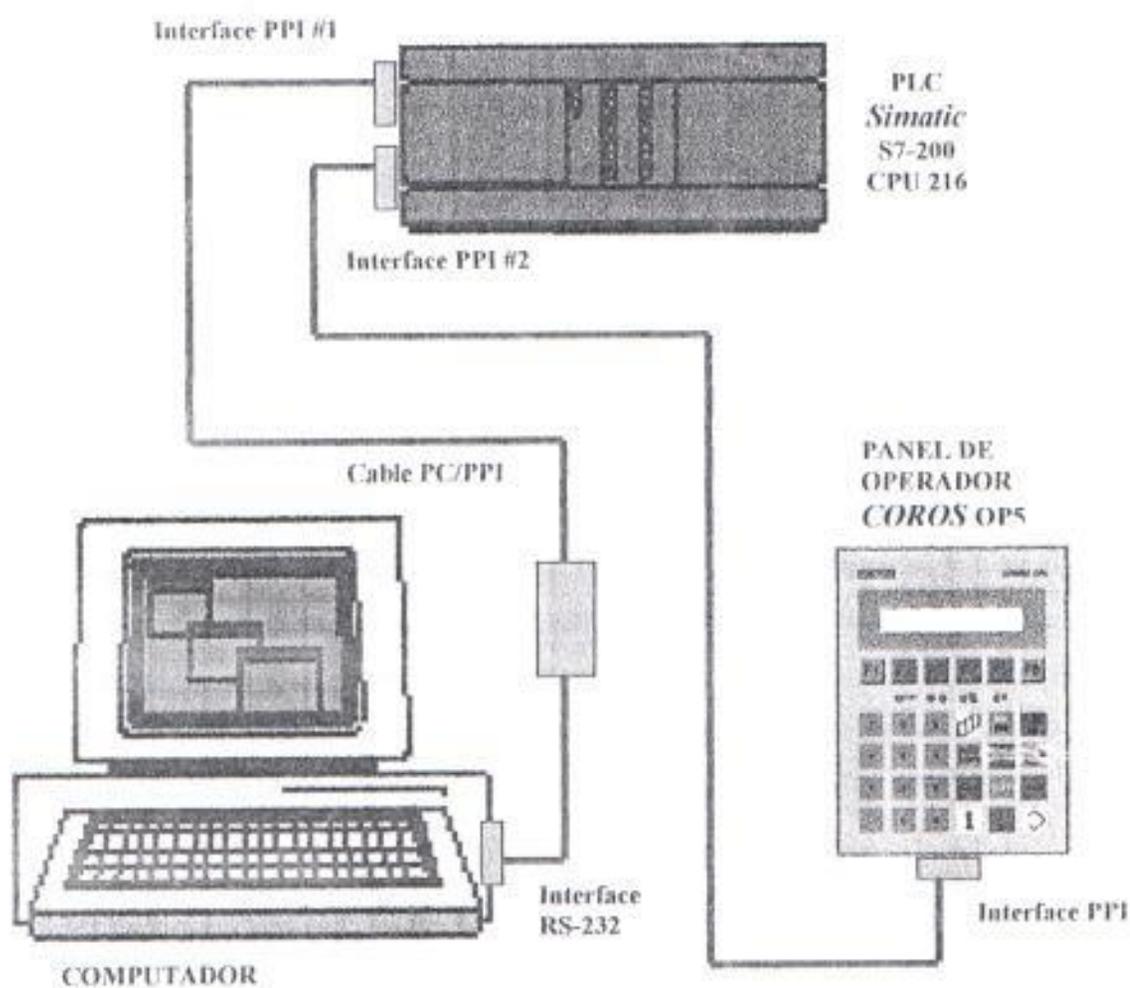
04

Reservación de imagen( Número de entrada: 1, Número de campo: 0 )  
 Clases función (s):  
 - Botón La Tecla

Alarmas

```
0001  ,,ALARMA!!  
    ,,NO HAY FUNDA!!  
    Coloque un rollo  
    nuevo  
-----  
0002  ,,ALARMA!!  
    ,,LA FUNDA ESTA  
    SUelta O MAL PUESTA!  
    Revise la guía  
-----  
0003  ,,ALARMA!!  
    ,,SOPRECARGA EN EL  
    MOTOR DE TENSIÓN!!  
    Revise el motor  
-----  
0004  ,,ALARMA!!  
    ,,SOPRECARGA EN EL  
    MOTOR DE LA BANDA!!  
    Revise el motor  
-----  
0005  ,,ALARMA!!  
    ,,SOPRECARGA EN EL  
    MOTOR DE LA BANDA!!  
    Revise el motor  
-----  
0006  ,,RESETEE EL  
    SISTEMA!!
```

## DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LA RED PPI



## 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, promoviendo el interés de los estudiantes en esta área de la Ingeniería.

## RECOMENDACIONES

- Se debe impulsar el desarrollo de esta área de la Ingeniería industrial por parte de esta Universidad, pues es nuestra deber estar al día con las nuevas tecnologías. Para esto es necesario equipar los laboratorios de electrónica y automatización, así como la revisión del programa de estudios que comprenden las materias involucradas.
- Es importante en contacto permanente de la Universidad con la empresa privada, gestionando visitas técnicas a los campos de trabajo por parte de los alumnos. Gestionar también charlas de capacitación por parte de personas con gran experiencia en el ramo, brindando a los estudiantes la oportunidad de conocer la realidad del trabajo Industrial. De esta manera los estudiantes pongan en práctica sus conocimientos y habilidades.
- Sería interesante coordinar encuentros entre los estudiantes de las Ingenierías Mecánica y Eléctrica Industrial, para intercambiar conocimientos e ideas utilizando los respectivos laboratorios. En la actualidad, es importante para los ingenieros que laboran en las industrias, tener conocimientos generales, pues las dos áreas están íntimamente ligadas.

**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**  
ENCICLOPEDIA MULTIMEDIA **ENCARTA 98**