

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



## LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INDUSTRIAL

P R E S E N T A  
**FERNANDO VAZQUEZ GARCIA**

DIRECTOR DE TESIS : ING. ELIZABETH MORENO MAVRIDIS

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E .

	Pag.
<b>INTRODUCCION.</b>	<b>iii</b>

### **CAPITULO I.**

#### **CONTROLADORES PROGRAMABLES**

1.1	Panorama de los nuevos sistemas de control.	3
1.2	Conceptos básicos en los sistemas de control.	4
1.3	Controladores lógicos programables.	8
1.4	Constitución de un sistema de control con PLC'S.	10
1.5	Programación de los PLC'S.	17
1.6	Autómatas programables SIMATIC S5.	19

### **CAPITULO II.**

#### **LA AUTOMATIZACION EN LA INDUSTRIA**

2.1	Los autómatas en la industria.	27
2.2	Puesta en marcha del autómatas S5-100U.	36
2.3	Funcionamiento del autómatas.	39
2.4	Ejecución del programa.	40
2.5	Instrucciones de servicio.	41
2.6	Puesta en marcha de una instalación.	45
2.7	Fiabilidad, Disponibilidad y seguridad de los autómatas programables.	46

**CAPITULO III.****LENGUAJE DE PROGRAMACION STEP 5**

3.1	Introducción al STEP 5.	55
3.2	Como estructurar un programa.	55
3.3	Estructura del programa.	65
3.4	Tipos de módulos.	68
3.5	Procesamiento de módulos.	87

**CAPITULO IV.****ELABORACION DEL PROGRAMA**

4.1	Generalidades.	91
4.2	Elaboración cíclica del programa.	95
4.3	Elaboración controlada por alarma.	96
4.4	Elaboración controlada por tiempo.	98
4.5	Procedimiento de arranque.	101
4.6	Tratamiento de las faltas de los aparatos.	105
4.7	Retención y carga de las marcas.	110

**CAPITULO V.****CASO PRACTICO.**

5.1	Planteamiento del caso práctico.	115
5.2	Productividad.	116
5.3	Funcionamiento de la máquina Negri Bossi.	118

	Pag.	
5.4	Justificación del uso de los Controladores Lógicos programables para una máquina inyectora de plástico Negri Bossi.	136
5.5	Ventajas de la máquina con el uso de PLC.	137
5.6	Desventajas al utilizar el PLC.	141
5.7	Solución al problema.	142
5.8	Programación del Controlador Lógico Programable con STEP 5.	142
	<b>CONCLUSIONES.</b>	147
	<b>ANEXO 1.</b>	151
	<b>ANEXO 2.</b>	151
	<b>ANEXO 3.</b>	161
	<b>ANEXO 4.</b>	177
	<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	221

## **INTRODUCCION.**

## INTRODUCCION.

El desarrollo tecnológico que se ha alcanzado en los últimos 10 años, nos obliga a estar a la vanguardia para ser competitivos y así poder permanecer en el mercado y más ahora que el país se integra al tratado de libre comercio; en esta medida algunas, industrias nacionales se encuentran con un atraso de varios años y sus avances tecnológico muy limitados. El cambio se logra únicamente con la modernización de los sistemas productivos, habiendo una infinidad de formas para lograrlo, y una de ellas es la automatización a través de la utilización de los Controladores Lógicos Programables.

Se desea demostrar que los Controladores Lógicos Programables son una herramienta más para lograr tener una mayor productividad en los procesos industriales, sin importar que tan complejo sean, ya que se cuenta con una amplia gama de Controladores para cualquier aplicación que requiera de un control. Hablaremos en particular sobre dos equipos para aplicaciones medias debido a que estos tienen una mayor aplicación en la industria de nuestro país.

Los Controladores cuentan también con equipos de programación, visualización, comunicación y aplicaciones especiales como pesaje, ahorro de energía, variadores de velocidad, etc.

Es por esto que los Controladores Lógicos Programables contribuyen a la Productividad, Flexibilidad, Confiabilidad, Calidad y a la Seguridad de los sistemas productivos. La Productividad de una empresa depende en gran medida de la flexibilidad de los sistemas de mando. Las instalaciones

complejas se manejan con más flexibilidad si las funciones de automatización se distribuyen en varios autómatas; Sin embargo, con la descentralización no sólo aumenta la flexibilidad sino también la necesidad de conocer en todo momento el estado de funcionamiento de los diferentes equipos, además, dichos equipos deberán estar en condiciones de intercambiar datos entre ellos como una unidad central.

En el desarrollo de la tesis se vera en el cap. I que los autómatas programables son controladores electrónicos cuyas funciones se almacenan como programas en la unidad de proceso; siendo en sus orígenes los procesadores de los autómatas programables con memoria, los controladores programables por conexiones, los ordenadores de proceso.

Además en el cap. I y II que los primeros autómatas con Hardware diseñados para los sistemas productivos salieron al mercado en 1975 y en 1978 ya utilizaban microprocesadores logrando con esto un mayor alcance de los controladores para los procesos complejos.

En el cap. III y IV se analizara los elementos que se requieren para hacer que un autómata programable (PLC) realice las operaciones de mando de un control.

Por ultimo en el cap. V se determinará que con la aplicación de la automatización de sistemas en la industria, se demuestra la conveniencia de la utilización de la tecnología actual para los equipos obsoletos; y que como fundamento esencial, que los Controladores no representa una inversión adicional mayor que un control convencional,

representando ahorros en productividad muy importantes.

**CAPITULO I**  
**CONTROLADORES PROGRAMABLES.**

## **CONTROLADORES PROGRAMABLES.**

### **1.1 Panorama de los nuevos sistemas de control.**

En los últimos años en todos los países desarrollados y en muchos de los que están en vías de desarrollo ya es común la aplicación de computadoras, banco de datos, video textos, lenguajes de computadoras, satélites, teleimpresiones, etc, en la industria. Esto es debido al gran avance tecnológico de los circuitos y dispositivos electrónicos que cada vez en mayor proporción tienden a auxiliar al hombre a controlar y encauzar adecuadamente la información, y los procesos de producción. La presencia de las nuevas tecnologías no sólo presentan una simple modernización de los productos electrónicos que circulan en el mercado, sin que constituyan el nuevo germen de una transformación de las raíces económicas, políticas, sociales y culturales de los países.

A esto se le ha venido llamando la "Tercera revolución industrial". Sus antecedentes fueron: La primera revolución industrial en el siglo XVIII que introdujo el carbón y con él la máquina de vapor, en la segunda se incorpora el petróleo y la electricidad con el motor eléctrico y de explosión, y en la tercera la electrónica y la inteligencia artificial y con ello el uso de máquinas electrónicas.

A diferencia de las dos primeras revoluciones industriales que modificaron los procesos mecánicos de producción y organización de la energía, la última se caracteriza por aumentar la eficiencia de producción de los medios ya existentes y de los que estén en desarrollo, tomando como base un buen flujo de la

información y un adecuado control de los sistemas de producción.

A surgido el uso de las computadoras y dispositivos electrónicos para la disposición y control de la información.

En el mercado industrial ha surgido la utilización de los controladores programables, para hacer buen uso y disposición de los medios de producción.

## 1.2 Conceptos básicos en los sistemas de control.

### 1.2.1 Sistemas de control.

Antes de adentrarnos a los sistemas de control, con controladores lógicos programables, vamos a definir lo que es un sistema de control.

Sistema. Arreglo de componentes físicos conectados o relacionados de tal manera que forman una unidad completa o que puedan actuar como tal.

Sistema de control. Arreglo de componentes físicos conectados de tal manera que el arreglo se pueda comandar, dirigir o regular así mismo o a otro sistema dinámico o activamente.

Un sistema de control esta caracterizado fundamentalmente por los siguientes parámetros, ver fig. 1.1

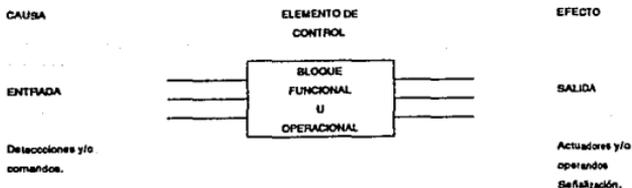


Fig. 1.1 SISTEMA DE CONTROL.

En donde la entrada, es el estímulo o excitación que se aplica a un sistema de control desde una fuente de energía externa generalmente con el fin de producir, por parte del sistema de control, una respuesta específica.

La salida, es la respuesta obtenida del sistema de control. Pudiendo ser o no igual a la respuesta especificada que la entrada implica.

El propósito para el cual esta destinado el sistema de control generalmente determina o define la entrada y la salida. Dadas las entradas y las salidas es posible determinar o definir la naturaleza, características y cantidades de los componentes del sistema de control.

Los sistemas de control pueden tener más de una entrada o salida, a menudo todas estas entradas y salidas quedan bien definidas con la descripción del sistema, aunque algunas veces no sucede así.

Con el propósito de identificar un sistema en forma simple, (las señales) de entrada debidas a interferencias y las respectivas salidas producidas por éstas, no se consideran como entradas ni salidas en la descripción misma del sistema; sin embargo, cuando el sistema se examina en detalle es necesario, generalmente tenerlas en cuenta.

#### **1.2.2 Clasificación de los sistemas de control.**

La clasificación de los sistemas de control se hace en dos grupos:

##### **A. Sistemas de control de lazo abierto.**

En los cuales la acción de control es independiente de la

salida.

Las principales características del sistema son:

a. La habilidad que estos tienen para ejecutar una acción con exactitud, la cual está determinada por su calibración o forma de ejecución preestablecida.

b. No tienen problemas de inestabilidad.

B. Sistemas de control de lazo cerrado.

En los cuales la acción de control en cierto modo depende de la salida.

La distinción se determina mediante la acción de control que activa el sistema para producir la salida.

Los sistemas de control de lazo cerrado son llamados comúnmente sistemas de control retroalimentados.

Retroalimentación. Es la propiedad de un sistema de lazo cerrado para permitir que la salida o cualquier otra variable sea comparada con la entrada al sistema correspondiente. De tal manera que se puede establecer la acción de control apropiada como función de la entrada y salida.

Más generalmente se dice que existe retroalimentación en un sistema cuando existe una secuencia cerrada de relaciones de causa y efecto entre las variables del sistema.

Para clasificar un sistema de control se debe tomar en cuenta claramente los componentes del sistema que interactúan con el control pero que no forman parte de éste. Estos componentes son por lo general elementos externos al control y sirven para detectar una señal o comando en el caso de las entradas, y elementos de actuación o ejecución en el caso de las

salidas.

### **1.2.3 Problemática de la Ingeniería de los sistemas de control.**

La naturaleza de la Ingeniería en los sistemas de control es la consideración de dos problemas; la investigación y el diseño del sistema deseado.

La investigación, es el análisis de las propiedades y características de funcionamientos y operación del sistema.

El diseño, es la selección, arreglo y desarrollo tanto de los componentes como de la interrelación y lógica de operación del sistema de control para ejecutar una tarea específica.

Existen dos métodos de diseño:

A. Por análisis. En el cual a partir de los elementos y características del sistema, configuramos los equipos necesarios para el control y los desarrollamos preestableciendo la forma de control de acuerdo a las posibilidades, características y ventaja del equipo a utilizar para una tarea de control.

B. Por síntesis. Este método parte de un sistema de control ya establecido o de especificaciones concretas del control, para adecuar al nuevo control a que realice las funciones predeterminadas.

### **1.2.4 Representación del modelo.**

Con el fin de resolver un problema de síntesis, tanto las especificaciones o descripción de las configuraciones del sistema como sus componentes se debe someter en forma susceptible al análisis, diseño y evaluación.

Para el estudio de los sistemas de control se tiene varias

formas o modelos para hacer representaciones básicas de los componentes físicos y de sus interrelaciones para configurar un sistema propio de control de forma clara y no solo para el diseñador sino para cualquier persona que tenga acceso a la información, entre ellas se encuentran:

- a. Diagrama de bloques.
- b. Gráficas de flujo de señal.
- c. Ecuaciones matemáticas.

### **1.3 Controladores lógicos programables.**

#### **1.3.1 Generalidades.**

Los controladores lógicos programables son dispositivos electrónicos que realizan las operaciones de control en un sistema tanto de lazo cerrado, como de lazo abierto, en base a un programa o conjunto de instrucciones previamente almacenadas en estos.

A los controladores lógicos programables (PLC'S), también se les conoce simplemente como controladores programables (PC'S).

La definición adoptada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico en USA, es la siguiente:

"Un sistema electrónico de operación digital que usa una memoria programable donde almacena las instrucciones de control que deberán realizar funciones específicas tales como; lógica secuencial, temporización, conteo y operaciones aritméticas para controlar diversos procesos o máquinas a través de los módulos de entradas/salidas analógicas o digitales".

Un computador digital que se destina a la ejecución de las

mismas funciones que un control programable se considera dentro de esta categoría.

Se incluyen los secuenciadores tipo tambor y cualquier otro control similar de operación mecánica.

Los primeros controladores programables surgieron en 1968, con circuitos electrónicos hechos a base de componentes discretos e integrados a media escala.

No se utilizan los circuitos microprocesadores ya que esta técnica apareció hasta 1971.

Las primeras aplicaciones de los PLC'S se llevaron a cabo en la industria automotriz, donde se tienen grandes y complejos controles de los procesos de producción.

#### **1.3.2 Sistemas de control con PLC'S.**

Consta de tres partes fundamentales.

- a. Elementos detectores de campo.
- b. Controlador programable (hardware y software).
- c. Elementos actuadores de fuerza y señalización.

La lógica de control se lleva a cabo por programación software a los equipos hardware a través de unidades de programación.

Para realizar la selección de los equipos necesarios; del control en la mayoría de los casos, únicamente es necesario conocer el número de elementos de actuación y señalización, funciones adicionales que se desea, realicen los controladores y la complejidad del control en forma general. Esto implica que no es necesario realizar la ingeniería de detalle del control, para conocer en forma rápida cual sería el costo

aproximado de la instalación, así como de los elementos que lo constituirán.

Los cambios posteriores al diseño se pueden hacer con facilidad corrigiendo el programa con auxilio de las unidades de programación.

Las modificaciones en el control se pueden realizar en un escritorio, transfiriendo el programa a un módulo de memoria y colocándolo posteriormente en el equipo de campo para que realice las nuevas funciones, sin que sea necesario detener la producción por mucho tiempo.

Además, si se dispone de simuladores para los PLC'S el programa puede ser probado antes de llevarlo al campo, con lo cual nos ahorramos muchas horas de puesta en marcha de los equipos y por consiguiente ahorro de tiempo de paro del proceso o máquina.

La vida útil del sistema la determina principalmente los elementos detectores y actuadores.

En los controladores programables es posible realizar operaciones de cálculo y comparación.

#### **1.4 Constitución de un sistema de control con PLC'S.**

Para realizar las operaciones de control en los controladores lógicos programables son necesarios dos elementos importantes:

A. El equipo de hardware. Es el elemento físico y su limitación o capacidad depende de la constitución misma del equipo y diseño del fabricante.

B. El programa o instrucciones de operación. Son la secuen-

cia de control software.

Es el elemento intangible del sistema, el cual es susceptible a ser modificado y desarrollado en formas muy diversas, y tiene como limitante o capacidad, la imaginación, la capacidad de análisis y el nivel de conocimiento que el usuario tenga para realizar la secuencia de control del hardware.

Para que los controladores programables lleven a cabo su tarea es necesario que existan los dos elementos mencionados. Si se prescinde de alguno de ellos no es posible realizar ninguna función de control.

#### **1.4.1 Estructura de Hardware.**

Conociendo la importancia de los controladores programables se ha tratado de establecer una subdivisión en cuanto a las unidades funcionales que constituyen el equipo.

En los diferentes controladores que existen en el mercado, la estructura física puede variar, sin embargo, los elementos constitutivos son prácticamente los mismos, a diferencia de la capacidad y características.

La estructura básica de un controlador programables es: ver esquema 1 y fig. 1.2, 1.3, 1.4.

- Riel o bastidor de fijación.
- Fuente de alimentación PS.
- Unidad central de proceso CPU.
- Submódulo de memoria.
- Módulos de entradas I's.
- Módulos de salidas Q's.
- Módulos de interfase.
- Módulos procesador de comunicación.
- Módulos inteligentes.

**Esquema 1**

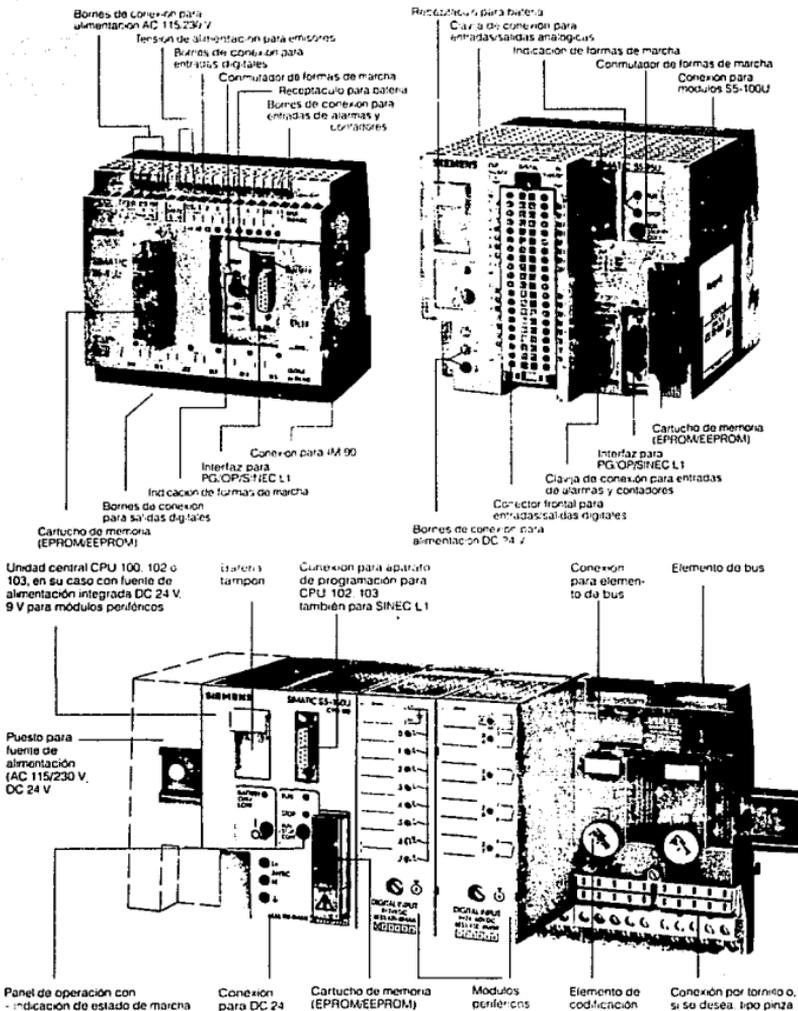
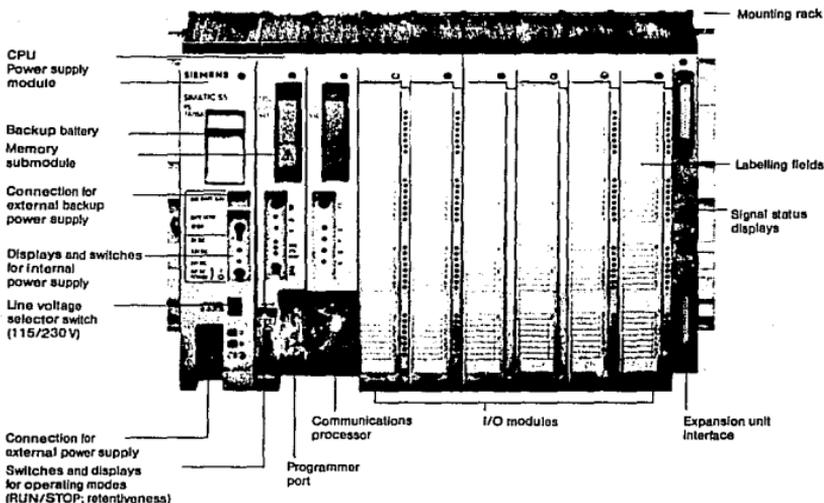


Fig. 1.2 AUTOMATAS 90U, 95U Y 1.3 AUTOMATA 100U.



**Fig. 1.3 AUTOMATA 115U.**

En la actualidad la tecnología para los controladores programable es tal que podemos decir que estos soportan las mismas condiciones ambientales que los contactores auxiliares en el sistema de control convencional.

Por tal motivo muchas de la características eléctricas de los elementos de los controladores son muy similares a las de los elementos de control convencional.

#### **1.4.2 Riel o bastidor de fijación.**

Los rieles o bastidores de fijación están diseñados para que sean insertados y/o fijados todos los demás elementos

constitutivos de un controlador programable, estos contienen con frecuencia, integrado un bus eléctrico para comunicación de los elementos que vayan a ser colocados en el riel o bastidor.

Sus características principales son: Número de lugares para inserción de módulos y tipos de módulo a ser insertado, ver fig. 1.3 y 1.4.

#### **1.4.3 Fuente de alimentación.**

Esta es la unidad importante del hardware la cual tiene como principal función suministrar la tensión y corriente necesaria para la operación de la unidad central de proceso CPU y de los demás elementos que constituyen el controlador propiamente dicho.

Estos módulos en la actualidad ya están diseñados para absorber las variaciones de tensión de la línea de alimentación, en un porcentaje que es del  $\pm 10\%$  de la tensión nominal. Este porcentaje es el permitido bajo las normas de cualquier aparato o dispositivo eléctrico convencional.

Para respaldar o mantener los datos o en su caso los programas que estén almacenados en la unidad central de proceso, cuando existe una falta de tensión de alimentación, se tiene una batería de respaldo, la cual mantendrá los datos o programas alimentados, en la CPU hasta que regrese nuevamente la tensión de alimentación.

Para proteger a la CPU de cualquier variación brusca o de alguna falla en la tensión de alimentación, estos módulos poseen usualmente protecciones electrónicas contra dichas

fallas, ver fig. 1.2 y 1.4.

#### 1.4.4 Unidad central de proceso.

La unidad central de proceso es la parte principal del controlador, y se puede decir que es el cerebro del equipo.

Esta unidad esta encargada de leer o verificar los estados de las señal de entrada, procesar dichas señales de acuerdo al programa o comandos registrados en la unidad central por el usuario o internas del equipo y controlar las señales de salida para ejecutar una secuencia de control preestablecida.

Esta unidad usualmente dispone de un receptáculo para la colocación de un módulo de memoria (RAM, EPROM, EEPROM), donde se tendrá registrado el programa que el usuario ha realizado. También dispone de un puerto para conexión con las unidades de programación, ver fig. 1.2, 1.3 y 1.4.

#### 1.4.5 Submódulo de memoria.

Para el archivo de los comandos y/o programas asignados al controlador se dispone de submódulos de memoria que serán insertados en el receptáculo de la CPU para su ejecución.

Se tienen tres tipos de memorias:

A. RAM (Read Access Memory). La cual es de fácil lectura y escritura con programadores, con el inconveniente de que si falla la tensión del módulo se pierde la información.

B. EPROM (Erased Programable Read Only Memory). La cual es solamente memoria de lectura y puede ser borrada con un dispositivo de luz ultravioleta.

C. EEPROM (Electrical Erased Programable Read Only Memory). Es también una memoria de lectura y puede ser borrada eléctricamente.

camente con un programador.

Estas memorias sirven de archivo del programa, donde se almacenan todas las instrucciones para operación del sistema, y a la vez donde se establece la secuencia y el patrón del funcionamiento de la máquina o del proceso.

La CPU accesa a la memoria para leer y decodificar cada una de las instrucciones y dar la orden correspondiente conforme a los estados de los sensores y actuadores de entrada y salida, para activar y/o desactivar un elemento interno bandera o relé interno, (temporizadores, contadores, etc.) o externos (actuador, señalizadores, etc.), ver fig. 1.2, 1.3 y 1.4.

#### **1.4.6 Módulos de entrada.**

Los módulos de entrada, convierten las señales externas del proceso, a niveles de señales internas del controlador adecuandolas para su registro y ejecución del proceso, a través del programa preestablecido.

La constitución de estos módulos normalmente es del tipo bloque que son insertados y fijados en un riel de fijación en un bastidor.

Existen dos tipos de señales de entrada:

A. Digitales On - Off, 1 - 0, Activado - Desactivado, Tensión - No tensión. La tensión es fija y sólo se estipula los valores mínimos para condición de señal "1".

B. Analógicas. La tensión en el puerto de entrada tiene un nivel determinado y es variable con el tiempo. Es muy importante el nivel de tensión ya que dependiendo de dicho valor es la respuesta del sistema.

En estos módulos es importante que no existan señales de interferencia, ya que pueden implicar valores equivocados de la tensión de detección en el control, ver fig. 1.3 y 1.4.

#### **1.4.7 Módulos de salida.**

Los módulos de salida convierten un nivel de señal interna de control, como un resultado del programa del PC, a una señal de salida para comando de los actuadores y operación del proceso. Estas también pueden ser digitales o analógicas.

#### **1.4.8 Módulos de interfase.**

Para tener flexibilidad en la configuración del controlador se dispone de bastidores o rieles centrales y de ampliación.

En el bastidor central normalmente se coloca la fuente de alimentación, la CPU y las tarjetas de entrada y salida que pueden disponerse según los lugares disponibles del bastidor.

En el bastidor de ampliación se colocan sólo tarjetas de entrada y salida.

Para tener una comunicación entre el bastidor central CPU y el de ampliación es necesario colocar un módulo de interfase en cada bastidor y unir estos por medio de un cable de conexión usualmente de 4 hilos apantallado, ver fig. 1.4.

#### **1.5 Programación de los PLC'S.**

En los controladores programables en memoria, el Software es una parte muy importante por ser el complemento al Hardware, para que los equipos funcionen como una unidad íntegra y coherente.

El Software es el que coordina todas las acciones del elemento físico que es el hardware, de acuerdo al lenguaje y al

sistema de operación con el que fueron diseñados.

#### **1.5.1 Clasificación del Software.**

A. Software del sistema propio. En el programa escrito la memoria propia del sistema del cual forma parte integral del Hardware, y se suministra por los fabricantes como un conjunto unitario.

En sí, son un conjunto de instrucciones para realizar las funciones operativas internas de los aparatos. Estos programas están almacenados en memoria EPROM en la unidad central de proceso. No se pierde la información ni se alteran cuando falta la tensión de alimentación. El usuario no tiene acceso a ellos.

B. Software de usuario. Son los programas de aplicación que el usuario asigna al controlador para que realice una tarea específica y bien definida de acuerdo a la necesidad del control.

Estos programas se escriben y cargan en la memoria de trabajo del controlador. Los programas pueden ser diseñados por el fabricante o el usuario dependiendo de la complejidad del control.

#### **1.5.2 Lenguajes de programación.**

Para tener un diálogo fácil y comprensible entre los usuarios y los controladores se han desarrollado algunos lenguajes de programación muy accesibles.

Mencionaremos sólo los tres más importantes que en la actualidad se han aplicado a los controladores programables.

A. Lista de instrucciones. Este lenguaje tiene como base

las propiedades de los teoremas y axiomas del álgebra Booleana, la cual se basa en los operandos lógicos "Y" (and), "O" (or). Es el que más se acerca al lenguaje de máquina.

B. Diagrama de funciones. Este se basa en las compuertas lógicas "AND" (&) y "Or" (=1), fundamentalmente.

C. Diagrama de contactos. Es un lenguaje gráfico y tiene su origen en los diagramas eléctricos convencionales de control, donde la secuencia de operación se basa en la disposición en serie-paralelo de los contactos y/o elementos detectores de campo.

Con este lenguaje se ha facilitado a las personas con conocimiento de control convencional el uso de los controles, además ha sido posible aprovechar la experiencia de estos en los sistemas de control.

De los tres lenguajes anteriores cabe mencionar que el más poderoso es el de instrucciones ya que la programación se puede hacer en forma secuencial y además que sólo en éste lenguaje es posible dar instrucciones de operaciones de cálculo y funciones especiales que los controladores pueden realizar y no pueden ser programados con contactos.

La compañía Siemens ha desarrollado un lenguaje de programación muy poderoso para aplicación en sus PLC'S, al cual se conoce como STEP 5. Este lenguaje abarca los tres tipos de lenguajes mencionados.

#### **1.6      Autómatas programables SIMATIC S5.**

Los autómatas programables son controladores electrónicos cuyas funciones se almacenan como programas en el aparato de

control. En sus orígenes los procesadores de los autómatas programables con memoria fueron, por una parte, los controladores programables por conexiones, cuyas funciones se realizaban cableando los módulos lógicos y, por otra, los ordenadores de proceso, con sus controladores binarios para la simplificación del nivel operativo. Los primeros autómatas reales con Hardware especialmente proyectados para esta área de aplicación se ofrecieron en 1975; este fue el sistema de control SIMATIC S3.

En los años 1978 y 1979 se sustituyó por el sistema de automatización SIMATIC S5, en los cuales, por primera vez, se aplicaron preferentemente microprocesadores.

Ahora se ha perfeccionado el sistema de automatización SIMATIC S5. El resultado es la línea de aparatos U, que además de presentar aparatos robustos y compactos, presentan más ventajas, como por ejemplo: módulo central con volumen de funciones incrementado, que también puede contener, además del procesador central, la memoria de programación y las interfaces de los aparatos de programación.

Esto ha sido posible por la aplicación de procesadores estándar y otros componentes de alta integración, por ejemplo: memorias, con lo cual, no sólo se ha conseguido una disposición mecánica más compacta, sino también se ha mejorado notablemente la relación precio-rendimiento.

El autómata programable S5-115U pertenece al área de potencia media de los aparatos SIMATIC S5. Actualmente contiene tres módulos centrales con el mismo juego de operaciones, pero

con distintos tiempos de elaboración de programas. El procesador central está constituido como un sistema multiprocesador; en dependencia del módulo central, de uno o varios procesadores de lenguaje especialmente desarrollados en las técnicas de "Gatearray". Estos procesadores de lenguaje, elaboran cada uno un volumen determinado de las instrucciones de control, en un tiempo muy breve. Las instrucciones que no se elaboran por los procesadores del lenguaje las interpreta el microprocesador estándar, el cual ejecuta además el sistema operativo y suministra las interfases para el aparato de programación. Este método, denominado como coprocesador, permite, con un incremento de las cantidades de procesadores de lenguaje conectados, la elaboración de los programas de control, en forma cada vez más rápida y permite, por tanto, conseguir un tiempo de reacción más breve.

El procesador central del autómata programable S5-115U, se programa con el lenguaje de programación STEP 5. En el desarrollo de los autómatas programables SIMATIC S5 se ha mantenido tanto el concepto como la estructura del lenguaje STEP 5. Se han incluido algunas ampliaciones, como por ejemplo, funciones especiales del sistema operativo, que pueden utilizarse en los programas de usuario.

Mediante las funciones básicas del lenguaje de programación, se resuelven las tareas simples de control. La representación opcional de estas funciones básicas, como listas de instrucciones, plano de funciones o plano de contacto, ofrecen a cada usuario la posibilidad de seleccionar la descripción

más apropiada para sus funciones de control. La coincidencia ampliamente conseguida, entre las representaciones de las tareas de control a resolver, simplifica el mensaje que permite, para una área amplia de aplicaciones, la creación, y modificación de programas STEP 5.

El usuario tiene la posibilidad, utilizando la biblioteca de módulos funcionales estándar, de crear programas en forma racional y con ello disminuir los costos del proyecto del software. Hay a disposición del usuario funciones de regulación, ofreciéndose completamente programados.

#### 1.6.1 Familia SIMATIC S5-U.

A. SIMATIC S5-115U. Mediante módulos funcionales autoprogramados, que disponen, junto a las funciones básicas, de un juego de operaciones ampliamente extendidas, se pone en manos del programador experimentado un medio auxiliar para la programación con el lenguaje STEP 5, de tareas concretas para controles complejos. Las operaciones necesarias, sin embargo, no se pueden representar como plano de funciones o plano de contactos, puesto que la representación del programa interno de un módulo funcional sólo procede en forma de lista de instrucciones; esta notación, la más próxima al lenguaje de máquina, aprovecha totalmente, por medio del juego de funciones básicas, las posibilidades del procesador central. Por este método, el autómata programable S5-115U cubre también en parte el área de potencia superior de los autómatas programables dotados de memoria, incluyendo funciones similares a las de los ordenadores de proceso.

B. SIMATIC S5-100U. El autómata programables SIMATIC S5-100U es el más pequeño y económico de la familia SIMATIC S5. Esta pensado especialmente para resolver pequeñas tareas de automatización. Su umbral de rentabilidad comienza cuando deben sustituirse más de cinco funciones de relé o contactor auxiliar.

Este autómata programable tiene las siguientes característica:

a. Estructura modular. Permite según la CPU, una configuración máxima de hasta 256 entradas y salidas digitales. El autómata programable S5-100U se adecúa por ello también para controles de máquina así como para la automatización y vigilancia de procesos de tamaño medio. La posibilidad de expansión por pequeños escalones y la gran variedad de tipos de módulos permiten adaptar siempre óptimamente un autómata programable S5-100U a las tareas de control.

b. Construcción robusta y fácil montaje. Todos los bloque son módulos pequeños, manejables y robustos. Funcionan sin necesidad de ventilador; su electrónica es insensible a las interferencias. Los módulos se enchufan en elementos de bus donde se atornillan a prueba de vibraciones. Los elementos de bus se enganchan sobre un riel normalizado. El aparato puede configurarse en una o varias líneas y montarse vertical u horizontalmente.

El autómata programable S5-100U puede utilizarse por ello también en servicio rudo y bajo condiciones difíciles.

c. Fácil programación. Como lenguaje de programación se

utiliza el STEP 5, que tiene un extenso juego de instrucciones.

La programación puede realizarse con todos los aparatos de programación de la serie U.

La programación puede cargarse también desde módulos de memoria sin necesidad de aparato de programación.

## **CAPITULO II**

### **LA AUTOMATIZACION EN LA INDUSTRIA.**

## **LA AUTOMATIZACION EN LA INDUSTRIA.**

### **2.1 Los autómatas en la industria.**

La automatización en la industria en los últimos años a lo grado un gran cambio en los procesos que eran difíciles de controlar y en aquellos en los cuales había procesos repetitivos. Esto provocaba que los productos fueran de mala calidad y los costos de producción muy altos.

Por medio de los autómatas programables se puede lograr: una mayor Productividad, la Flexibilidad en los procesos de producción, una mayor Calidad en el producto terminado, un Ahorro en materias primas y en energía, y una mayor Confiabilidad y Seguridad en los procesos.

Existen muchas formas de poder automatizar un proceso siendo estos desde los elementos más sencillos de control hasta los autómatas programables como veremos en los siguientes capítulos. A continuación se comentarán algunos procesos que fueron automatizados por medio de distintos tipos de control automático.

#### **2.1.1 Fábrica del cemento.**

La fábrica de cemento Deggendorf Alemania, la cual esta automatizada, trabaja con los medios más modernos de la técnica de proceso de datos para tareas de carga y expedición del cemento; ello significa que se reduce el tiempo de espera y que el control se realiza por una sola persona y se aumenta la corrida en uno a dos viajes más al día.

Es necesario una tarjeta, que ofrece la información necesaria sobre el vehículo, número de matrícula, propietario

del vehículo, y los datos del camión; los cuales son almacenados en el ordenador de procesos, la tarjeta se introduce en el lector y por vía telefónica el conductor se comunica con el operador sin necesidad de abandonar su vehículo.

Toda la operación está automatizada, en la central de operaciones se efectúan todos los pedidos, cuando un vehículo llega a un punto de control y al introducir la tarjeta el operador de expediciones puede ver los datos en la pantalla para realizar la factura, en dicha factura ya están escritos los datos del camión los cuales ya fueron almacenados con anterioridad en la memoria del ordenador y de esta forma se puede identificar el vehículo; el operador teclea y en la pantalla aparecerá el número de pedido, la clase y cantidad de cemento y con ello el ordenador del proceso se hace cargo del pedido. En caso de que el ordenador tuviera una avería técnica el proceso se realizaría introduciendo todos los datos del pedido en forma manual. Al ponerse en servicio el ordenador se hace cargo automáticamente de los datos del pedido que se introdujeron en forma manual y la elaboración de estos se hace en condiciones normales.

La instalación consta de las vías de acceso, los silos y los equipos de carga, la central de expediciones, y puntos de control para los camiones; cuando se introduce al control una tarjeta, el aparato de mando avisa con una señal al ordenador de proceso, y este envía los datos del cliente almacenados en su memoria, describiendo el tipo de cemento deseado y la cantidad y con ello entra el pedido en el ordenador y se almacena

en él. Estando en los silos, el operador introduce su tarjeta para que el ordenador mande su pedido y suministro del cemento; los aparatos de mando están repartidos en forma descentralizados por toda la instalación y de esta manera la avería de uno de ellos solo afectará una parte del proceso, el ordenador de proceso esta conectado por un canal de datos con la oficina comercial de la central y desde ahí le llegan todos los pedidos y él envía a su vez todos los datos de suministro, factura y nota de cargo las cuales se entregan en el correo el mismo día.

El aparato de mando que se requiere para este proceso es de los equipos pequeños, ya que son pocos los puntos a controlar. El ordenador de proceso es la técnica más moderna basada en microprocesadores; para trabajar con él es preciso tener conocimientos especiales de programación, siempre que se emplee el sistema de programas SEMAC desarrollados específicamente para la industria del cemento.

El proceso de expedición de cemento se inicia cuando el conductor por vía telefónica dé el número de pedido, clase de cemento y cantidad, así el operador introduce los datos e indicará a qué vía pasara. El conductor podría elegir entre varios silos con la misma clase de cemento no encontrandose sujeto a una determinada vía de carga, si entra en otra vía de diferente clase de cemento, al leerse la tarjeta se le rechazá y así se evita la carga diferente al pedido. En el silo hay una bascula que esta controlada por una computadora la cual no necesita de operador, ya que el mismo conductor puede

introducir la información necesaria para realizar la descarga del cemento. En el tablero se muestra la tara del camión lo que le sirve al operador para saber si está vacío totalmente el camión, para iniciar la carga; el ordenador toma en cuenta cualquier carga residual en el camión, calcula automáticamente la cantidad total resultante, y de esta manera no permite que el camión se sobre cargue peligrosamente; esta es la situación de operaciones para la base de carga, en donde la tara del camión que se conoce es descontada del pedido.

El sistema automatizado ajusta el valor resultante desconectado, y durante el llenado el mando SIMATIC comprueba continuamente el peso alcanzado, desconectando al llegar al valor ajustado; la información se entrega al ordenador de proceso donde se almacena y se escribe la factura de suministro.

La expedición del cemento en saco se gobierna también automáticamente de la misma central dando el número del pedido en el cual se puede indicar hasta tres almacenes diferentes.

A un mismo camión pueden designarse diversas cantidades y clases de cemento y en una factura puede incluirse hasta tres almacenes de destino identificado, como ya se señaló; por su número de localización; el ordenador hace corresponder las diferentes entradas a cada uno de los pedidos.

Al introducir las tarjetas se escribe la factura con datos procedentes del ordenador, se ajustan cantidades de saco, y clase de llenado y la carga se desarrollan automáticamente a partir de ese momento.

Los mandos programados SIMATIC que gobiernan, vigilan y coordinan aparato e instalaciones, son sólo un factor; el otro quizá más importante es el conocimiento tecnológico. Se han combinado dos elementos decisivos, las nuevas ideas ó impulsos del usuario, con la técnica de sistema flexible y de gran potencia; el resultado es una instalación enfocada hacia el futuro para la expedición de cementos.

#### **2.1.2 Industria de la cerveza.**

La fábrica de Bukburger Alemania produce 2 millones de hectolitros para los cuales se necesitan cada día 170 toneladas de cebada y 2 toneladas de lúpulo como materia prima.

La técnica de la automatización ayuda en este caso a que se logre producir una cerveza de calidad constante aunque tanto la cebada y como el lúpulo, siendo ellos productos naturales, no siempre mantienen un nivel homogéneo; la automatización se ocupa de que el proceso de producción transcurra exactamente desde que se entrega la materia prima hasta que la cerveza esta lista para consumirse. Desde la central de control los operarios pueden seguir prácticamente cada fase del proceso en una pantalla de televisión.

Este puede corroborar que los tanques están adecuadamente llenos y que los tanques de levadura están en orden. Al mismo tiempo, dispone, en todo momento a través de un monitor, de los datos necesarios; estos datos permiten controlar el volumen de temperatura y el tiempo de demora de cada proceso.

El gran tablero ofrece una vista de conjunto del proceso de producción, controlado electrónicamente desde él, se puede

intervenir en las fases de producción. En los molinos empiezan la fabricación en donde se hace la trituración de la cebada y mezclandola con agua va a la cava de maceración. En el primer piso están instalados los sistemas para las bombas y separadores que están integrados a la automatización, en estos recipientes se cultiva la levadura; la constancia de su calidad depende de la exactitud del proceso de fermentación. Después de cada cocción es necesario limpiar los recipientes y las tuberías y esto sucede en ciclo cerrado, no afectando el medio ambiente. En la recuperación de líquido de limpieza por medio de sensores se controla la consistencia correcta, en el sótano la electrónica regula la temperatura correcta para que la cerveza madure lentamente.

En esta fábrica se llenan 120 mil botellas por hora, cada una de ellas es controlada automáticamente antes de que se le ponga la etiqueta de origen.

Esta es una empresa que dispone de una técnica tan precisa que garantiza homogéneamente la alta calidad y el inconfundible sabor de la cerveza.

### **2.1.3 Industria Alimenticia.**

En la fábrica de almidón de trigo el proceso tiene un costo muy elevado, por lo que el proceso debe funcionar sin ningún problema. El proceso se inicia en la balanza que registra electrónicamente el peso del trigo que entra en la fábrica, diariamente se descargan 250 toneladas de trigo y es almacenado y sometido a limpieza pasando después a la molienda, en diversas etapas los granos son transformados en

harina de allí pasa a un tamizado donde se separa la harina del salvado, formandoce una papilla que es el almidón extraído de la harina y finalmente se seca en una corriente de aire caliente quedando el producto final.

En la central de control el operador no sólo puede seguir constantemente el desarrollo total, sino que puede obtener los datos necesarios de cada fase y hacer variaciones en el proceso sin detenerlo. Los resultados pueden representarse de forma gráfica por lo que este sistema a logrado un alto aprovechamiento de la planta.

#### 2.1.4 Industria Automotriz.

En el caso de la empresa automotriz BMW de Munich interesa en primer lugar, el alto grado de flexibilidad de la producción, la forma de lograr esto es por medio de la automatización de trabajos pesados en 57 bandas de soldaduras en la cual trabajan 220 autómatas dando 4,800 puntos de soldadura con lo cual arman las carrocerías siendo este el trabajo más duro de esta industria; sin embargo, no les afecta las carga pesadas, el ruido, la chispa, y no se cansan trabajando así las 24 horas con la misma precisión y un máximo de productividad.

Mediante una terminal móvil el técnico de turno puede verificar el ritmo de trabajo y modificarlo en caso de una anomalía. En la banda de soldadura cada carro en fabricación ya pertenece a su futuro propietario, en la carrocería se coloca un pequeño emisor que en cada etapa de montaje suministra datos para que se coloquen las partes correctas.

También en el departamento de pintura, relevaron los robots, a los humanos para liberarlos de un trabajo duro. Mediante la automatización se alcanzó una flexibilidad en la producción que se pone claramente en evidencia en el montaje final, este puede ser controlado en su totalidad desde la central de mando, esta fase de acabado incluye 330 operaciones que se realizan paso a paso.

La dirección es tan flexible que en cada uno de estos pasos pueden contemplarse los deseos personales de los clientes los cuales fueron programados en la computadora, por lo que en el momento adecuado se coloca la pieza correcta. Para los diferentes tipos de la serie 3 que se producen en esta fábrica hay unas 30,000 mil posibilidades de combinaciones en la fase de acabado.

En los Estados Unidos y el Japón es común que se fabriquen algunos cientos de autos del mismo color y terminación, aquí es posible que los 800 autos que salen al día ninguno se parezca al otro, la BMW es un ejemplo del grado de variación que permite la automatización en la producción.

#### **2.1.5 Casas Particulares o Empresas.**

Cuando se construyó el nuevo edificio del banco estatal de Bavaria en Munich una tercera parte del costo total recayo en las instalaciones técnicas esto fue con el propósito de crear las mejores condiciones de trabajo para los 2,000 empleados que laboran en el banco, sólo la técnica de la automatización hizo posible que esas instalaciones funcionen segura y eficientemente.

Pocas personas tienen acceso a la central de mando, desde donde se dirigen y controlan 7,000 funciones; por medio de una pantalla se puede localizar en todo momento el punto donde se ha producido una avería, en el cuadro de conjunto se puede visualizar:

- Abastecimiento de energía eléctrica.
- Calefacción y aire acondicionado.
- Protección contra el sol.
- Abastecimiento de agua.
- Eliminación de aguas negras.
- Seguridad del edificio.
- Protección contra incendio.
- Eliminación del polvo y los residuos.
- Abastecimiento de jabón.

La computadora marca el lugar donde se produjo una avería indicandola con un corte de corriente en la planta de batería; cada percance es informado automáticamente por escrito así al acta correspondiente. Con este esquema de conexiones se puede controlar la red eléctrica total se detecta cuando, sin que los empleados lo noten, se produce un corte de corriente y entran en acción los grupos de electrógenos de emergencia que se encuentran ubicados en uno de los sótanos del edificio, cuando entran en acción no se alcanzan a oír en el piso siguiente.

En el sistema de control de aire acondicionado se recupera automáticamente el calor del aire de salida. En todas las instalaciones de abastecimiento, la técnicas de conductores

garantizan un bajo consumo de energía en las máquinas frigoríficas en la calefacción.

Los mandos automáticos regulan las persianas colocadas en los frentes soleados del edificio, se abren y cierran solas total o parcialmente según el grado de insolación.

En el área donde se ubica la electrónica para la protección contra incendios, si uno de los 400 sensores que pueden dar alarma de incendio detecta humo o elevación de temperatura, el sistema suministra automáticamente un plan que indica a los bomberos el camino más corto.

Para la vigilancia del amplio edificio bancario se instalaron 70 cámaras que pueden manejarse aisladamente y a mano o automáticamente, y en su totalidad controlan entrada y salida de vehículos, los accesos de peatones, así como las antesalas en los sectores de dirección y conferencias; los monitores de alarma por la noche se encienden automáticamente en cuanto la cámara registra algún movimiento en ese sector.

La computadora puede encender o apagar todas las luces, un programa que evidencia la razón de la importancia de este edificio son sus variadas instalaciones técnicas que funcionan con tal natural perfección que los empleados ya no lo notan.

## **2.2 Puesta en marcha del autómata S5-100U.**

### **2.2.1 Configuración modular.**

El S5-100U es un autómata programable de la serie U del SIMATIC S5. Se compone de diferentes unidades funcionales combinables según la tarea a resolver, ver fig. 2.1

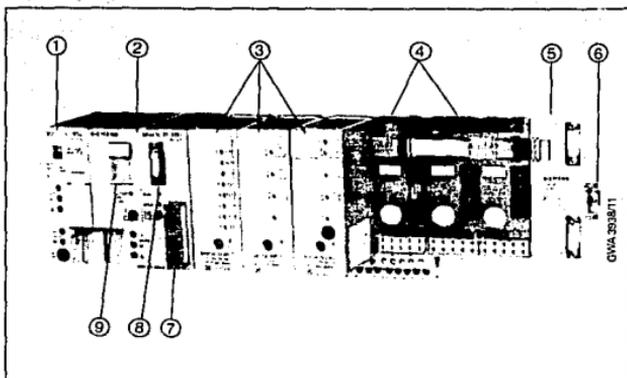


Fig. 2.1 AUTOMATA PROGRAMABLE.

(1). Fuente de alimentación (PS 930). Para operar con la red. Es usada o requerida cuando no se dispone de 24 V.c.c. para alimentar la CPU.

(2). Unidad central (CPU). Ejecuta el programa de mando. Cuando falla la alimentación, una batería alojada en (9) protege el contenido de la memoria.

El programa de mando puede alimentarse también en un módulo de memoria (7).

La CPU tiene un conector serie (8) en el que se conecta un aparato de programación y/o un aparato de operación para visualización.

(3). Módulos periféricos. Permite el intercambio de información entre la CPU y la periferia del proceso. Consiste en:

a. Módulos digitales de entrada y salida las cuales pueden

ser de 4 ó de 8 bytes. Adecuado para tareas de mando sencillas en las cuales solo aparecen los estados de señal "0" y "1".

b. Módulos analógicos de entrada y salida. Permite detectar y generar magnitudes variables.

c. Módulos de temporizadores. Permite ajustar temporizaciones sin modificar el programa.

d. Módulo de contadores. Permite preprocesar impulsos de cómputo de hasta 500 Hz.

e. Módulo de contador rápido/lectura de recorrido. el contador rápido puede usarse para captar impulsos de alta frecuencia y para tareas simples de posicionamiento.

f. Módulo de comparadores. Permite vigilar si se sobrepasa un límite ajustado.

g. Interfase para impresora. Permite listar mensajes con hora y fecha a través de impresora.

(4). Elementos de bus con bloques de conexión. Unen la CPU con los módulos periféricos; en cada elemento de bus es posible enchufar dos módulos periféricos.

(5). Interfases. Permite configurar el autómata en varias filas.

(6). Carril normalizado. Sobre él se monta el autómata.

### 2.2.2 Accesorios.

A. Batería tampón. Se encarga de tal manera que al desconectar el Autómata programable no se pierda el programa y los datos; el tiempo mínimo de respaldo de una batería nueva es de un año.

B. Módulo de memoria. Sirven para guardar el programa

cuando está desconectado el autómata o para transferir programas al autómata.

C. Aparatos de programación. En la puesta en marcha se utilizan para pruebas en el programa y observación del programa.

D. Aparatos de programación. El usuario puede hacer las siguientes operaciones:

a. Visualización de los valores actuales de los temporizadores y contadores internos.

b. Ajuste de entrada de nuevos valores prescritos.

c. Visualización de textos de mensajes controlada por el programa.

d. Visualización de zonas de entradas, salidas, datos y marcas.

### 2.3 Funcionamiento del autómata.

#### 2.3.1 Funcionamiento de la CPU.

La unidad de control gobierna y coordina todo el autómata. Siguiendo el programa, llama sucesivamente las instrucciones contenidas en la memoria de programa, y las ejecuta. Para ello se procesan las informaciones contenidas en la imagen de proceso de las entradas y se consideran los valores de los temporizadores y contadores internos, se registran en la imagen de proceso de salidas.

Memoria ROM. El sistema operativo incluye el sistema que fija la ejecución del programa de usuario, la gestión de entradas y salidas, la división de la memoria, de datos. El sistema operativo es fijo y no puede modificarse.

### **2.3.2 Funcionamiento del bus periférico.**

Para transferir datos entre la CPU y los módulos periféricos el autómata tiene un bus con las siguientes características:

A. Su estructura modular permite una exacta adaptación a cualquier tarea de mando.

B. No es necesario ningún conector.

C. No es posible acceder directamente a un módulo individual.

La transmisión de datos se realiza a través de una cadena de registro de desplazamiento. Cada puesto de enchufe de un elemento de bus tiene asignado cuatro bits de datos y un bit de verificación. Todos los módulos que procesen más de 4 bits de datos tiene un registro de desplazamiento propio, que sustituye al registro de desplazamiento del puesto de enchufe.

### **2.4 Ejecución del programa.**

Un programa de mando puede ejecutarse de diversas formas:

A. Ejecución cíclica (ver cap. 4.2).

B. Ejecución controlada por alarmas (ver cap. 4.3).

C. Ejecución controlada por tiempos (ver cap. 4.4).

El programa de mando se ejecuta generalmente de forma cíclica. para ello, se toma instrucción a instrucción de la memoria de programa, y se procesa. Para ejecutar las instrucciones se utilizan informaciones procedentes de la imagen de proceso de entradas, marcas, así como los datos actuales de los temporizadores y controladores. Los resultados se escriben en la imagen de proceso de salidas.

Tras la ejecución del programa se corre un ciclo de datos, durante el cual los datos de imagen de proceso de entradas se transfieren a la imagen de proceso de salidas los datos actuales de los módulos de entrada.

Con esta imagen de proceso de entradas actualizada vuelve a lanzarse la ejecución del programa.

## 2.5 Instrucciones de servicio.

### 2.5.1 Mando e indicadores de la CPU.

#### A. Interruptor CON/DES, ver fig. 2.2

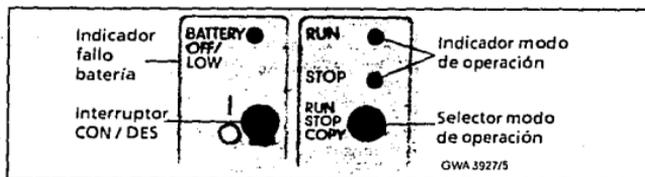


Fig. 2.2 MANDOS E INDICADORES DE LA CPU.

Permite conectar y desconectar el Automata.

Posición	Indicadores	Significado
0 = "DES"	Están apagados todos los indicadores	
1 = "CON"	Enciende el indicador de fallo de batería. Indicador de modo de operación	Batería vacía o no presente. Se indica el modo de operación del AG

El interruptor CON/DES conecta el regulador de tensión de la CPU, pero esto no aísla el regulador de tensión de los bornes L +/M<sub>1</sub>.

B. Selector del modo de operación, ver fig. 2.2

Permite seleccionar el modo "RUN" y "STOP". En la posición "RUN" el modo de operación del autómata puede prescribirse también desde el aparato de programación conectado

a. Modo de operación "RUN".

1. El programa se ejecuta cíclicamente, o controlado por tiempo o alarmas.

2. Transcurren las temporizaciones arrancadas en el programa.

3. Se leen los estados de señal de los módulos de entrada.

4. Se activan los módulos de salida.

El modo "RUN" puede ajustarse también tras "BORRADO TOTAL", esto es, cuando está vacía la memoria de programa.

b. Modo de operación "STOP".

1. No ejecuta el programa.

2. Se mantienen los valores de los temporizadores, contactores, marcas y las imágenes de proceso que eran actuales al pasar el estado "STOP".

3. Se bloquean los módulos de salida (estado de señal "0").

Al pasar de "STOP" a "RUN" se ponen a "Cero" las imágenes de proceso así como las marcas y contadores no remanentes.

C. Cambio de modo de operación, ver fig. 2.2

Incidencias que pueden provocar un cambio de modo de operación:

a. Accionamiento del selector de modo.

b. Intervención de un aparato de programación, si el AG está en "RUN".

### 2.5.2 Carga del programa en el autómata.

Al cargar se transfiere un programa a la memoria de programa de la CPU. Es posible cargar un programa desde un aparato de programación conectado en línea o desde un módulo de memoria.

A. Carga automática del programa partiendo de un módulo de memoria.

Al cargar automáticamente se copia en la memoria de programa de la CPU el programa contenido en el módulo de memoria.

Solo se cargan los módulos Software válidos, ver fig. 2.3

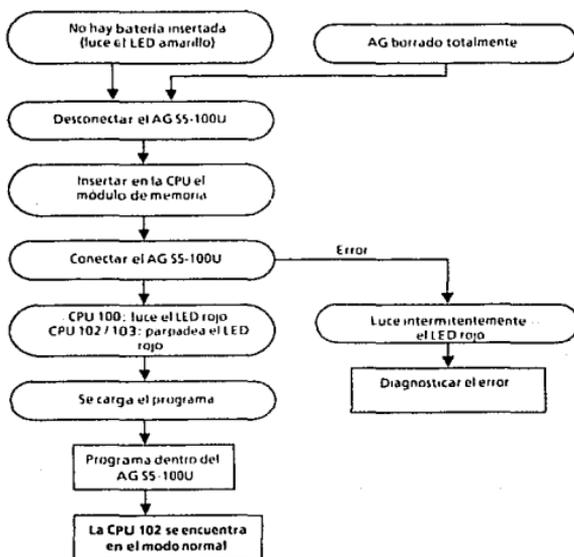


Fig. 2.3 CARGA AUTOMATICA DEL PROGRAMA.

## B. Carga manual del programa.

En la carga manual se copia en la memoria de programa de la CPU un programa contenido en un módulo de memoria. Si esta insertada la batería se borra totalmente un programa eventualmente presente.

Solo se cargan los módulos software válidos, ver fig. 2.4

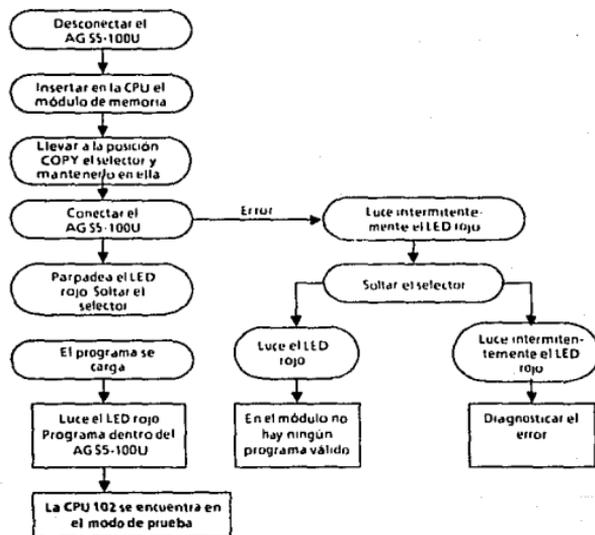


Fig. 2.4 CARGA MANUAL DEL PROGRAMA.

### 2.5.3 Salvar un programa en un módulo de memoria EEPROM.

Un programa solo se puede salvar si está insertada la batería de respaldo. Durante esta operación el programa contenido en la memoria de la CPU se copia en un módulo de memo-

ria. Solo se cargan los módulos software válidos, ver fig. 2.5

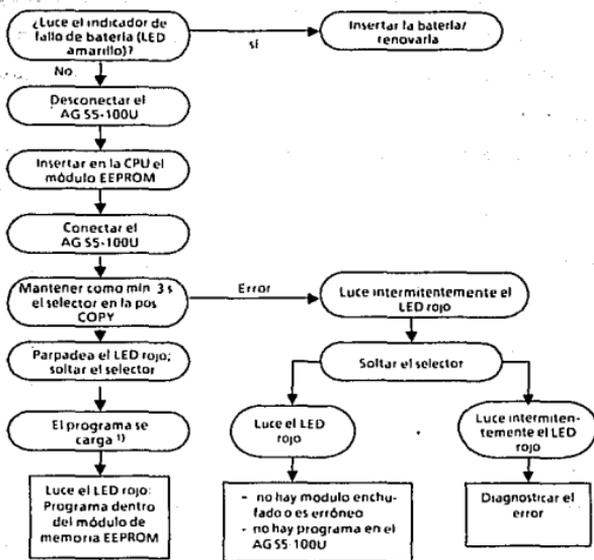


Fig. 2.5 SALVAR UN PROGRAMA EN EL MODULO DE MEMORIA.

## 2.6 Puesta en marcha de una instalación.

Medidas para prevenir peligros.

Al proyectar instalaciones con autómatas programables es necesario observar las normas vigentes.

Puntos importantes:

A. Se evitarán los estados que puedan poner en peligro las personas o los materiales.

B. En caso de avería en el autómata no deberá entorpecerse en ningún caso las órdenes procedentes de dispositivos de

DESCONEXION DE EMERGENCIA y de "Interruptores de Posición de Seguridad". estos dispositivos de protección deben influir directamente sobre la parte de potencia de los actuadores.

## **2.7 Fiabilidad, disponibilidad y seguridad de los autómatas programables.**

Las ideas existentes sobre la aceptación y la incidencia de los conceptos fiabilidad, disponibilidad y seguridad en los autómatas programables son a menudo erróneas o poco claras. Por un lado, esto se debe a la diferente frecuencia y tipo de las averías en los autómatas programables y en los convencionales (electromecánicos). Por otro lado, en el curso de los últimos años han sido más estrictas las normas de seguridad en los distintos campos de aplicación.

### **2.7.1 Fiabilidad.**

Se denomina fiabilidad de un autómata programable a la capacidad de satisfacer durante un tiempo dado y dentro de límites prefijados las exigencias impuestas.

A pesar de todos los esfuerzos no puede excluirse la aparición de averías, por lo que no existe un 100% de fiabilidad.

La tasa de avería ( $\lambda$ ) constituye la medida de la fiabilidad de un aparato.

$$\lambda = \frac{n}{N_0 \times t}$$

$n$  = Número de unidades averiadas durante el tiempo ( $t$ )

$N_0$  = Número inicial de unidades

#### **2.7.1.1 Fiabilidad del aparato y componentes SIMATIC 85.**

Gracias a extensas y eficaces medidas tomadas durante la fase de desarrollo y en el curso de la fabricación se intenta

máximizar la fiabilidad del aparato y componentes SIMATIC S5.

Entre ellas cabe destacar las siguientes:

- a. La selección de componentes de alta calidad.
- b. El dimensionamiento de todos los circuitos
- c. La comprobación sistemática y controlada por computadora de todos los componentes suministrados.
- d. El rodaje a alta temperatura de todos los circuitos integrados.
- e. Las medidas para impedir cargas electroestáticas durante la manipulación de circuitos MOS.
- f. Los controles visuales en las distintas fases de la fabricación.
- g. La prueba controlado por computadora de todos los componentes y de su funcionamiento conjunto.
- h. La prueba funcional durante varios días a temperatura superior a la ambiental.
- i. La comprobación final meticulosa y controlada por computadora.
- j. La evaluación estadística de todas las piezas devueltas a fin de activar inmediatamente las medidas correctivas pertinentes.

#### **2.7.1.2 Distribución de las averías.**

A pesar de todas las medidas tomadas es preciso contar con la aparición de averías. En instalaciones con autómatas programables las averías se distribuyen aproximadamente de la forma siguiente, ver fig. 2.6

Aumento de la disponibilidad gracias a funciones de diagnóstico programadas

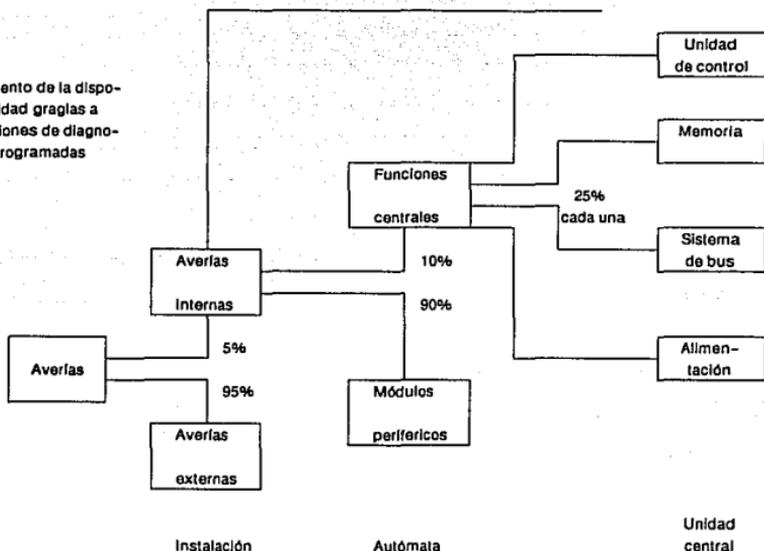


Fig. 2.6 DISTRIBUCION DE LAS AVERIAS EN INSTALACIONES CON AUTOMATAS.

Significado de la distribución de averías:

a. Solo una pequeña parte que corresponde al 5% de las averías aparecen dentro del autómata programable. Esta proporción se compone de:

1. Las averías de la unidad central solo el 0.5% de las averías totales; a esta tasa aportan con el mismo porcentaje la unidad de control, la memoria, el sistema de bus y la alimentación.

2. La mayor parte de las averías aproximadamente el 95% aparecen en los emisores de señal, actuadores, accionamientos, cableado, etc.

### 2.7.2 Disponibilidad.

La disponibilidad se define como la probabilidad de que un sistema se encuentre en condiciones de funcionar en un instante fijado con anticipación.

$$V = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

MTBF = Meantime-Between-Failure;  
tiempo medio entre averías  
MTTR = Meantime-To-Repair;  
tiempo de reparación

La disponibilidad ideal ( $V = 1$ ) es imposible de alcanzar debido a las averías residuales, siempre presentes.

Sin embargo, se puede llegar muy cerca del estado ideal si se utilizan autómatas configurados en forma de sistema redundante. Entre las configuraciones de este tipo más conocidas cabe destacar:

- a. Sistemas redundantes.
- b. Sistemas redundantes con lógica de decisión 2 de 3.
- c. Sistemas redundantes con cuatro canales que se controlan mutuamente.

Las disponibilidad puede aumentarse también disminuyendo los tiempos de paro. Las siguientes medidas contribuyen a ello:

- a. Existencia en almacén de piezas de repuesto.
- b. Formación del personal operador.
- c. Indicadores de averías en los aparatos.
- d. Una mayor memoria y un software más complejo para realizar funciones de diagnosis programadas.

### **2.7.3 Seguridad.**

#### **2.7.3.1 Tipos de averías.**

Lo decisivo para clasificar una avería es su efecto. Se puede distinguir entre averías activas y pasivas, así como averías peligrosas y no peligrosas.

Según la aplicación de un autómata pueden tener efectos peligrosos las averías activas o las pasivas.

Ejemplo:

a. En un control de accionamiento, una avería activa provoca el arranque intempestivo del motor.

b. En una función de señalización, una avería pasiva bloquea el aviso de un estado peligroso.

Siempre que las averías puedan provocar grandes daños materiales o incluso personales, o sea, que puedan transformarse en averías peligrosas, es necesario tomar medidas para elevar la seguridad de la instalación con autómatas. En este caso deberá observarse los reglamentos en vigor.

#### **2.7.3.2 Medidas de seguridad.**

##### **A. Configuración monocanal.**

En un autómata de estructura monocanal son limitadas las posibles medidas a tomar para aumentar su grado de seguridad:

a. Los programas o partes de los mismos pueden depositarse y ejecutarse varias veces en memoria.

b. Las salidas pueden vigilarse por software por medio de una realimentación paralela a las entradas del mismo aparato.

c. Funciones de diagnóstico integradas en el autómata y que llevan las salidas a un estado definido, generalmente en

desconexión, cuando se presenta una avería interna.

Averías en autómatas programables.

1. Los relés y contactores solo se excitan cuando se aplica una tensión a su bobina. En estos elementos las averías activas son más improbables que las pasivas.

2. Por el contrario en los autómatas programables aparecen con la misma frecuencia las averías activas y las pasivas. Así, un transistor de salida defectuoso puede quedar en estado de bloqueo o de conducción.

Estas propiedades ofrecen la posibilidad de incrementar la seguridad de los autómatas programables, debido a que: las funciones no relevantes para la seguridad de la instalación se gobiernan de forma electrónica, y las funciones que afectan a la seguridad se realizan utilizando elementos de mando convencionales (electromecánicos).

B. Configuración multicanal.

Si a pesar de todas las medidas los autómatas de estructura monocanal no pueden satisfacer los requerimientos de seguridad exigidos, es necesario configurar los autómatas con varios canales.

a. Autómatas de dos canales.

Los dos canales se vigilan mutuamente. La evaluación de las órdenes de salida se realizan siguiendo una lógica de "1 de 2" ó "2 de 2".

Este autómata está compuesto de dos autómatas programables de igual forma y que funcionan sincronizados; la vigilancia se realiza a través de dos tarjetas comparadoras.

Las averías se señalizan activándose las funciones de seguridad correspondiente.

b. Automatas de cuatro canales.

Añadiendo más canales se realizan otros sistemas redundantes.

#### 2.7.4 Resumen.

A. En los autómatas programables pueden surgir averías de índole diversos y en cualquier punto.

B. A pesar de los máximos esfuerzos destinados a alcanzar una fiabilidad máxima, la probabilidad de aparición de averías y no se hace nunca cero.

C. Lo importante es el efecto de dichas averías. Según la aplicación es posible que las averías activas o pasivas sean peligrosas o no peligrosas.

D. Para aplicaciones de seguridad es necesario tomar disposiciones suplementarias para detectar las averías peligrosas y bloquear sus efectos.

E. Las posibilidades son limitadas en el caso de autómatas monocanal. Por ello conviene realizar las funciones de seguridad fuera de la parte electrónica usando componentes convencionales a su salida (electromecánicos).

F. Para cumplir con requisitos de seguridad los autómatas programables deberán configurarse de forma multicanal (redundante).

## **CAPITULO III**

### **LENGUAJE DE PROGRAMACION STEP 5.**

No

Existe

Página

## LENGUAJE DE PROGRAMACION STEP 5

### 3.1 Introducción al STEP 5.

Como ya se explico en el capitulo I el STEP 5 es el lenguaje de programación para los aparatos de automatización con memoria programable SIMATIC S5. Este lenguaje da al usuario la posibilidad de representar los programas como planos de funciones, planos de contacto o como lista de instrucciones. Mediante esta similitud ampliamente conseguida, con la representación de las tareas de control a resolver, se simplifica el tratamiento de estos lenguajes de programación.

Con el lenguaje de programación STEP 5 se formulan las distintas tareas de automatización, en conjunto con el autómeta programable SIMATIC S5.

### 3.2 Como estructurar un programa.

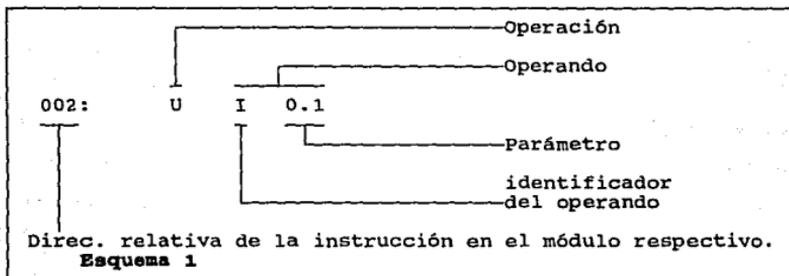
En los autómetas programables PLC'S las tareas de automatización se formulan en programas de mando. En ellos el usuario fija en una serie de instrucciones la forma en qué el autómeta debe mandar o regular la instalación. Para que el autómeta programable pueda "entender" el programa, éste, debe estar escrito siguiendo reglas prefijadas y en un lenguaje determinado; esto es, en lenguaje de programación. En consecuencia para la familia SIMATIC S5 se ha desarrollado el lenguaje de programación STEP 5.

#### 3.2.1 Formas de representación.

Tres representaciones diferentes, orientadas hacia el usuario, facilitan la descripción de las tareas a resolver y ayudan notablemente a facilitar el aprendizaje y utilización

de este lenguaje de programación.

A. Lista de Instrucciones (AWL). La AWL representa el programa como sucesión de abreviaturas de instrucciones. Una instrucción tiene la siguiente estructura; ver esquema 1.



Por cada contenido de pantalla se representan 20 líneas. Las instrucciones STEP 5 se encuentran a la derecha, a continuación de los dos puntos, comenzando con la operación y seguida de la característica del operando y de los parámetros con justificación a la izq. A la izq., junto a los dos puntos, se puede encontrar, en los módulos de función, el símbolo de marca de un salto de entrada. Los números en el centro de la pantalla indican la profundidad de anidamiento, de las expresiones binarias entre paréntesis, (como se verá más adelante).

Al contrario que en las representaciones gráficas, la lista de instrucciones puede llevar, adicionalmente, por cada línea, un comentario con 32 caracteres, que se sitúa a la derecha de la descripción de la serie de instrucciones ver fig. 3.1.

PB 14		BIB = 11066		LAE = 29		ABS	
SEGMENTO 1	0000	REPRESENTACION EN LA PANTALLA					
0000	:A(						
0001	:A I	56.5	01	PROTECCION CERRADA			
0002	:A Q	17.3	01	LAMPARA DE ADVERTENCIA CONECTADA			
0003	:O F	33.7	01	ACTUADOR DISPUESTO			
0004	:S F	20.3	01	ACTIVACION DE MEMORIA DE COMANDO			
0005	:A(		01				
0006	:O I	103.4	01	DESCONEXION DE MARCHA			
0007	:ON I	17.5	01	VAGON EN EL TOPE			
0008	:O I	34.0	01	DESCONEXION DE VALVULA ANTERIOR			
0009	:)		01				
000A	:= F	130.0	01	MARCA INTERMEDIA			
000B	:A F	130.0	01				
000C	:O		01				
000D	:A I	34.5	01	POSICION ALCANZADA			
000E	:A F	23.0	01	CAMBIO DE TIPO DE SERVICIO			
000F	:AN C	45	01	NO HAY MAS PIEZAS DISPONIBLES			
0010	:R F	20.3	01	PUESTA A CERO DE LA MEMORIA DE COMANDOS			
0011	:A F	20.3	01				
0012	:)		01				
0013	:A T	56		TIEMPO DE ESPERA TRANSCURRIDO			

Fig. 3.1 LISTA DE INSTRUCCIONES.

B. Esquema de Funciones (FUP). En FUP se representan gráficamente con símbolos las condiciones como las operaciones lógicas (op. Lógicas).

El contenido de la pantalla se divide a lo ancho en ocho áreas o niveles. Un símbolo de funciones, o la descripción de una entrada o salida de un símbolo de función, ocupa un nivel sobre la pantalla. La descripción de una entrada o salida, se encuentra directamente sobre el símbolo de la función, la combinación completa comienza en el borde izquierdo de la

pantalla.

El contenido de la pantalla se puede desplazar hacia arriba.

Una combinación para una salida puede comprender, como máximo el contenido de dos pantallas y media ver fig. 3.2.

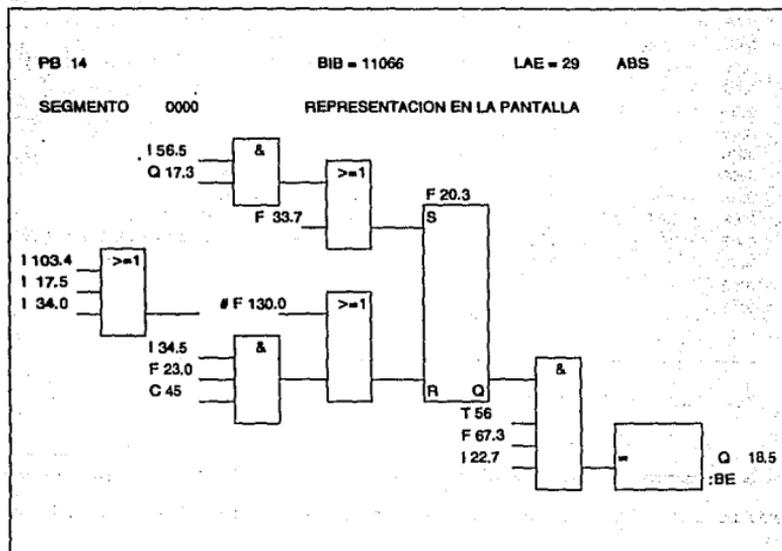


Fig. 3.2 PLANO DE FUNCIONES.

C. Esquema de contacto (KOP). En KOP se representa gráficamente con símbolos eléctricos, en forma parecida, a un circuito previo a plano de funciones.

La superficie de la pantalla, disponible para la repre-

sentación, se divide en ocho columnas y seis líneas. El tamaño de estos 48 campos es de 10 caracteres, también llamado ancho por tres líneas de pantalla. La combinación se realiza en las primeras 7 columnas, la salida en la columna octava. Los contactos en una combinación se representan unidos por el borde izquierdo de la pantalla, o bien unidos a una derivación.

En cada campo existe un símbolo de contacto y su correspondiente designación de operando. Las uniones verticales entre los contactos y derivaciones se representan en el borde de los campos. Para un símbolo de funciones complejas se necesitan, según el tamaño, varios campos.

El contenido de la pantalla, al igual que la anterior, se puede desplazar hacia arriba. Para cada circuito se pueden programar por salida, como máximo 16 líneas ver fig. 3.3.

D. Graph 5. Esta forma de representación sirve para describir la estructura de mandos secuenciales.

Cada forma de representación tiene sus particularidades, por ello un modelo de programa que haya sido escrito en AWL, no se puede representar simplemente en FUP o KOP. Las formas de representación gráfica tampoco son compatibles entre sí; sin embargo, siempre es posible traducir AWL a los programas escritos en FUP o KOP. Lo anteriormente dicho se resume en el diagrama que se muestra en la fig 3.4.

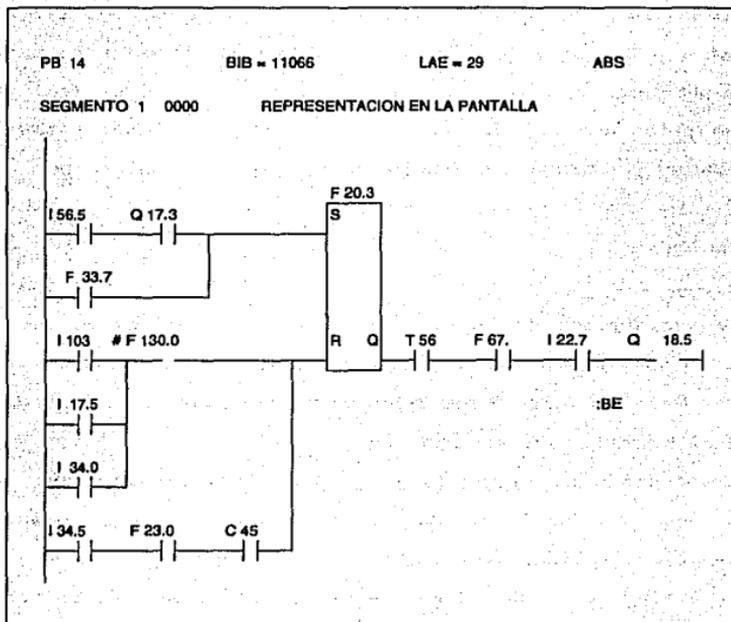


Fig. 3.3 PLANO DE CONTACTO.

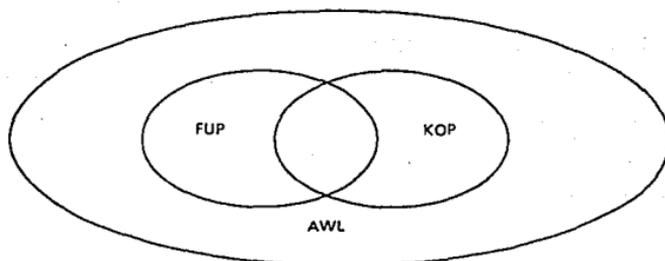


Fig. 3.4 COMPATIBILIDAD ENTRE LAS FORMAS DE REPRESENTACION.

E. Compatibilidad entre las formas de representación STEP5.  
 El lenguaje de programación STEP 5 distingue tres tipos de operaciones; ver fig. 3.5.

- I. Operaciones básicas.
- II. Operaciones complementarias.
- III. Operaciones de sistemas.

Lenguaje de programación STEP 5			
	Operaciones básicas	Operaciones complementarias	Operaciones sistema
Campo de aplicación	en todos los módulos	solo en módulos funcionales	solo en módulos funcionales
Formas de represent.	AWL, FUP, KOP	AWL	AWL
Particularidades			para usuarios con buenos conocimientos del sistema

Fig. 3.5 COMPARACION ENTRE LOS TIPOS DE OPERACIONES.

### 3.2.2 Instrucciones.

Una instrucción de control es la unidad independiente más pequeña del programa, contiene las especificaciones de trabajo para el procesador, se compone de una operación y de un operando, donde el operando contiene las característica y los parámetros.

Una instrucción está construida de la siguiente forma.

Instrucción de control	
Parte de operación	Parte de operando
Característica	Parámetros

La operación describe la función a ejecutar., ésta indica lo que el procesador debe realizar.

Los operandos contienen las indicaciones necesarias para la ejecución de la operación, ésta dice con que lo debe realizar el procesador. El lenguaje de programación STEP 5 reconoce, con las funciones básicas, las siguientes zonas de operandos, ver esquema 2.

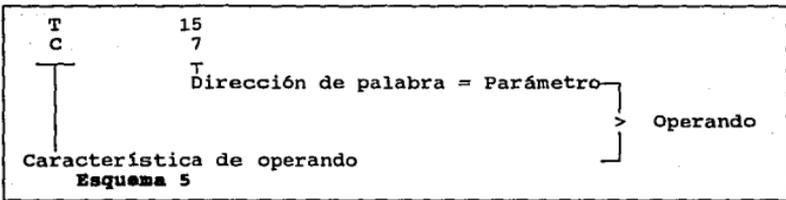
I	Entradas	Interfase del proceso al autómata
Q	Salidas	Interfase del autómata al proceso
F	Marcas	Memorias para resultados binarios intermedios
D	Datos	Memorias para resultados digitales intermedios
T	Temporiza	Memorias para la realización de temporización
C	Contador	Memorias para la realización de conteo
P	Periferia	Interfase del proceso al autómata
K	Constantes	Valores numéricos fijos
OB, PB, SB, FB, DB	Módulos soft	Auxiliares para estructurar el programa

**Esquema 2**

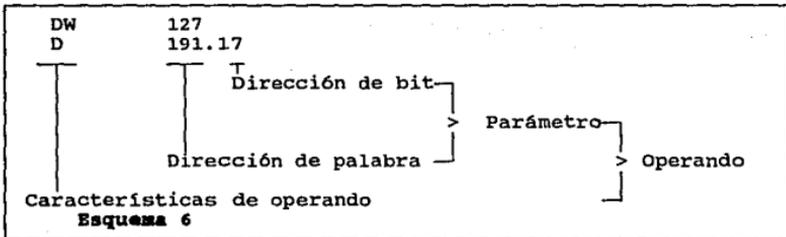
La designación de las zonas para los operandos constituye la característica de los mismos. Para referirse a un determinado operando en el área de éstos, es necesario indicar un parámetro.

El parámetro de la dirección de un operando. Las áreas de

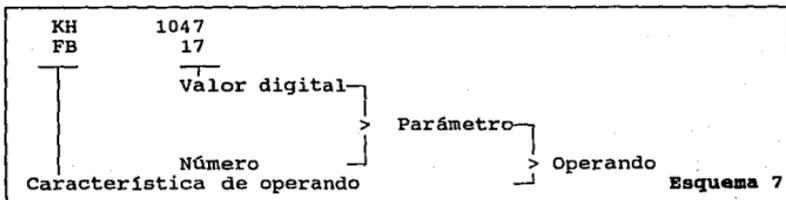




Las zonas de operando de datos D se puede direccionar como palabras y con las funciones de comprobación de bits, como bits; ver esquema 6.



Los parámetros de las zonas de operando de constantes K definen el número que hay que elaborar como un valor digital. Se pueden utilizar diferentes representaciones de números. Los parámetros de las zonas de operando OB, PB, FB, SB y DB indican el número del operando en esta zona; ver esquema 7.



### 3.2.3 Transformación de un circuito eléctrico.

Si su tarea de mando está especificada en forma de esquema eléctrico, es necesario transformar en AWL, FUP o KOP.

A continuación se presenta un ejemplo de Mando cableado.

Se supondrá un caso en el que se quiere que una lámpara piloto encienda cuando se accione un contacto NA(S1) y que no se encienda con un contacto NC(S2).

Representación del ej. anterior Mando Automata Programable.

La lámpara piloto se conecta a una salida (p. ej. Q2.0) del autómata, las señales de los dos contactos a dos entradas (p. ej. I1.1 y I1.2).

El autómata programable consulta si existen las señales de entrada, siendo su estado de "1" si se acciona el contacto NA o no se acciona el NC. Los dos estados de señal se combinan con la operación lógica "and"; el resultado de la combinación se asigna a la salida Q2.0, que da como resultado que la lámpara encienda, ver fig. 3.6.

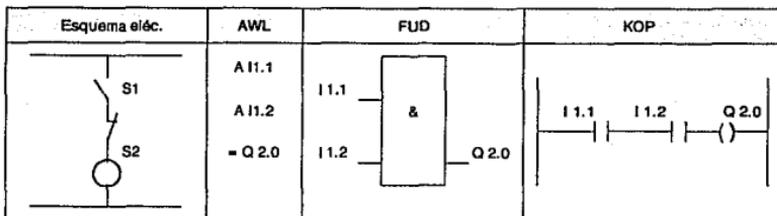


Fig. 3.6 REPRESENTACION DE UN ESQUEMA ELECTRICO.

### 3.3 Estructura del programa.

En un autómata programable un programa puede ser lineal o estructurado.

### **3.3.1 Programación lineal.**

Para procesar tareas simples de automatización basta con programar las diferentes instrucciones en un segmento del módulo. En el autómata programable S5-115U dicho segmento en el módulo de organización OB1 (como se verá en el cap. 3.4.1). Este módulo se procesa cíclicamente, esto es, tras la última instrucción vuelve a ejecutarse la primera. Un programa lineal puede tener una longitud de hasta  $8 \times 2 \text{ E}10$  bytes.

Puntos a observar:

I. Al llamar el OB1 se ocupan cinco palabras para el encabezamiento (cap. 3.4.1).

II. Una instrucción ocupa normalmente una palabra en la memoria de programa.

También existen instrucciones de 2 palabras, por ejemplo, con la operación "Cargar una constante". Al calcular la longitud del programa deberán contarse dos veces.

El OB1 debe finalizarse, como todo los módulos, usando la instrucción "BE".

### **3.3.2 Programación estructurada.**

Para resolver tareas más complejas es más conveniente dividir el programa global en secciones o módulos con entidad propia.

Este procedimiento tiene las siguientes ventajas:

I. Programación más simple y clara incluso en programas de gran tamaño.

II. Posibilidad de estandarizar partes del programa.

III. Facilidad de efectuar modificaciones.

#### IV. Prueba más simple del programa.

V. Utilización de subprogramas para poder llamar un módulo desde diferentes puntos.

Un módulo es una parte del programa, limitada por una función estructura u objetivo de aplicación. En el lenguaje de programación STEP 5 hay que distinguir: los módulos en los cuales se encuentran las instrucciones para la elaboración de señal que son los módulo de organización, módulo de programación, y módulo de función; y también, módulo de interfase. Los módulos en los cuales se almacenan los datos son los módulos de datos.

A. Módulo de organización (OB). Se utiliza para la administración de los programas de usuario, en forma de listado de programas a elaborar.

Existen módulos de organización para la elaboración de los programas controlados por alarmas y controlados por tiempo.

B. Módulo de programación (PB). Se encuentran los programas de usuario, divididos en grupos tecnológicos, por ejemplo, elementos de controles aislados.

C. Módulos de funciones (FB). Se realizan las funciones que se utilizan frecuentemente o las más complicadas. Los Módulos de función se suministran completos, que son los módulos funcionales estándar, o se programan por el propio usuario. Los módulos funcionales internos disponen, junto a las operaciones básicas, de operaciones adicionales siendo las operaciones ampliadas y las operaciones del sistema. Los módulos de función son parametrizables, es decir, una función

realizada por un módulo funcional puede ejecutarse con distintos operandos o parámetros del módulo.

D. Módulos de paso (SB). Se utilizan en las cadenas de ejecución; por cada cadena de ejecución se utiliza un módulo de paso. Se solicita, por un módulo de función, el control de ejecución que realiza la organización de la cadena de ejecución.

E. Módulo de datos (DB). Se encuentran los datos, con los cuales trabaja el programa de usuario. Cuando hay que elaborar un módulo, es necesario llamarlo. Esta llamada puede ser absoluta o dependiente del resultado de una combinación. Cuando el módulo se ha elaborado, al finalizar el módulo el programa continuará en el punto en el cual se llamó al módulo, es decir en el módulo de orden superior.

La profundidad total de anidado resulta de la suma de las profundidades de anidado de todos los módulos de organización programados. Si el anidado supera 16 niveles y 32 a partir de la CPU 943, el autómata programable pasa a STOP desplegando el mensaje "Desbordamiento pila de módulos STUEB". Al producirse ciertas perturbaciones el sistema operativo activa diferentes "bits de análisis", que pueden consultarse con un autómata a través de la función USTACK. Además, Algunas perturbaciones se señalan mediante LED's en la CPU, ver fig. 3.7.

### 3.4 Tipos de módulos.

La tabla resume las características más importantes de los diferentes tipos de módulos, ver fig. 3.8.

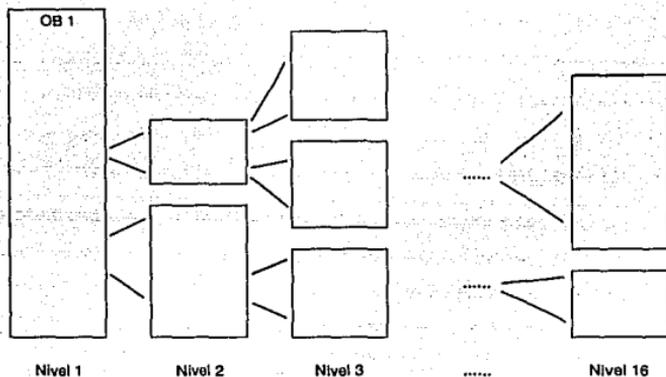


Fig. 3.7 PROFUNDIDAD DE ANIDADO

	OB	PB	SB	FB	DB
Cantidad	256 OB0..OB255	256 OB0..OB255	256 OB0..OB255	256 OB0..OB255	254 OB0..OB255
Longitud (máx.)	8 x 2E10 bytes	8 x 2E10 bytes	8 x 2E10 bytes	6 x 2E10 bytes	8 x 2E10 bytes
Juego de operaciones (contenido)	Operación básica	Operación básica	Operación básica	Operación básica, operaciones complementarias, Operación de sistemas	Configuración binaria Números Textos
Forma de represent.	AWL, FUP, KOP	AWL, FUP, KOP	AWL, FUP, KOP	AWL	
Longitud encabezam.	5 palabras	5 palabras	5 palabras	10 palabras	5 palabras
Llamadas de módulos	SPA, SPB solo poseen FBs	SPA, SPB	SPA, SPB	SPA, SPB	A, E

Fig. 3.8 COMPARACION ENTRE LOS TIPOS DE MÓDULOS.

### Características.

I. El sistema operativo llama por si mismo a determinados OB's (cap. 3.4.1 y en OB 31 pag. 80).

II. Si se usan módulos funcionales estándar, no debe utilizarse el parámetro "0".

III. El sistema operativo tiene ya integrados determinados módulos funcionales que pueden dividirse en grupos, de acuerdo a la tarea que realizan.

IV. Los módulos de datos DB0 y DB1 están reservados para la lista de direcciones de módulos y para la lista de transferencia de marcas de acoplamiento.

V. Hasta la DW 255, accesibles usando "LWD" o "TDW".

#### A. Estructura de un módulo.

Cada módulo se compone de:

I. Encabezado, con los datos relativos a tipo, número y longitud del modelo, ver fig. 3.9.

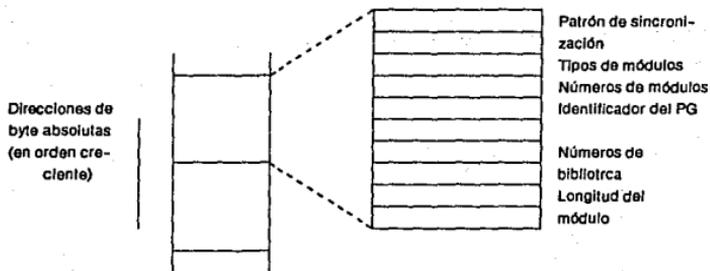


Fig. 3.9 ESTRUCTURA DEL ENCABEZAMIENTO DEL MÓDULO.

Este encabezado lo confecciona el autómata programable al convertir el módulo.

II. Tronco, incluye el programa STEP 5 o los datos.

**B. Programación.**

Con excepción de los módulos se programa de la siguiente forma:

- I. Definición del tipo de módulo (ej. PB).
- II. Definición del número del módulo (ej. 23).
- III. Entrada de las instrucciones del programa de mando.
- IV. Terminación del módulo usando la instrucción "BE".

**3.4.1 Módulo de organización (OB).**

Los módulos de organización constituyen la interfase entre el sistema operativo y el programa de mando.

Los módulos de organización se tratan de las siguientes dos formas:

A. El sistema operativo los llama cuando se presenta un evento o en momentos programados en control por evento o por tiempo.

B. El programa de mando los llama como funciones operativas.

Es posible programar todos los módulos de organización usando parámetros de la zona permitida comprendida entre 0 y 255; sin embargo, es necesario llamarles en el programa de mando ver fig. 3.10.

La figura 3.11, muestra la forma de construir un programa de mando estructurado. Además resalta la importancia de los módulos de organización.

No. del OB	Función	OB Integrado en			
		CPU 941	CPU 942	CPU 943	CPU 944
El OB debe ser programado por el usuario, y llamado por el sistema operativo					
OB 1	Ejecución cíclica del programa				
Ejecución del programa controlado por alarmas, con prioridades A, B, C, D					
OB 2	Alarma A: La tarjeta de entrada-434 o una IP generan la alarma				
OB 3	Alarma B: IP generan la alarma				
OB 4	Alarma C: IP generan la alarma				
OB 5	Alarma D: IP generan la alarma				
OB 10	Ejecución del programa controlado				
OB 11					
OB 12	por tiempo				
OB 13	(en cada caso variable: 10 ms..10 min)				
Tratamiento de procedimientos de arranque					
OB 21	Conexión manual				
OB 22	Conexión automática tras el restablecimiento de la alimentación (red)				
Tratamientos de errores software y hardware					
OB 23	Retardo de acuerdo al acceder directamente al bus S5				
OB 24	Retardo de acuerdo al actualizar la imagen de proceso y las marcas de acoplamiento				
OB 27	Error de sustitución				
OB 32	Error de transl. en el DB o con la inst. EDB				
OB 34	Falla de la batería				
OB ya programado; el usuario debe llamar el OB					
OB 31	Disparo tiempo ciclo (erro guardián)				

OB DISPONIBLES.

Fig. 3.10 RESUMEN DE MODULOS DE ORGANIZACION.

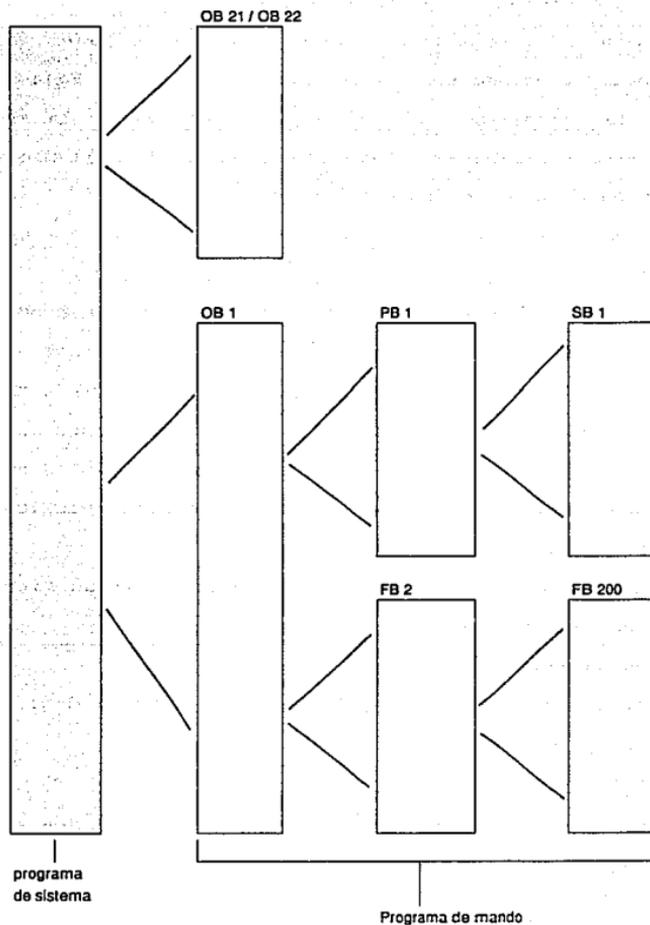


Fig. 3.11 EJEMPLO DEL USO DE MODULO DE ORGANIZACION.

Descripción:

I. OB1 : Ejecución cíclica del programa.

En el OB1 se fija la estructura del programa; esto es, el OB1 está compuesto de una serie de llamadas de módulo. Fijando el orden de las llamadas, el usuario puede determinar la secuencia de procesamientos de los PB's o FB's. Las llamadas pueden ser condicionales o incondicionales absolutas.

II. OB2, OB3, OB4, OB5: Procesamientos de alarmas en CPU 942/943/944.

Con las CPU's 942/943/944 es posible realizar un procesamiento "controlado por alarmas". Dicho procesamiento se tiene cuando una señal del proceso obliga a la CPU del automática a interrumpir la ejecución cíclica, y procesar un programa específico. Una vez ejecutado este programa, la CPU retorna al punto de interrupción en el programa cíclico, prosiguiendo allí su procesamiento.

El procesamiento del programa controlado por alarmas tiene las siguientes características:

a. Fuentes de alarmas:

Tarjeta procesadora de señal y tarjetas de entrada digital con alarmas de proceso.

b. Interfase de usuario:

Al aparecer alarmas hardware el sistema operativo llama los siguientes OB's.

Alarma A: OB2

Alarma B: OB3

Alarma C: OB4

#### Alarma D: OB5

Si no están programados los OB's de alarma, se prosigue con la ejecución cíclica del programa.

#### c. Puntos de interrupción:

La alarma puede interrumpir tras cada instrucción con; el programa de mando que ejecuta cíclicamente o bien controlado por tiempo; a los módulos funcionales integrados y al sistema operativo, en cualquier punto preseleccionado.

Cabe hacer notar que; los módulos funcionales integrados no son reentrantes, por ello, si un mismo FB se utiliza en el programa de mando cíclico o en el controlado por tiempo y en el programa de alarmas, durante el procesamiento de los FB's es necesario bloquear las alarmas en el programa cíclico o en el controlador por tiempo.

#### d. Bloquear alarma:

La orden AS permite bloquear el procesamiento de alarmas y la AF lo libera de nuevo. AF está prefijada y durante el bloque de la alarma es posible memorizar una alarma por cada canal de alarmas.

#### e. Prioridad de alarmas:

No es posible interrumpir un procesamiento de alarmas en curso. Si aparecen simultáneamente dos alarmas rige la siguiente propiedad:

prioridad mayor:	alarma A
	alarma B
	alarma C
prioridad menor:	alarma D

f. Profundidad de anidado:

Durante el procesamiento de alarmas no debe sobrepasarse tampoco la profundidad general de anidado de 16 o de 32 niveles de acuerdo al CPU utilizado.

g. Tiempos de reacción:

Si se utilizan FB's integrados del FB 240 a FB 251 el tiempo de reacción máximo es de 1.5 ms, con una componente variable de 800  $\mu$ s. Sin FB's integrados el tiempo de reacción máximo es de 1 ms, con una componente variable de máx. 300  $\mu$ s.

Condicionado por el hardware, la entrada de alarmas del proceso no debe cargarse con secuencias de alarmas o interrupciones  $\mu$  12  $\mu$ s, ya que si no pueden perderse alarmas.

h. Salvamento de datos:

Si en un módulo de alarma se utiliza marcas provisionales las cuales se usan también en el programa de mando cíclico o controlado por tiempo, dichas marcas deberán salvarse en un módulo de datos durante el procesamiento de alarmas.

III. OB10, OB11, OB12, OB13: Ejecución del programa controlada por tiempo.

Para la ejecución controlado por tiempo. El sistema operativo procesa los OB's de tiempo a intervalos que son fijados por el usuario. También es posible modificar los intervalos de llamada durante la ejecución cíclica del programa.

Si no hay programado un OB de tiempo, se prosigue con la ejecución cíclica del programa.

Como aclaración: Los OB's de tiempo pueden interrumpir el programa de mando ejecutado cíclicamente, pero no el

controlado por alarmas.

a. Ajuste de intervalos de llamadas:

El intervalos de llamadas se ajusta en los datos del sistema en forma de múltiplo de 10 ms y similar al ajuste de tiempo de vigilancia del ciclo. El valor prefijado es 100 ms. Esto permite seleccionar tiempos comprendidos entre 10 ms y 10 mín. (LKHO...FFFF).

Si se escribe el valor 0 en el dato de sistema correspondiente, se inhibe la llamada del OB de tiempo.

b. Puntos de interrupción:

El programa ejecutado cíclicamente puede interrumpirse tras cada instrucción STEP 5. Sin embargo, los OB's de tiempo no pueden interrumpir los módulos funcionales integrados o el sistema operativo.

c. Bloqueo de la llamada a OB de tiempo:

La orden AS permite bloquear la llamada de todos los OB's de tiempo; AF elimina este bloqueo. Durante el bloqueo es posible memorizar una petición de llamada entrante.

d. Profundidad de anidado de 16 o 32 niveles de acuerdo al CPU utilizado.

e. Salvamento de datos:

Si en un OB de tiempo se utilizan marcas provisionales que se usan también en el programa de mando cíclico, éstas marcas deberán salvarse en un módulo de datos durante el procesamiento del OB de tiempo.

IV. OB21 y OB22: Ajuste del comportamiento en arranque

Con ellos es posible fijar el comportamiento del autómatas

antes de la primera ejecución del programa.

a. El OB21 se procesa una sola vez cuando la CPU pasa de "STOP" a "RUN".

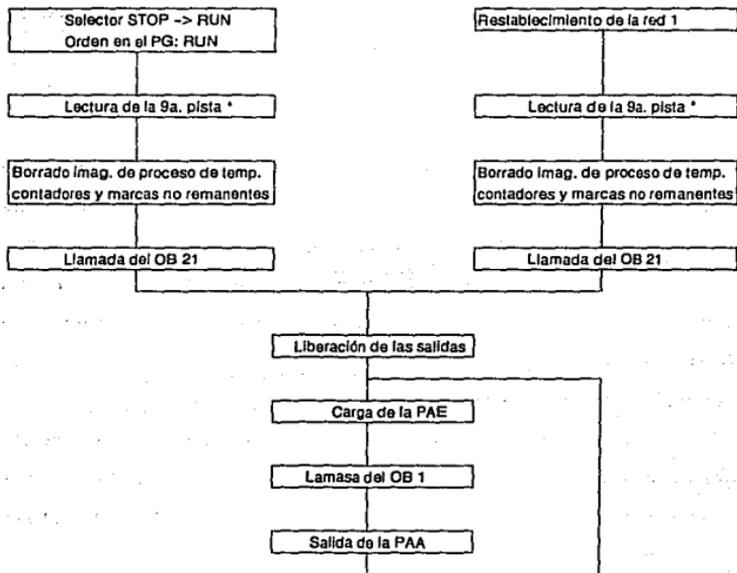
b. El OB22 se procesa una sola vez al conectar el interruptor CON/DES en "1", siempre que el autómata estuviera en "RUN" antes de desconectar y no se presente ninguna causa que mande al modo STOP al conectar.

Con ambos módulos (OB21 y OB22) debe observarse lo siguiente:

1. Durante el procesamiento de estos módulos lucen ambos LED's indicadores de clase de servicio.
2. No se lee la imagen de proceso de las entradas.
3. Se procesan los temporizadores.
4. No esta activada la vigilancia del tiempo de ciclo.
5. Con independencia de la presencia de una batería, antes del procesamiento se borran las imágenes de proceso, las temporizaciones y los contadores y marcas no remanentes ver fig. 3.12.

V-. OB23, OB24, OB27: Tratamiento de errores.

Los OB's de reacción frente a errores permiten influenciar el comportamiento de la CPU cuando aparecen errores. La instrucción que provoca los errores, como puede ser, retardo de acuse, error de sustitución o error de transferencia; es sustituida por la llamada del OB de reacción frente a errores asociado. Si no hay ningún OB de este tipo programado, la CPU pasa al modo STOP.



1 Cuando el AG estaba en RUN al producirse Red DES

\* En la 9a. pista está la Imagen de la periferia digital / analógica enchulada

Fig. 3.12 DIAGRAMA DE FLUJO.

#### Causas de retardo de acuse.

El error retardo de acuse aparece cuando una tarjeta no confirma antes de 160  $\mu$ s que ha sido direccionada. Causas: error de programación, defecto en la tarjeta o extracción de la misma durante el modo RUN.

a. Retardo de acuse durante el acceso directo, OB23.

Las instalaciones siguientes pueden provocar un retardo de acuse: LPB; LPW; TPW; LIP; TIR; TNB.

El sistema operativo almacena en el dato de sistema SD 103

que es la dirección absoluta: EACE, de la tarjeta en la que ha aparecido QVZ siendo un retardo de acuse.

b. Retardo de acuse al actualizar la imagen de proceso o las marcas de acoplamiento, OB24

Si al actualizar la imagen de proceso y las marcas de acoplamiento se produce un retardo de acuse, en el dato de sistema SD103 se deposita la dirección absoluta de la tarjeta, y se llama al final del OB24. Si varias direcciones de tarjeta provocan el retardo de acuse, en el SD103 puede leerse la última dirección.

c. Error de sustitución, OB27.

Un error de sustitución puede aparecer cuando en un módulo funcional se ha modificado su descripción de parámetros formales tras la programación de una llamada ("SPA FBx", "SPB FBx").

Cuando reconoce un error de sustitución el sistema operativo interrumpe el programa de mando y procesa el OB27 en el lugar de la instrucción de sustitución.

VI. OB31: Disparo del tiempo de ciclo.

Un "perro guardián" que controla la secuencia temporal de una ejecución del programa. Si dura más que el tiempo de vigilancia del ciclo ajustado, la CPU pasa a STOP.

Causas posibles:

a. El programa es demasiado largo.

b. Se programa un lazo sin fin.

Llamando el OB31 es posible ubicar al "perro guardián" en cualquier punto del programa, esto es, rearranca el tiempo de

ciclo.

#### VII. OB32: Error de transferencia.

Un error de transferencia se presenta cuando:

a. Se accesa a palabras de datos sin haber llamado previamente un módulo de datos (A DB X).

b. Con las instrucciones LDW; TDW; PD; PND; SUD; RUD el parámetro es mayor que la longitud del módulo de datos abierto.

c. Con la instrucción EDB se crea un módulo de datos, y la memoria de usuario libre no es suficiente para crear dicho módulo.

El sistema operativo interrumpe la ejecución de la instrucción en donde aparece un error de transferencia, y procesa en su lugar el OB32.

#### VIII. OB34: Vigilancia de la batería

El autómata vigila permanentemente si se presenta un fallo de la batería. El sistema operativo verifica continuamente la tensión de la batería. Si se da cuenta que ha fallado, antes de ejecutar el programa se procesa el OB34.

##### 3.4.2 Módulo de programación (PB).

Con este módulo puede usarse el juego básico de instrucciones del lenguaje STEP 5. Un módulo de programa puede programarse, según el autómata programable utilizado, en AWL, FUP o KOP.

Los módulos de programa solo se procesan tras su llamada desde el OB 1. Con excepción, de que en la programación lineal solo se procesa el módulo de programa 1.

### 3.4.3 Módulo de paso (SB).

Los módulos de paso son módulos especiales de programa destinados a procesar mandos secuenciales. Se tratan como módulos de programa.

### 3.4.4 Módulos funcionales (FB).

En un módulo funcional se programan funciones de mando que se presentan con frecuencia o que tienen una estructura compleja.

#### A. Particularidades:

I. Los módulos funcionales son parametrizables. Al llamar un módulo es posible transferirle parámetros actuales.

II. Los FB's disponen de un juego complementario de operaciones no disponible para los módulos otros módulos, ver anexo A.

III. El programa solo puede escribirse y documentarse en lista de instrucciones (AWL).

#### B. Encabezamiento del módulo

Los módulos funcionales incluyen, además del encabezamiento, otras informaciones organizativas de las que no disponen los módulos restantes.

Sus necesidades de memoria resultan de:

I. La descripción del módulo, lo habitual son 5 palabras.

II. El nombre del módulo son 5 palabras.

III. Los parámetros del módulo son 3 palabras por cada parámetro.

#### C. Creación de un módulo funcional.

A diferencia de los otros módulos, en un FB es posible al-

macenar las siguientes informaciones:

I. Número de biblioteca.

Se le asigna al módulo un número comprendido entre 0 y 65535. Este número no depende de los parámetros del FB.

II. Nombre.

Un módulo funcional se le puede poner un nombre de no más de ocho caracteres.

Para la parametrización es obligatorio programar los siguientes datos relativos a los parámetros del módulo:

III. Nombre de los parámetros del módulo.

Cada parámetro del módulo recibe una designación (DES) bajo la cual el operando formal es sustituido por el operando actual al llamar el módulo.

IV. Clases de parámetros del módulo

- a. I parámetros de entrada
- b. Q parámetros de salida
- c. D datos
- d. B módulos
- e. T temporizadores
- f. C contadores

Los parámetros de salida se dibujan en la representación gráfica a la derecha del símbolo de la función. Los restantes parámetros a la izquierda.

V. Tipos de parámetros del módulo

Pueden indicar los tipos de datos:

- a. BI para operandos con dirección de bit.
- b. BY para operandos con dirección de byte.

c. W para operandos con dirección de palabra.

d. K para constantes.

Al parametrizar es necesario que entren todos los datos de los parámetros del módulo ver fig 3.13.

Encabezamiento del sistema	
Nombre	
Parámetros del módulo	NOMB: EJEMPLO DES: ENT 1 E B1      Parámetros del módulo  DES: ENT 2 E B1      Operanda formal  DES: SAL 1 A B1
Programa de mando	: U = ENT 1  : U = ENT 1  : = SAL 1

Mapa de la memoria

Fig. 3.13 PROGRAMACION DE UN FB CON PARAMETROS.

## VI. Llamada.

Los módulos funcionales se almacenan en la memoria de programa bajo un número. Los números 240...255 están reservados para los FB's integrados. En el único módulo que no es posible



### 3.4.5 Módulos de datos (DB).

En este tipo de módulos se depositan los datos que deben ser procesados en el programa.

Se admiten los siguientes tipos de datos:

A. Configuración binaria es la representación de estados de instalaciones.

B. Números hexadecimales, binario o decimal en temporizaciones, resultados de cálculos.

C. Caracteres alfanuméricos en mensajes.

#### I. Programación:

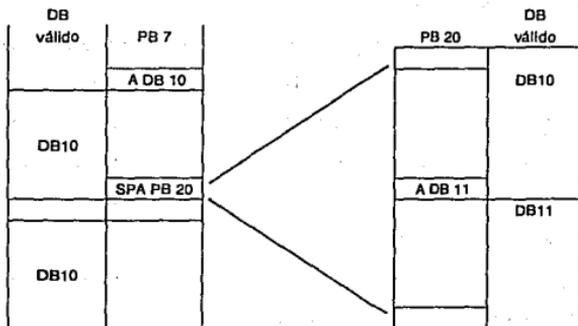
El primer paso para programar un DB es entrar al número de módulo, comprendido entre 2 y 255 ya que el DB0 está reservado para la lista de direcciones de módulo; y el DB1, para las marcas de acoplamiento. Los datos se almacenan palabra a palabra en este módulo. Si la información es inferior a 16 bits, los restantes se rellena con ceros. La entrada de los datos comienzan en la palabra de datos 0, y continúan ascendentemente. Se puede almacenar hasta 4096 palabras de datos.

#### II. Ejecución del programa con módulos de datos:

a. Un módulo de datos debe llamarse en el programa usando la instrucción A DB y' ( $y = N^\circ$ ).

b. Dentro de un módulo, un módulo de datos mantiene su validez hasta que se llame a otro módulo de datos.

c. Al retornar al módulo primario, es nuevamente válido el módulo de datos que tenia dicha propiedad antes de la llamada.



Al llamar el PB 20 se almacena en una memoria la zona de datos válida.  
Al retener vuelve a abrirse dicha zona

Fig. 3.15 MARGENES DE VALIDEZ DE MODULOS DE DATOS.

### 3.5 Procesamiento de módulos.

Los módulos ya programados pueden modificarse cuando se quiera. A continuación se describen brevemente las diferentes posibilidades de modificación.

#### 3.5.1 Modificaciones del programa.

Los programas pueden modificarse con independencia del tipo de módulo dentro de las siguientes funciones del programador:

- ENTRADA.
- SALIDA.
- ESTADO STATUS.

En estas funciones son posibles los siguientes cambios:

- Borrado, inserción y sobrescritura de instrucciones.
- Inserción o borrado de segmentos.

### 3.5.2 Modificación de módulos.

Las modificaciones de programas se refiere generalmente al contenido de un módulo, pero también puede borrarse o sobrescribirse módulos completos. Sin embargo, para ello no se borran los módulos en la memoria de programa, si no que únicamente se invalidan. Estos espacios en memoria no pueden ser escritos nuevamente. Este hecho puede provocar el que no se acepte nuevos módulos; el programador emite entonces el mensaje de error "No hay espacio en memoria".

Para remediar esto es necesario comprimir la memoria del autómata programable.

### 3.5.3 Compresión de la memoria de programa.

La compresión es necesaria cuando se esta trabajando directamente con la CPU, cuando se satura la memoria RAM por lo se utiliza la instrucción de compress, la cual elimina los espacios, comprimiendo el programa.

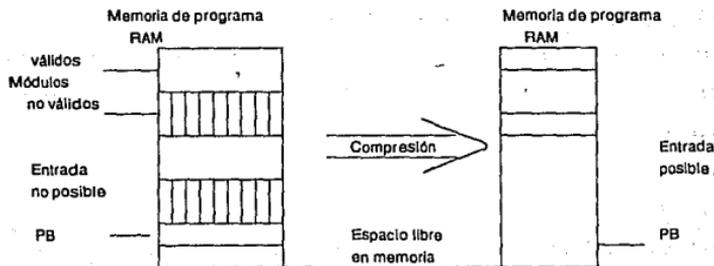


Fig. 3.16 COMPRESION DE LA MEMORIA DE PROGRAMA.

**CAPITULO IV**  
**ELABORACION DEL PROGRAMA.**

No

Existe

Página

## ELABORACION DEL PROGRAMA

### 4.1 Generalidades.

#### 4.1.1 Estructura del programa.

El programa de usuario está formado por la reunión de todas las instrucciones programadas por el mismo y las convenciones para el tratamiento de las señales, que tienen que ser controladas en la instalación del proceso. De acuerdo con las necesidades de los trabajos a realizar.

El programa de usuario se divide en capítulos individuales. Esta división es voluntaria y la puede definir el usuario. El STEP 5 facilita esta división del programa, por medio de las operaciones necesarias. Cada capítulo debe constituir una parte del programa cerrado que corresponde en un entorno tecnológico o funcional. A estas partes del programa se les conoce como módulos. Para las distintas tareas, el STEP 5 cuenta con diferentes tipos de módulos:

A. Módulo de organización (OB). Constituye la interfase entre el sistema operativo y el programa de usuario.

B. Módulo de programa (PB). En este módulo se contiene normalmente la mayor parte del programa de usuario. En éstos se pueden representar gráficamente las funciones de control.

C. Módulo de funciones (FB). Se utiliza para la programación de funciones solicitadas frecuentemente ya que son parametrizables, o bien, funciones complejas que se utilizan las operaciones del STEP 5.

D. Módulo de paso (SB). Estos contienen el programa para un encadenamiento de la ejecución y se solicitan desde un módulo

de funciones de control de ejecución.

E. Módulo de datos (DB). Estos contienen el área de la memoria de usuario, en la cual se almacenan los datos que son valores reales, valores límites, textos, estados binarios, etc.

De cada uno de los módulos anteriores se puede programar como máximo hasta 256 módulos, y cada uno puede tener una longitud máxima de 4096 instrucciones. El tamaño óptimo de un módulo es de, aproximadamente, 200 instrucciones esto es recomendable para que el programa de usuario sea más fluido en su operación.

#### **4.1.2 Organización del programa**

Mediante la organización del programa se determinan cuáles y en qué orden, de los módulos realizados por el usuario, se tiene que ejecutar. Para ello se programan las llamadas, bien absolutas o condicionadas, a los módulos deseados en el módulo de organización. Intencionalmente se realiza el orden de las llamadas de los módulos correspondientes, de forma que, tecnológica o funcionalmente, representen los componentes de la instalación.

En los programas contenidos en cada uno de los módulos se pueden encontrar instrucciones que realizan llamadas a otros módulos. Las llamadas a los módulos se pueden realizar en cualquier combinación, ya sea una tras otra o unas contenidas en otras.

La máxima profundidad de anidamiento será de 16 módulos para los CPU 941 y 942 y de 32 módulos, CPU 943 y 944. Comen-

zado con un módulo de organización OBI en el nivel 1 (ver fig. 3.7). Si se realizan más llamadas, el autómata programable pasa automáticamente al estado de STOP.

Por cada interrupción se realiza la llamada del programa del sistema al módulo de organización. En el módulo de organización se encuentra un programa de usuario que, en determinadas ocasiones, puede hacer llamadas anidadas a módulos. Significa que se suma las unidades de anidamiento de todos los programas de organización.

El orden de las llamadas de los programas no corresponde con el orden de su situación en la memoria de usuario. El orden en que los módulos se encuentran almacenados en la memoria de usuario es arbitraria y lo determina al aparato de programación.

Después de la conexión de la tensión de alimentación, el procesador registra, en la memoria de usuario los módulos y lleva las direcciones de comienzo a una área de datos del sistema. Esta área es idéntica al área de datos DBO. Por esta razón el usuario no puede programar ni llamar al módulo DBO.

Cuando el procesador realiza el registro en la memoria del usuario, encuentra una falla, pasa al estado de STOP, utilizando la función de borrado original, realizando a continuación la nueva carga de los programas.

#### **4.1.3 Elaboración del programa STEP 5.**

Un programa de usuario se puede ejecutar de diferentes formas y el que se elabora más frecuente es en forma cíclica. El programa de usuario comienza a elaborarse por el módulo de or-

ganización OB1 y se ejecuta progresivamente, por medio de las diferentes llamadas a módulo.

Antes de comenzar el programa STEP 5 se arranca un temporizador de supervisión para el tiempo de duración del ciclo.

Una vez realizado el programa STEP 5, los estados de salida, se transfieren a la tarjeta de salida y las marcas de acoplamiento de salida se escriben en los procesadores de comunicación. Después de esto comenzará de nuevo el ciclo del programa.

En la elaboración cíclica del programa STEP 5 se podrán incorporar, en los puntos de interrupción, controles de alarma o controladas por tiempo. De esta forma se interrumpe la elaboración cíclica, ó sitios, que no son previsible. Hay que tener atención, cuando el programa de interrupción se tienen que elaborar operandos procedentes del programa cíclico. Al final de la elaboración de la interrupción, los estados de las señales se tomarán del módulo de datos, cargando de nuevo las marcas. Por este método se evita falsear las marcas utilizadas como memoria intermedia en el programa cíclico.

Antes de que el autómata programable comience con la elaboración del programa normal, se ejecuta un programa de arranque. Se puede producir de dos modos diferentes:

- a. Conexión manual, ó
- b. Conexión automática al regreso de la tensión.

Quando el procesador encuentra un error, se interrumpe el programa en ejecución. El autómata programable pasa al estado de stop o se ejecuta un determinado módulo de organización. En

éste, el usuario puede establecer la reacción a un error reconocido.

#### **4.1.4 Definiciones para la elaboración del programa.**

Las interfases entre el sistema operativo y el programa de usuario están definidas en el firmware. Los módulos de organización son llamados por el software del sistema, cuando se presentan determinados sucesos. Por medio de la programación de estos módulos de organización, el usuario tiene la posibilidad de reaccionar, por su parte a tales sucesos.

Los módulos de organización pueden ser llamados desde el software del sistema, que puede programar el usuario.

#### **4.2 Elaboración cíclica del programa.**

##### **4.2.1 Llamadas para la elaboración cíclica del programa.**

Para la elaboración cíclica del programa de usuario, el programa del sistema llama al módulo de organización OB1. La primera instrucción de STEP 5 en el módulo de organización OB1 es simultáneamente la primera instrucción del programa de usuario, teniendo así un comienzo de programa.

En el módulo de organización OB1 se realiza la llamada a los programas y módulos de función de elaboración cíclica, de tal forma que tengan una división global de los programas de usuario. Se puede hacer una división de los programas, desde el punto de vista tecnológico, así como funcional.

##### **4.2.2 División tecnológica.**

Esta división es muy parecida a la estructura de la instalación. Bajo esta instalación global se realiza la asignación de las consultas de contactos de final de carrera y aparatos

de servicio y de los controles de los actuadores y elementos de señalización. El intercambio de señales entre cada parte individual de la instalación se realiza por medio de marcas o palabras de datos.

#### **4.2.3 División funcional.**

Está organizada de acuerdo a las funciones de control a ejecutar. Para la división no se tiene en cuenta la instalación. La división de la instalación se pone de manifiesto en los programas y módulos de función almacenados, cuando se dividen nuevamente las funciones de control contenidas en la división funcional.

#### **4.3 Elaboración controlada por alarma.**

##### **4.3.1 Arranque de la elaboración controlada por alarma.**

Se controlan por alarma cuando una señal proveniente del proceso arranca en el autómata programable un procedimiento, se interrumpe la elaboración cíclica del programa y se elabora un programa específico. El procesador continúa la elaboración cíclica en el punto de la interrupción.

Los módulos de organización disponibles para controlar con alarmas son OB2 al OB5.

Para controlar las líneas de interrupción se necesitan determinadas tarjetas, se pueden producir las interrupciones de periferia que elaboran previamente la señal.

El cambio del estado de la señal en una de estas líneas de interrupción, ocasiona la elaboración del módulo de organización correspondiente.

Una elaboración controlada por alarma se ejecuta; por tanto

solamente, cuando se ha programado también en el módulo de organización.

#### **4.3.2 Puntos de interrupción y prioridades.**

Los programas cíclicos y controlados por tiempo se pueden interrumpir después de cada interrupción STEP 5. Se puede así reaccionar rápidamente ante cualquier alarma del proceso.

Una elaboración controlada por alarma no puede interrumpirse ni por una nueva alarma del proceso ni por una elaboración controlada por tiempo. Si se presenta una nueva interrupción durante la elaboración de una alarma del programa de alarmas, se realiza en este caso la llamada al correspondiente y se realiza su elaboración.

Respecto a las prioridades, estas se elaboran de acuerdo con su número de orden en el módulo de organización. El módulo de organización OB2 tiene la prioridad mayor, el módulo de organización OB5, la menor.

Si durante la elaboración de un programa controlado por alarma se presenta, al menos otra alarma del proceso, tras la finalización de esta elaboración, se consulta su prioridad y se elabora en consecuencia.

#### **4.3.3 Bloqueo de la elaboración controlada por alarma.**

Un programa controlado por alarmas se incluye en un punto de interrupción de la programación cíclica. Esta interrupción puede ocasionar problemas cuando en la parte cíclica del programa tiene que elaborarse en un tiempo determinado o bien cuando una serie de instrucciones no puede interrumpir.

Cuando una parte del programa no debe ser interrumpido por

la elaboración controlada por alarma, se puede optar por la siguiente programación:

a. El programa se encuentra en el propio programa controlado por alarmas. En este caso no puede interrumpirse por una alarma posterior.

b. Se programa la interrupción en el Bloqueo de alarma AS y posteriormente se levanta la acción de bloqueo con la operación liberación de alarma AF. Entre las operaciones AS y AF no se ejecuta ninguna elaboración controlada por alarmas.

#### **4.4 Elaboración controlado por tiempo.**

##### **4.4.1 Arranque de la elaboración controlada por tiempo.**

Se origina una elaboración controlada por tiempo cuando una señal de tiempo de un reloj origina la interrupción de la elaboración cíclica del programa. Después de la elaboración del programa, el procesador continúa la elaboración cíclica del programa en el punto de interrupción.

Se puede realizar la elaboración controlada por tiempo solamente cuando esta programado el módulo de organización correspondiente.

La determinación de los periodos de reloj se realiza en el programa de arranque. En éste se puede realizar la llamada de un módulo de función en los módulos de organización OB21 Y OB22 realizando la transferencia de valores a los datos del sistema. La operación transferencia a una palabra de datos del sistema TBS es una función del sistema que sólo puede encontrarse en un módulo de funciones y sólo puede programarse en el autómata programable.

#### 4.4.2 Puntos de interrupción.

La interrupción de la elaboración cíclica del programa se puede realizar tras cada instrucción STEP 5.

El programa controlado por tiempo no se puede interrumpir por una nueva alarma de reloj. Si el tiempo de ejecución de uno de estos programas es mayor que la retícula (100 ms) de tiempo definido, el sistema operativo reconoce un estado no permitido y conduce al autómata programable al estado de stop.

Los módulos funcionales estándar integrados no se pueden interrumpir por elaboraciones controladas por tiempo.

Excepto en la tarjeta central CPU 944, la transferencia de bloques TNB se puede interrumpir tras cada transferencia de palabra, cuando se prevee un parámetro determinado. El tratamiento indexado de la transferencia de bloques con las funciones de elaboración BDW y BMW es interrumpible.

#### 4.4.3 Bloque de la elaboración controlada por tiempo.

Un programa controlado por tiempo se incluye en el punto de interrupción de un programa cíclico. Esta interrupción puede ocasionar problemas, la parte del programa cíclico se debe ejecutar en un tiempo determinado o cuando se deben interrumpir una serie de instrucciones.

Cuando una parte del programa, en una elaboración controlada por tiempo, no debe interrumpirse, esto se puede evitar realizando la llamada al correspondiente módulo de organización por medio de la operación bloqueo de alarma AS. La operación liberación de alarma AF anula de nuevo el efecto de bloqueo. Entre las operaciones AS y AF no se puede ejecutar

ninguna elaboración controlada por tiempo.

#### 4.4.4 Elaboración controlada por alarmas y tiempo simultáneamente.

Si durante la elaboración controlada por tiempo se presenta una alarma del proceso, la elaboración en curso se interrumpe en el siguiente punto de interrupción. A continuación se elabora la alarma del proceso. Y posteriormente se ejecutará la elaboración controlada por tiempo hasta su final.

Si durante la ejec. de un control de alarma se presenta una alarma de reloj, primero la elaboración de control de alarmas, antes de que se inicie la elaboración controlada por tiempo.

Cuando se presenta simultáneamente alarmas del proceso y del reloj; en el siguiente punto de interrupción se realizará la llamada, en primer lugar, del módulo de organización para la elaboración controlada por alarma, una vez concluida la alarma del proceso y la elaboración de las alarmas de proceso que se hayan producido durante esta elaboración ver fig. 4.1.

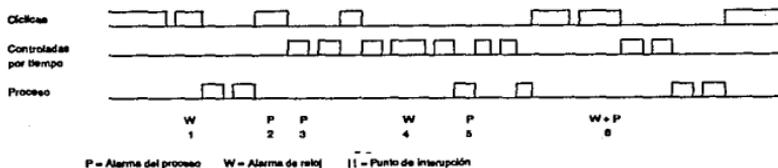


Fig. 4.1 ELABORACION DE PROGRAMAS CONTROLADOS POR INTERRUPTIONES.

Descripción de las indicaciones de la fig. 4.1

(1) Durante la elaboración cíclica se presenta una alarma de reloj. Se realiza en el punto de interrupción siguiente la llamada al programa controlado por tiempo.

(2) Durante la elaboración cíclica se presenta una alarma del proceso. Se realiza en el punto de interrupción siguiente la llamada al programa controlado por tiempo.

(3) Durante la elaboración controlada por alarma se presenta una nueva alarma del proceso. El programa controlado por alarma, en ejecución, se elabora hasta su final. Enseguida se realiza la llamada al programa cíclico. En el siguiente punto de interrupción se inicia, de nuevo, la elaboración controlada por alarma.

(4) Durante la elaboración controlada por alarma se presenta una alarma de reloj. El programa en ejecución, controlado por alarmas, se elabora hasta el final. Enseguida se realiza la llamada al programa controlado por tiempo.

(5) Durante la elaboración controlada por tiempo se presenta una alarma del proceso. En el siguiente punto de interrupción se realiza la llamada al programa controlado por alarmas, una vez ejecutado el programa, se realiza el resto del tratamiento del programa.

(6) Durante la elaboración cíclica se presenta, simultáneamente una alarma de reloj y una alarma del proceso. En el siguiente punto de interrupción se elabora, en primer lugar, el programa controlado por alarma. Después que ha sido elaborado se realiza la llamada al programa controlado por tiempo.

#### **4.5 Procedimiento de arranque.**

##### **4.5.1 Generalidades.**

Antes de que la tarjeta central comience con la elaboración normal del programa STEP 5, se realiza la elaboración de un

programa de arranque. Este programa de arranque ejecuta determinados ajustes previo al procesador y puede programarse de acuerdo al programa de usuario en el módulo de organización de arranque.

Con el autómeta programable se puede realizar los siguientes tipos de arranque ver fig. 4.2.

Accionamiento	Procedimiento de arranque	OB solicitado
Interruptor de stop en posición RUN	Arranque inicial manual	OB21
Conexión de la tensión de alimentación	Arranque inicial automático	OB22

Fig. 4.2 PROCEDIMIENTOS DE ARRANQUE.

El usuario programa en el módulo de organización de arranque, un ajuste previo al programa STEP 5.

Para la ejecución del programa de arranque no hay limitante de tiempo. Durante la ejecución del programa de arranque no se realizan controles de tiempo o de alarmas. Si en el programa de arranque se ejecuta la operación "liberación de alarma AF" el procesador central permitirá la elaboración controlada por interrupciones.

En la tarjeta inicial siempre se realiza el arranque inicial, es decir, la elaboración cíclica del programa STEP 5 iniciándose en el módulo de organización OB1 donde hay dos formas de arranque:

- a. Arranque inicial manual.
- b. Arranque inicial automático.

#### 4.5.2 Arranque inicial manual.

El arranque inicial manual se origina por la acción manual en el interruptor de servicio de la tarjeta que central pasa de la posición ST (STOP) a la posición RN (RUN). Este método de arranque se puede originar también por medio de la función del autómata programable AG-START.

En un arranque manual, el procesador realiza las siguientes actividades:

- a. Inicialización del procesador con la comprobación de la memoria de usuario.

- b. Estructuración de la lista de direcciones del módulo de datos DBO.

- c. Borrado de las líneas de operandos no remanentes que son imágenes de los procesos de entrada y salida, marcas de temporizadores y contadores.

- d. Si el interruptor de selección en la tarjeta central se encuentra en la posición NR (no remanente) realiza también el borrado de las áreas de operandos remanentes marcas, temporizadores y contadores.

- e. Puesta a cero de las salidas de la tarjeta periferia (bytes 0 a 127).

- f. Lectura y anotación en los datos del sistema de las palabras disponibles en las entradas y salidas.

No se afectan las marcas de acoplamiento para salida declarada en el módulo de datos DB1.

Tras estas tareas de preparación, se transfiere la imagen del proceso de la entrada y se realiza la llamada al módulo de organización OB21. A continuación se realiza la elaboración cíclica del programa.

Si el módulo de organización OB21 no se ha programado, la elaboración cíclica del programa comienza en el módulo de organización OB1.

#### 4.5.3 Arranque inicial automático.

El arranque inicial automático se origina cuando se conecta la tensión de alimentación al autómata programable. Para que se pueda realizar es necesario que el procesador se encuentre en servicio cuando se desconecte la tensión y que no se ponga el interruptor de servicio en ST (STOP). Esto también se puede originar por la función del autómata programable AG-START.

En el arranque inicial automático, el procesador de la tarjeta central realizan las mismas actividades que en el arranque inicial manual. Adicionalmente se sobrescriben los bytes de la periferia 128 a 255 con ceros. Se realiza la comprobación de los estados de la batería, del tipo de módulos de memoria y del estado anterior de la caída de tensión y en dependencia de ello se pasa a los estados de servicio RUN o al estado de STOP.

Después de la preparación se transfieren las entradas de la imagen del proceso y se realiza la llamada al módulo de organización OB22. A continuación se realiza la elaboración cíclica del programa directamente al módulo de organización OB1.

Cuando el procesador no debe arrancar automáticamente al regreso de la tensión, se debe programar el módulo de organización OB22 la instrucción STP (STOP) ver fig. 4.3.

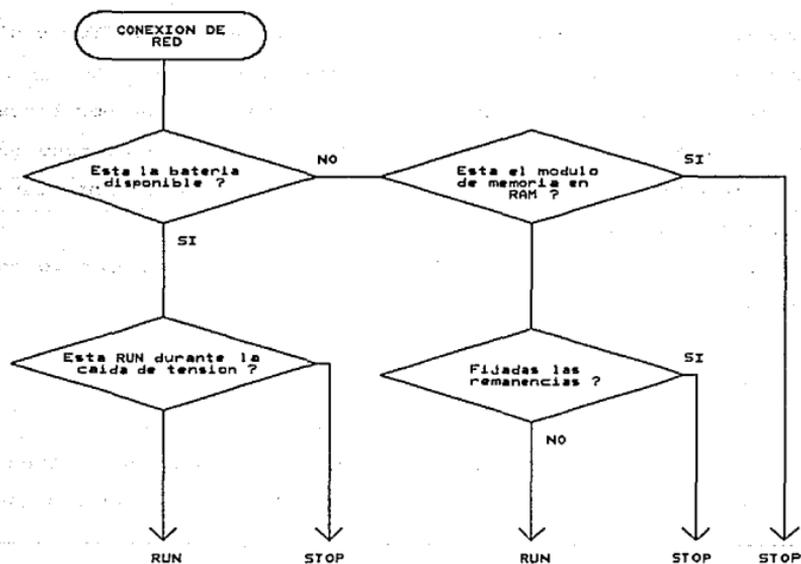


Fig. 4.3 DIAGRAMA DE ARRANQUE INICIAL AUTOMATICO

#### 4.6 Tratamiento de las faltas de los aparatos.

##### 4.6.1 Generalidades.

El sistema operativo puede determinar cuando se producen fallas en el procesador, los errores en la elaboración de las

funciones de servicio y el efecto de programación defectuosa del usuario. Según el tipo de falta, la tarjeta central pasa al estado de stop o realiza la llamada a un determinado módulo de organización, en el cual el usuario realizó la programación de la reacción deseada a la falta determinada. Aquí el usuario decide si la tarjeta central debe pasar al estado de STOP o si se debe continuar la elaboración de STEP 5.

Cuando la tarjeta central pasa al estado de STOP por causa de avería, esta causa se puede determinar con un aparato de programación, realizando la salida de la pila de interrupciones. Como causa de interrupción se tiene:

a) STOPS Colocación del interruptor del modo operativo en posición STOP.

b) SUF Error de sustitución.

c) TRAF Error de transferencia.

d) NNN Una interrupción no interpretable.

e) STS Stop de software, ocasionado bien por una instrucción de stop o por la función del aparato de programación AG-STOP.

f) STUEB Desborde de la pila de módulos.

g) NAU Fallo de la tensión de alimentación.

h) QVZ Retraso en el acuse.

i) ZYK Tiempo de ciclo sobrepasado.

j) POU Fallo de la tensión de alimentación en el aparato de ampliación o interrupción del enlace con éste.

k) BAU Fallo de la batería del módulo RAM.

l) ASFA Fallo en el módulo de memoria.

Durante el estado de STOP se realiza la puesta a cero de todas las salidas digitales. Para abandonar el estado de STOP se puede actuar sobre el interruptor del tipo de servicio en la tarjeta central, o bien ejecutando en el aparato la función AG-START.

#### **4.6.2 Retraso en el acuse.**

Se produce un atraso en el acuse, cuando después de realizar el direccionamiento a una tarjeta de entrada o salida, no se produce el aviso de vuelta (Ready) en aproximadamente 160  $\mu$ s. La causa inicial del atraso de acuse puede ser un error en la tarjeta, o bien, que ésta se haya extraído durante el servicio. El retraso en el acuse se produce también por la desconexión de la fuente de alimentación de un aparato de ampliación.

Se realiza la llamada al módulo OB23 cuando se produce un retraso en el acuse durante el acceso directo a una tarjeta de la periferia. Las instrucciones STEP 5 que pueden ocasionar retraso en el acuse son: LPB/PY, LPW, TPB/PY, TPW, LIR, TIR, y TNB.

El módulo de organización OB24 se llama cuando se produce un retraso en el acuse durante la actualización de las marcas de acoplamiento de los operandos actuales de la imagen del proceso. Ambos procesos se ejecutan por el proceso operativo, ya sea al comienzo o al final de la elaboración cíclica del programa.

Si el retraso no está programado en los módulos de organización OB23 o en el OB24, la tarjeta central pasa al estado de

STOP. Si se reconoce el retraso en el acuse debe continuar la elaboración del programa, basta con que los módulos de organización OB23 u OB24 se programen simplemente con la instrucción de final :BE.

La instrucción que ocasiona el retraso en el acuse no se ejecuta, en lugar de ella se realiza la llamada al módulo de organización OB23 u OB24. En los datos del sistema BS103 se encuentra, en este caso, la dirección absoluta determinada por el retraso en el acuse.

Si se quiere conseguir que continúe la elaboración del programa, cuando el retraso de acuse se realice solamente para una dirección determinada y esta no se encuentre aun conectada se puede cambiar el direccionamiento en el programa y así continua la elaboración del mismo.

#### 4.6.3 Errores de sustitución.

En el módulo de funciones se puede escribir un programa con instrucciones de sustitución. Las instrucciones de sustitución contienen solamente la función a ejecutar y un operando formal. En la elaboración de las instrucciones de sustitución, el procesador coloca, en lugar de las referencias, los operandos indicados en la lista de parámetros.

Se realiza una llamada al módulo de organización OB27 cuando el procesador central reconoce una sustitución no permitida. La instrucción STEP 5 que provoca el error de sustitución no se ejecuta. Si el módulo de organización OB27 no está disponible, la tarjeta central pasa al estado de STOP. Aun así sea reconocido el error sustitución, debe continuar la elabo-

ración del programa, bastará con que el módulo de organización OB27 esté programado con la instrucción final :BE.

#### 4.6.4 Errores de transferencia.

El área de operandos se encuentre comprendida en un módulo de datos dentro del programa STEP 5, en la memoria de usuario. Cuando un módulo de datos se crea demasiado corto, puede ocurrir que en una operación de transferencia realizada a una palabra de datos, que ya no se encuentre en el módulo de datos, sobrescriba una instrucción del módulo siguiente de la memoria. También puede darse el caso de leerse datos no existentes. El procesador central evita estos casos, interrumpiendo la elaboración del programa con el mensaje Error de transferencia.

Se realiza la llamada al módulo de organización OB32 cuando se producen las siguientes sucesos:

a. Se realiza un tratamiento con datos, si bien no se ha realizado la llamada al módulo de datos.

b. Se realiza una elaboración con datos, cuyos parámetros son mayores que la longitud del módulo de datos.

c. En la creación de un módulo de datos la capacidad de memoria disponible es demasiado pequeño para contener el módulo de datos.

Las instrucciones que originan un error de transferencia son: LDR, LDL, LDW, TDR, TDL, TDW, PD, PND, SUD, RUN, y EDB. Cuando se produce un error de transferencia, la instrucción que la origina no se ejecuta, realizándose, en su lugar, la llamada al módulo de organización OB32.

Cuando se produce un error de transferencia y no está programado el módulo de organización OB32, La tarjeta central pasa al estado de STOP. Y si aún al reconocimiento de un error de transferencia, debe continuar la elaboración del programa, bastará con programar el módulo de organización OB32 con la instrucción de final de módulo BE.

#### **4.6.5 Fallo de la batería.**

El sistema operativo comprueba, antes de cada elaboración cíclica del programa, el estado de la batería incluida en la fuente de alimentación Si el estado de la batería no es satisfactoria, se realiza una llamada al módulo de organización, OB24. Esta llamada se realiza hasta que no se haya cambiado la batería y se use el acuse de la falta.

El usuario puede realizar la programación de la reacción del autómatas programable en el caso de fallo de la batería, en el módulo de organización OB34. Si el módulo de organización OB34 no está programado no se produce ninguna reacción.

#### **4.7 Retención y carga de las marcas.**

En la elaboración de programas controlados por alarmas o por tiempo, se produce la interrupción de la elaboración cíclica del programa, tras cada instrucción STEP 5. Con esta forma se puede reaccionar muy rápidamente a las alarmas del proceso o a las alarmas de reloj.

Estas interrupciones pueden ser en cualquier punto y en cualquier tiempo imprevisible, pueden ocasionar problemas cuando el programa de usuario no está previsto para tales interrupciones.

Un problema que se presenta siempre en este caso, es la utilización de las marcas de trabajo tanto en el programa cíclico como el programa del control de la interrupción. En las marcas de trabajo se almacenan, durante breve tiempo, resultados intermedios binarios o digitales. Después de que los resultados intermedios han sido consultados, éstas se pueden utilizar nuevamente para otro uso. Para estas marcas de trabajo se disponen de los bytes de marca MB200 al MB255.

Si el programa se interrumpe entre las actividades o a la puesta a cero de la consulta de la marcas de trabajo y estas mismas marcas se utilizan también en el programa de control de la interrupción, se pueden producir falseamientos de los estados de la señal de las marcas; se pueden producir errores.

Si el programa se interrumpe en el sitio señalado, el byte de marca y la palabra de marca, presentarán un estado o un valor falso, al retornar al programa cíclico.

Este problema se evita si los estados de la señal de las marcas de trabajo se elaboran al comienzo del tratamiento de la interrupción, llevándose a un módulo de datos; la marca se retiene y al final de la elaboración del control de la interrupción se toman, de nuevo, del módulo de datos y las marcas se cargan.

Si tiene que estar garantizada la posibilidad de interrupción, hay que realizar la retención y carga en el programa de control de interrupciones de los operandos que influyan en ambos modos de elaboración de programas. Este es el caso, ante todo, que se presenta cuando los módulos de función trabajan

con resultados intermedios en ambos modos de elaboración del programa.

**CAPITULO V**

**CASO PRACTICO.**

No

Existe

Página

## CASO PRACTICO.

### 5.1 Planteamiento del caso práctico.

La Empresa en cuestión, se dedica a la elaboración de productos con materiales termoplásticos por medio de inyección, con un mercado que ha crecido considerablemente en los últimos años, por lo que la competencia es muy grande. Para lograr su permanencia competitiva en el mercado se requiere una mejora en la calidad del producto, y esto, únicamente se puede lograr con ayuda de las nuevas tecnologías existentes en el mercado. Estas tecnologías llegan a ser muy costosas e inadecuadas para los sistemas de producción de nuestro país.

Por esta razón se le planteo a esta Compañía la reconstrucción de la máquina inyectora en la parte electrónica, por medio de la sustitución de su control lógico, por un equipo que realizaría las mismas funciones de control y que se pudieran adicionar otros sin la necesidad de volver a realambrar el control; esto la haría más eficiente, y así el producto fabricado tendría una mayor calidad, logrando en consecuencia, que la productividad de la máquina sea mayor.

Con la aplicación de los controladores lógicos programables en ésta máquina de inyección queda demostrada, la conveniencia de la utilización de la tecnología actual para los equipos obsoletos.

Este equipo de control para la reconstrucción de maquinaria, no representa una inversión adicional debido a:

a. El costo de mantenimiento de la máquina original puede ser normalmente mayor al costo del control lógico programable

b. Mejora el funcionamiento de la máquina, lo cual se ve reflejado en la reducción de los mantenimientos preventivos y correctivos en casi un 90%.

c. Una mayor productividad en la producción.

## **5.2 Productividad.**

A. Definición de productividad. Es la facultad de producir un bien o servicio entre los medios empleados para hacerlo, es decir, que es la relación entre producción y los insumo.

Para aumentar la productividad se requiere de una utilización eficiente de los insumos para producir un bien o servicio, y no necesariamente se aumenta con una mayor producción.

b. Definición de eficiencia. Es la relación entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

Los índices de productividad. Se utilizan para medir la productividad y así tener un mayor control sobre el proceso y ver cuáles son los puntos que tienen un bajo rendimiento y poder enfocarse a éstos para lograr una mayor productividad. Para tal efecto es que se utilizan los índices de productividad parciales, que son la razón de la producción y un solo tipo de insumo. Para el caso práctico se presentan los siguientes índices:

a. Índice de Productividad Mano de Obra. Este índice se emplea para obtener la reducción en costo de mano de obra al realizar la operación del exceso de material al producto conocido como rebaba.

b. Índice de Productividad Mantenimiento. Este índice

determina la disminución en el tiempo de mantenimiento correctivo que se le da a la máquina.

c. Índice de Productividad Materiales. Este índice determina la disminución en la cantidad de material de merma que se emplea en la fabricación de los productos.

d. Índice de Productividad Tiempo de Ciclo. Este índice tiene como finalidad, determinar la variación que podrá tener la máquina en el tiempo de ciclo; en dos aspectos:

I.- Si el tiempo de ciclo es menor ocasiona que las piezas salgan incompletas.

II.- Si el tiempo de ciclo es mayor ocasiona que las piezas salgan con rebaba y quemadas.

Como conclusión, se pueden tomar en cuenta otros índices de productividad pero para nuestro caso práctico estos son los índices crítico, que debemos incrementar y así poder justificar la utilización del nuevo control lógico programable.

#### D. Relación Productividad Calidad.

a. Definición de calidad. Es el grado en el que, al un producto o servicio se ajusta a un conjunto de estándares predeterminados, relacionados con las características que determinan su valor en el mercado y su rendimiento en función del cual ha sido diseñado.

Cuando se habla de aumentar la productividad, no se debe perder de vista la calidad del producto ya que no tendría ningún caso aumentar la productividad si la calidad disminuye, es por esto que la productividad y la calidad deben ir

ligadas.

Los índices parciales influyen en la relación de calidad-productividad, ya que al tener el comportamiento sobre cada uno de los insumos se puede tener un mayor control de ellos y así poder medir la calidad de los mismos, y el incremento en la productividad. Para lograr que realmente los índices influyan, es importante saber hasta que porcentaje de aumento en la productividad, se logra también aumentar la calidad y así tener un límite de cada uno de los índices que se están tomando en cuenta para el estudio.

Otro elemento importante para aumentar la productividad son los factores tecnológicos, los cuáles logran que los índices de productividad se vean beneficiados al tener una mayor precisión en el proceso y mantenerlos sin variaciones.

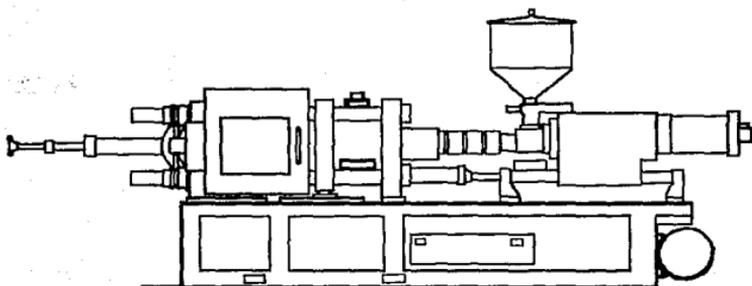
Por lo anterior en el caso práctico se instaló un controlador lógico programable quien va a realizar las mismas funciones que el control anterior y con la ventaja de poder ser modificado. El costo de este equipo es menor, por lo que también hay un aumento de la productividad.

Para considerar que hay un aumento en la productividad, se debe producir lo mismo, con la misma cantidad de insumos, y aumentar la calidad de los productos.

### **5.3 Funcionamiento de la máquina Negri Bossi.**

A continuación se describe el funcionamiento detallado que deben cumplir tanto el control convencional como el control lógico programable.

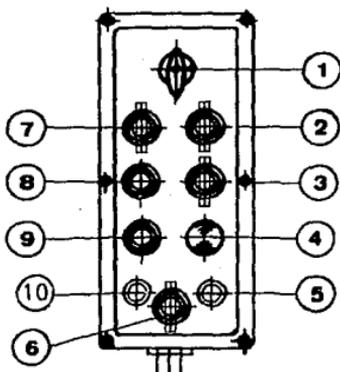
Se muestra la figura de la máquina Negri Bossi, ver fig. 5.



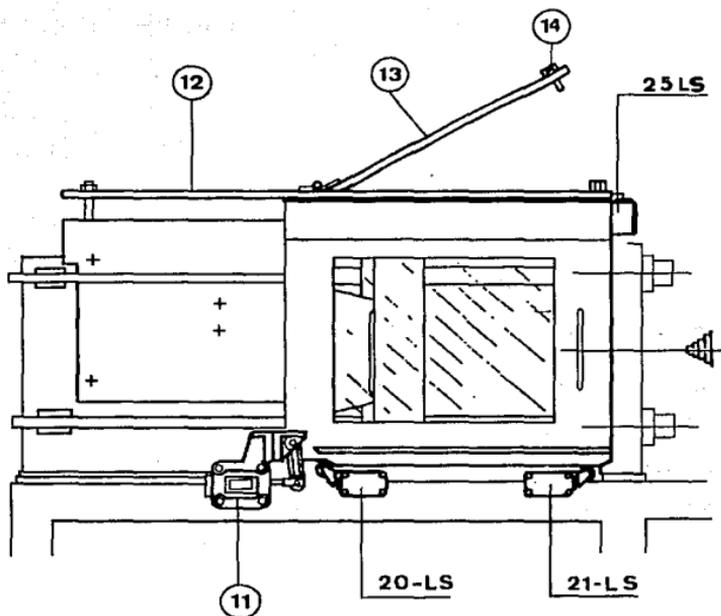
**Fig. 5 VISTA FRONTAL NEGRI BOSSI.**

### **5.3.1 Mantenimiento de los dispositivos de seguridad.**

Para garantizar el perfecto funcionamiento, se debe revisar cada 100 horas de trabajo el funcionamiento de los dispositivos de seguridad, ver fig. 5.1 y 5.2.



**Fig. 5.1 PANEL DE LA PRENSA.**



**Fig. 5.2 PROTECCION DEL OPERADOR VISTA FRONTAL.**

Para hacer este control, se procede de la siguiente forma:

**A. Ciclo manual.**

Con protección abierta girando el selector (1) a la posición de cierre del molde, el plato móvil quedara parado.

**B. Ciclo semiautomático.**

Con protección abierta, apretando el pulsador que manda la reanudación del ciclo (8), el plato móvil deberá quedar parado.

**C. Ciclo Automático.**

Con protección abierta debe quedar parada la máquina.

Regla válida para los tres ciclos.

Abierta la protección durante la fase de cierre del molde (15), el plato móvil debe pararse.

Controlar que las guías de protección deslizantes no tengan juego, así como el trabajo de los fines de carrera eléctricos (LS) y el dispositivo de seguridad hidráulico funcionen correctamente.

### 5.3.2 Regulación de la carrera del plato móvil.

La carrera del plato móvil, es regulable de 175 hasta 350 mm. según necesidades, ver fig. 5.3.

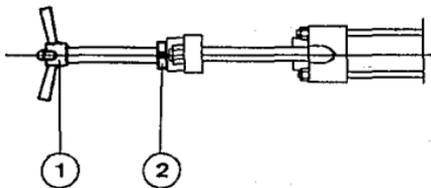
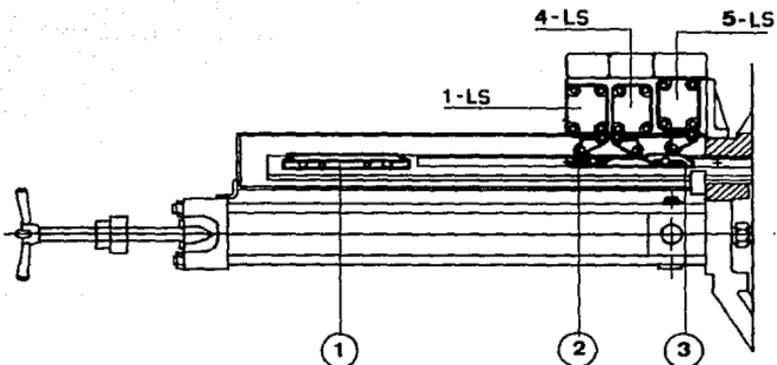


Fig. 5.3 REGULACION DE CARRERA.

Mover las camas 2 y 3 (fig. 5.4) en sus posiciones de trabajo, es decir:

A. La cama 2 de modo que accione el final de carrera 1-LS aproximadamente 5 mm. La cama 2 manda también el final de carrera 4-LS para la introducción de la baja presión de cierre del molde.

B. La cama 3 de modo que accione el final de carrera 5-LS. Esta cama manda el preadelantamiento del plato móvil, para la regulación de la misma de protección del molde.



**Fig. 5.4. PROTECCION DEL MOLDE VISTA FRONTAL.**

### **5.3.3 Protección del molde.**

La prensa está equipada con un dispositivo de seguridad automático para la protección del molde. Este dispositivo, excluye la alta presión antes de que las dos mitades del molde se pongan en contacto. Además para automáticamente, el ciclo de trabajo en el caso, de que, parte de la pieza moldeada se quede en el molde.

En el ciclo automático, el paro de la máquina viene indicado por una señal luminosa y al mismo tiempo por una chicharra puesta sobre al armario de control. Este dispositivo esta bien calibrado, y es posible captar un objeto con un espesor de 0.1 mm. lo cual hace que el ciclo se interrumpa.

A continuación se describe el funcionamiento del dispositivo.

Durante el movimiento de cierre, la cama 1 oprime el final

de carrera 4-LS; éste a su vez introduce la baja presión, ver fig. 5.4.

Si nada se interpone entre las dos mitades del molde, éstas se pueden unir permaneciendo en la cama 4 y se acciona el final de carrera 2-LS para la continuación del ciclo, ver fig. 5.5.

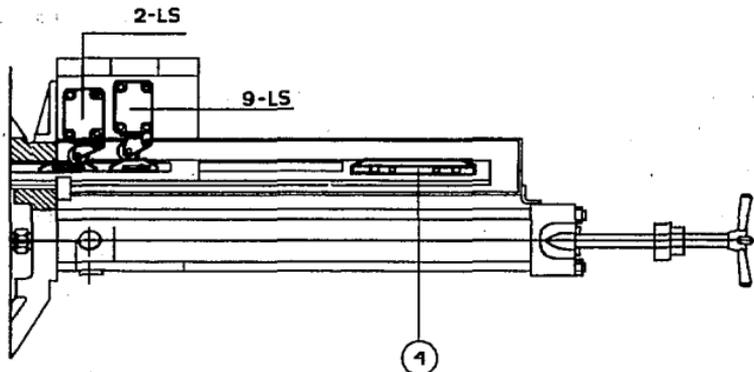


Fig. 5.5 PROTECCION DEL MOLDE VISTA TRASERA.

Si por el contrario, entre las dos mitades del molde se queda prensado un fragmento de material, el final de carrera no se acciona, y la baja presión funciona evitando un daño al molde.

Para poner en marcha la máquina, se procede de la siguiente manera: ver fig. 5.1.

- A. Se gira el selec. (1) sobre la posición "ciclo manual".
- B. Efectuar la apertura del molde actuando el selector (7).
- C. Quitar el material prensado en el molde y limpiar el

interior del molde.

D. Girar el selector (1) en la posición inicial y poner en marcha la prensa, cerrando la protección deslizante.

El final de carrera 1-LS es accionado por la cama 2, para el ciclo "semi-automático"; manda también el inicio del ciclo cuando, la máquina funciona en ciclo automático, ver fig. 5.4.

El final de carrera 9-LS accionado por la cama 5, manda la traslación del conjunto de inyección. Debe ser accionado una vez que el bloqueo del molde se ha cumplido, ver fig. 5.5.

El final de carrera 2-LS, debe ser regulado de modo que el contacto ocurra cuando las dos mitades del molde estén juntas. Un contacto anticipado del final de carrera 2-LS, hará que el dispositivo de seguridad sea eficaz, sólo cuando los fragmentos prensados en el molde sean de un espesor mayor.

El final de carrera 4-LS acciona la baja presión de cierre del molde, cuando es accionado por la cama 1; además, permite un inicio suave de la carrera de cierre, ver fig. 5.4.

#### **5.3.4. Protección del operador.**

El panel de protección deslizante situado al frente de la máquina, está dotado con doble seguridad eléctrica e hidráulica, que funcionan al mismo tiempo cuando se abre el panel de protección, causando el paro de la máquina, ver fig. 5.2.

La doble seguridad eléctrica, funciona mediante los finales de carrera 20-LS y 21-LS. La seguridad hidráulica, funciona mediante el distribuidor de seguridad (11). Debe tenerse presente que, cuando la protección (12) esta abierta la máquina

no realiza el cierre de prensa.

Para facilitar el montaje del molde, el panel de protección superior (12) tiene una puerta (13), que puede ser abierta aflojando dos tornillos (14), sin causar la interrupción del ciclo.

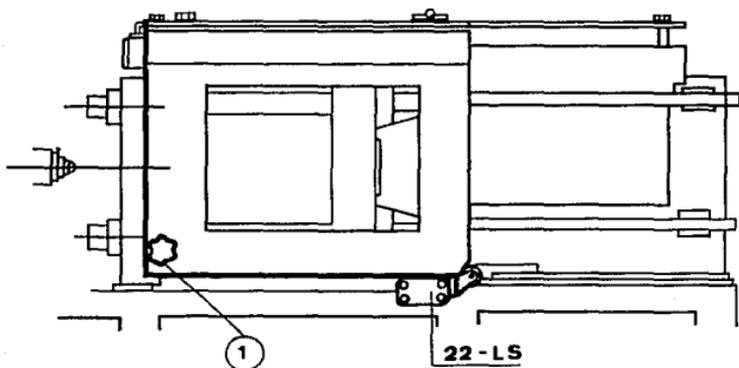
Cuando es necesario quitar completamente la protección superior (12), hay que tener presente que esta protección esta equipada con seguridad eléctrica mediante el 25-LS; por lo tanto, la máquina, sin esta protección, queda parada, ver fig. 5.2.

El panel trasero deslizante, está provisto con seguridad eléctrica que, mediante el final de carrera 22-LS, interrumpe el ciclo de trabajo al abrir el panel. Para abrir este panel de protección, hace falta aflojar el tornillo (16), ver fig. 5.6.

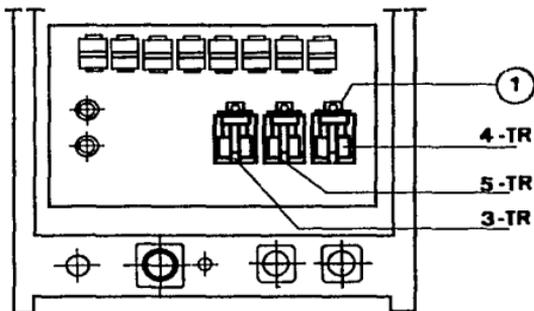
#### **5.3.5 Retardador de partida de cierre del molde.**

La prensa está provista de un retardador de partida del cierre del molde. Este retardador, permite que durante el funcionamiento en ciclo automático haya una breve pausa en la posición de apertura del molde con la finalidad de permitir que la pieza moldeada caiga libremente.

La regulación del retardador funciona de la siguiente manera; para variar el tiempo de pausa del plato móvil durante el ciclo automático, girar el tornillo (1) (fig. 5.7) del retardador 4-TR, el retardador 3-TR manda el dispositivo de alarma, el retardador 5-TR manda el solenoide de la válvula de baja presión de inyección.



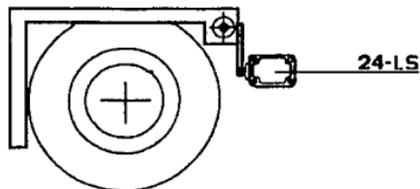
**Fig. 5.6 PROTECCION DEL OPERADOR VISTA TRASERA.**



**Fig. 5.7 TABLERO PARTE INTERNA.**

### 5.3.6 Protección de la boquilla.

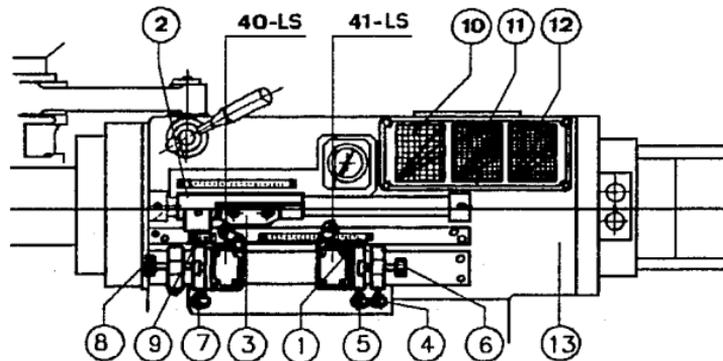
Con el fin de no dañar la punta de la boquilla, está equipada con una protección. Si la protección esta abierta, el final de carrera 24-LS no se acciona, interrumpiendo así el movimiento del grupo de inyección, ver fig. 5.8.



**Fig. 5.8 PROTECCION DE BOQUILLA.**

### **5.3.7 Dosificación volumétrica.**

La cantidad de material que se inyecta en el molde es regulada durante la fase de plastificación mediante la actuación del final de carrera 41-LS, ver fig. 5.9.



**Fig. 5.9 DOSIFICACION VOLUMETRICA.**

Si se desplaza el final de carrera 41-LS hacia la derecha, se aumenta el recorrido de retorno del husillo, y en consecuencia la capacidad de inyección. Desplazando este final de carrera hacia la izquierda, la capacidad disminuye, ver fig. 5.9.

El indicador (1) marca el recorrido de plastificación hecho por el husillo.

El indicador (2) marca la cantidad de material inyectado en relación al recorrido del husillo y al cilindro de plastificación montada.

La regulación del final de carrera 41-LS funciona así:

Para hacer la regulación del final de carrera 41-LS, aflojar los volantes (4) y (5), luego mover el final de carrera en la posición deseada.

Para una regulación precisa de la dosificación, girar el volante (6), después de haber aflojado el volante (5) y bloqueando el volante (4).

#### **5.3.8 Presión de inyección.**

La presión final de inyección puede ser regulada mediante la intervención del husillo, que en su recorrido terminal, acciona el final de carrera 40-LS. En general, esta presión es inferior a la presión de inyección; esto permite que las moléculas del material inyectado puedan orientarse libremente de forma que la pieza resulte sin tensiones internas.

El recorrido del husillo en baja presión, varía según el tipo de material empleado y la conformación de la pieza moldeada, ver fig. 5.10.

La regulación de la presión de inyección se hace de la siguiente manera:

La presión de inyección final interviene cuando la cama 3 acciona el final de carrera 40-LS, ver fig. 5.9.

El largo del recorrido del husillo en baja presión se ob-

tiene moviendo el final de carrera 40-LS. Para la regulación de éste final de carrera, se afloja el volante (7) y luego se gira el volante (8), el indicador (9) marca la posición del final de carrera 40-LS.

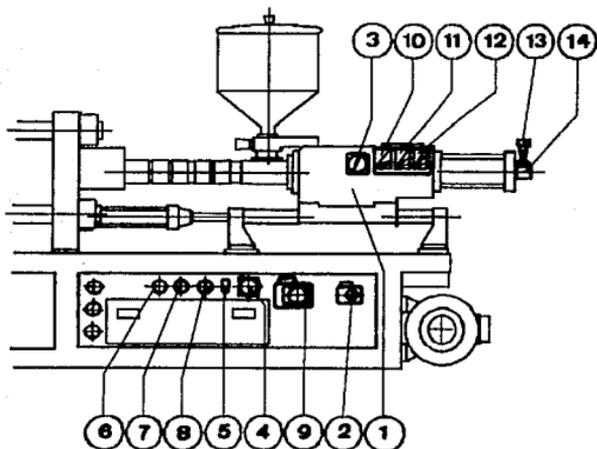


Fig. 5. 10 PRESION DE INYECCION.

### 5.3.9 Traslación del conjunto de inyección.

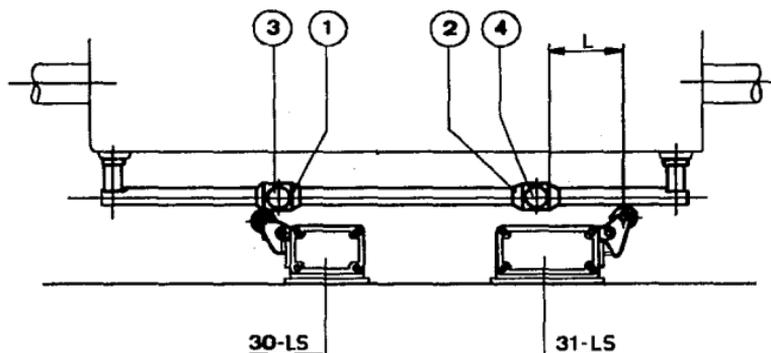
El conjunto puede asumir las siguientes posiciones:

- A. Permanecer constantemente en contacto con el molde.
- B. Separarse del molde después de la fase de inyección.
- C. Separarse del molde después de la fase de plastificación.

La regulación del recorrido de retroceso del conjunto de inyección funciona así:

Cuando se fija el recorrido de retroceso del conjunto de

inyección, hay que tener en cuenta que éste recorrido debe corresponder a la distancia existente entre la cama 2 y la rueda del final de carrera 31-LS, cuando la boquilla está pegada al molde, cuando la cama 2 acciona el final de carrera 31-LS el conjunto de inyección se para, ver fig. 5.11.



**Fig. 5.11 TRASLACION DEL GRUPO DE INYECCION.**

El final de carrera 30-LS, manda el comienzo de la fase de inyección. Es accionado por la cama 1.

La cama 1 debe accionar el final de carrera 30-LS solamente cuando la boquilla esta pegada al molde.

#### **5.3.10 Sistema de lubricación.**

La prensa está provista de un sistema de lubricación eléctrico automático, que funciona cada 30 min. de trabajo de la máquina. El sistema de lubricación dispone de un dispositivo de alarma con una lámpara y chicharra que se accionan en caso de avería del sistema de lubricación. Además hay un disposi-

tivo de alarma, que funciona cuando el nivel de aceite de lubricación en el tanque baja al mínimo, ver fig. 5.12.

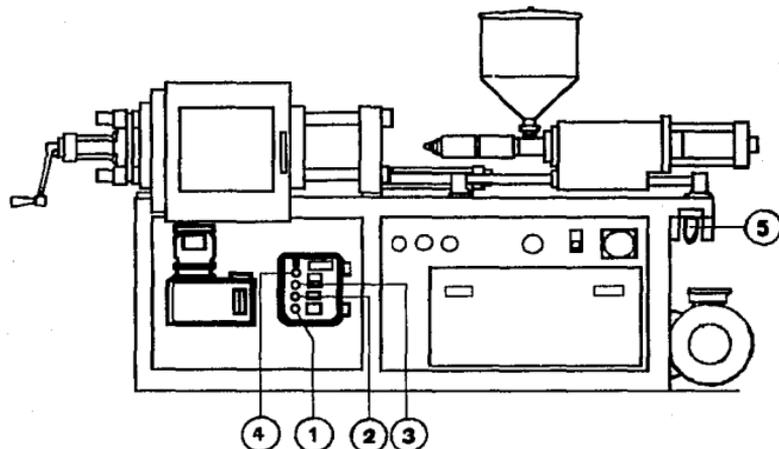


Fig. 5.12 SISTEMA DE LUBRICACION.

El sistema de lubricación funciona de la forma siguiente:

Al poner en marcha la máquina, se alimenta la corriente a los conductores que hacen encender la lámpara LA puesta sobre el grupo de control del sistema de lubricación y se conecta el temporizador TR-1.

Al terminarse el tiempo prefijado, el temporizador TR-1 cierra su contacto y conecta el contactor CR-3 interrumpiendo así la alimentación al motor.

Cuando el presostato PS-1 no interviene antes del cierre del atrazador térmico RT (15 segundos), se conecta el contactor CR-2 que acciona el dispositivo de alarma y hace bajar la

presión de la bomba a cero (5).

El dispositivo de alarma avisa al operador en caso de avería del sistema de lubricación mediante lámparas y chicharra puestas en las siguientes posiciones:

- A. Lámpara LR sobre el grupo de lubricación (3).
- B. Lámpara L2 sobre el panel de control de la prensa (5).
- C. Lámpara L3 sobre el armario de control.
- D. Chicharra B sobre el armario de control.

El ciclo de lubricación se reanuda apretando el pulsador (4).

El pulsador (1) sirve para el mando manual del sistema de lubricación.

La lámpara L1 se enciende cuando el nivel del aceite baja al mínimo, es decir al cerrarse el interruptor del flotador, ver fig. 5.1 (10).

La lámpara L3 y la chicharra B puestas sobre el armario de control, avisan también al operador cuando el nivel del aceite de lubricación se encuentra en su mínimo nivel, ver fig. 5.13 (1 y 2).

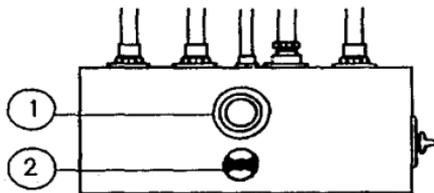


Fig. 5.13 PARTE SUPERIOR DEL TABLERO.

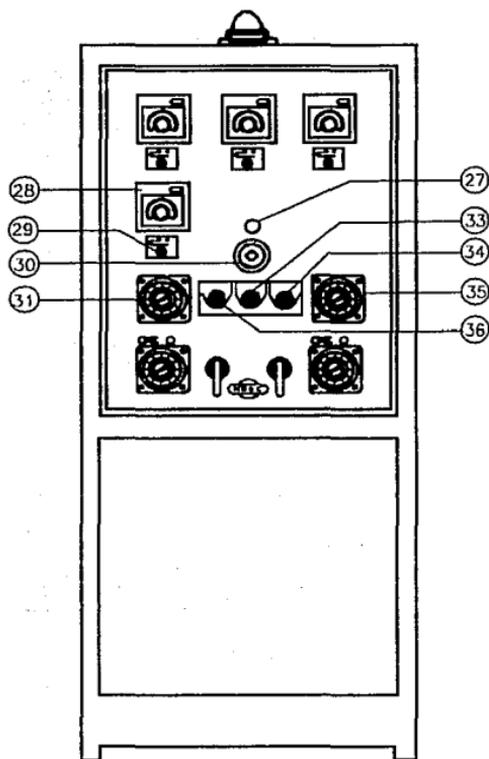
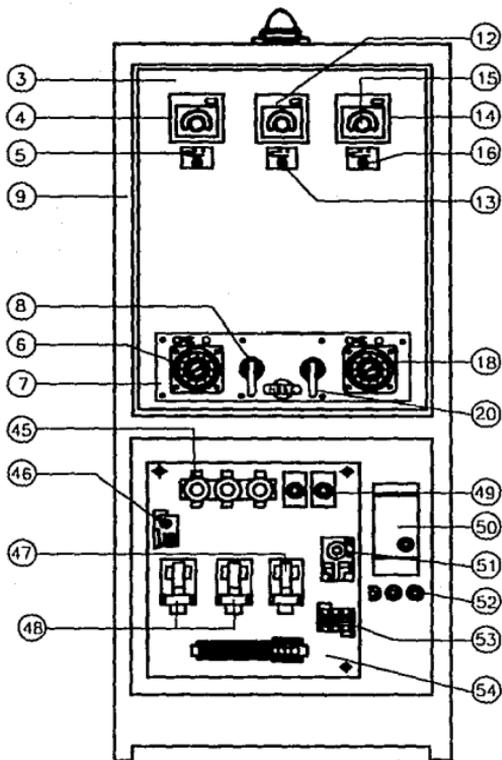


Fig. 5.13 PARTE FRONTAL DEL TABLERO.



**Fig. 5.13 PARTE FRONTAL CON PUERTA ABIERTA DEL TABLERO.**

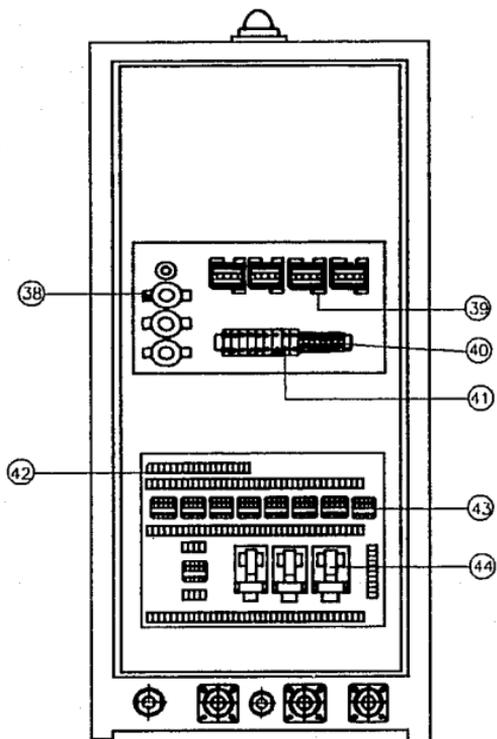


Fig. 5.13 PARTE POSTERIOR DEL TABLERO.

#### **5.4 Justificación del uso de los Controladores Lógicos Programables para una máquina inyectora de plástico Negri Bossi.**

Este tipo de máquinas trabajan las 24 horas durante 353 días del año, es por esto que, con el equipo convencional, se incrementen los tiempos muertos de mantenimiento correctivo; así como el costo de los mismos se incrementan considerablemente debido a que los componentes sufren un desgaste natural, lo que da lugar a variaciones en la operación. Tomando en cuenta que la mayoría de las fallas se presentan en el control eléctrico, se decidió hacer la reconstrucción del control.

Para la reconstrucción se contaba con tres opciones de controles:

A. El original de la máquina, que es un control lógico alambrado, con éste no se tendría ninguna ventaja.

B. El control de lógica digital, éste nos permite el no tener un desgaste de los componentes, pero con la desventaja de que para hacer una modificación hay que alambrear nuevamente.

C. El control lógico programable, cuenta con un software de programación con el cual, se realiza el control de la máquina, con este se tienen las ventajas que no hay desgaste de componentes y no es necesario alambrear cuando se desea hacer una modificación.

Se descarto la segunda opción ya que no presenta las ventajas del tercero y tiene un costo mayor que el primero es por esto que se descarto para hacer la elección del equipo.

Se hizo una comparación de costos entre la primera y tercera opción, según la siguiente tabla donde se incluye para la tercera dos proveedores..

	Control Eléctrico	Siemens	A. Bradley
N\$	21 Mil	16.5 Mil	20 Mil
Tiempo	30 días	15 días	21 días
Asesoría	No	4 Mil	4 Mil
Total N\$	21 Mil	20.5 Mil	24 Mil

**Tabla comparativa de costos y tiempos.**

Adicionalmente podemos decir que la 1er. opción es la original y que la tercera presenta las mejores ventajas de las tres.

En base a lo anterior, se decidió por la opción del controlador lógico programable (PLC) de la marca Siemens, ya que representa la menor inversión y el tiempo de puesta en marcha es el más corto.

Este equipo es más confiable en su funcionamiento ya que únicamente un 10% de las fallas se pueden originar en el control, así el mantenimiento del mismo se reduce al mínimo, y el 90% restante en los componentes electrónicos o mecánicos de la máquina.

#### **5.5 Ventajas de la máquina con el uso del PLC.**

A. Se reducen los costo y mantenimiento, ya que se utiliza el PLC. y se eliminan los siguientes componentes, ver fig. 5.13.

No. Comp.

Panel

- 3 Panel para termoreguladores
  - 4 Termoregulador de control zona No. 1
  - 5 Interruptor de operación del termoregulador No. 4
  - 6 Temporizador de control moldes
  - 7 Panel para selectores y temporizadores
  - 12 Termoregulador de control calefacción zona No. 2
  - 13 Interruptor de alimentación del termoregulador No. 2
  - 14 Termoregulador de control calefacción No. 3
  - 15 Botón de regulación temperatura del termoregulador
  - 16 Interruptor de alimentación del termoregulador No. 3
  - 17 Temporizador de alarma para lubricación
  - 18 Temporizador de control para la inyección
  - 27 Lámpara de señalización para el termoestabilizador
  - 28 Termoregulador de control calefacción zona No. 4
  - 29 Interruptor de alimentación del termoregulador No. 4
  - 30 Termoestabilizador para la boquilla
  - 31 Temporizador de control 3a. presión
  - 32 Interruptor del temporizador 3a. presión
  - 33 Selector de mando para el retorno hidráulico husillo
  - 34 Selector de mando para el moldeo de inyección
  - 35 Temporizador de control para la inyección
  - 36 Selector de mando para el expulsor hidráulico
  - 44 Retardadores térmicos 3 TR, 4 TR, 5 TR
  - s/n Temporizador de cambio delta estrella
- B. Se reduce el tiempo de mantenimiento, al poder detectar

fallas mediante el panel de control corriendo el programa para verificarlo.

Se determinaron los términos de reparación de la máquina con el equipo original, en un período de seis meses antes de iniciar la reconstrucción y el promedio fue de 47.15 horas en dicho período.

El problema de los tiempos de mantenimiento con el PLC en los tres meses que tiene el equipo, el promedio fue de 2.6 horas en el período; esto indica que el porcentaje de horas de mantenimiento se redujo en tan solo un 5%.

Cabe señalar que los casos de mantenimientos después de la reconstrucción han sido por fallas mecánicas y mantenimientos preventivos de los equipos de seguridad.

Mayo	27.12 hrs.
Junio	44.52 hrs.
Julio	35.21 hrs.
Agosto	51.40 hrs.
Septiembre	43.30 hrs.
Octubre	81.36 hrs.
Noviembre	RECONSTRUCCION
Diciembre	RECONSTRUCCION
Enero	5.30 hrs.
Febrero	2.25 hrs.
Marzo	0.25 hrs.

C. Reducción del ciclo al eliminar los contactores y timers se reduce el tiempo de respuesta del control.

El control del PLC no tiene variaciones en el desarrollo

del proceso y su tiempo de respuesta es inmediata por lo que no existe una variación en el tiempo del ciclo. El tiempo de ciclo varía de acuerdo al tipo de molde que se tiene, pero durante el proceso de uno no debe haber variación en el tiempo.

A diferencia del control original que tenía variación debido a los componentes mecánicos que se encontraban en mal estado lo cual hacía que el ciclo aumentara en un 10 ó 15%, lo que ocasiona que algunas piezas salgan con rebaba o quemadas, o en caso contrario que el tiempo de ciclo fuera menor las piezas salen incompletas.

Aquí se puede considerar que mientras permanezca en el tiempo establecido la productividad será la más alta.

D. Posibilidad de cambiar las funciones del sistema de la máquina, mediante un cambio de programa sin necesidad de alambrar nuevamente.

En este aspecto se puede lograr mejoras en el proceso, con los mismos componentes que tiene la máquina ya que los cambios se realizan por medio del programa sin necesidad de realambrar nuevamente, estos cambios se pueden hacer en el programador y hacer una simulación para ver que funciona adecuadamente, y una vez hechos los cambios se transfieren al PLC, esto tiene la gran ventaja de que no se para la máquina y se tiene la garantía que la máquina funcionará con las mejoras sin ningún problema.

Esto cambios trae beneficios en el control y seguridad de la máquina, algunos cambios se le harán a la máquina son:

a. Tener un contador de cuantos ciclos se realizan por turno.

b. Tener más seguridad para el operario al hacer que no funcione la máquina con más dispositivos de seguridad.

c. Que no se pueda arrancar la máquina si no se tiene una temperatura apropiada en el grupo de inyección.

E. Posibilidad de centralizar el control de varias máquinas; la utilización del PLC nos da la oportunidad de centralizar la máquina con una red de computo.

La centralización de las máquinas por medio de una red ayuda a tener un control de todas la máquinas desde una terminal central de computo, en esta terminal se puede ver el comportamiento de todas las variables de cada máquina, y hacer modificaciones sin la necesidad de ir hasta la máquina.

F. Se puede detectar rápidamente las fallas de la máquina, mediante los Led's de entrada y salida del PLC.

G. Mayor precisión en los parámetros de moldeo mediante el programa del PLC se eliminan las variaciones del funcionamiento de los contactores y timers.

#### **5.6 Desventajas al utilizar el PLC.**

A. Mano de obra especializada, se requiere de un mayor nivel de conocimiento del personal.

B. Equipo auxiliar, se requiere de equipo especial para la programación inicial del sistema.

C. Protección, requiere proteger el programa que se encuentra en la memoria RAM mediante una batería en caso de falta de energía eléctrica.

### **5.7 Solución al problema.**

Una vez elegido el control se hizo el plan de reconstrucción de la máquina Negri Bossi, con lo primero que se empezó, fue en identificar cuáles eran las entradas y salidas del control para determinar exactamente que componentes tendrá el equipo, y así la instrucción que llevan dentro del programa, ver anexo 1.

#### **A. Elección del equipo de control.**

Una vez hecho lo anterior se determina el equipo que se empleará para el control de esta máquina, el SIMATIC que se instalará será un 100U, siendo éste el más adecuado, en el anexo 2 se describe con detalle el equipo.

#### **B. Diagramas de instalación del sistema de control.**

Cuando ya se tiene que equipo que se utilizará, y se tienen identificadas todas las entradas y salidas se puede iniciar con el alambrado del sistema de control, y es necesario que se verifique cada una de las conexiones para evitar un daño en el equipo de control y que la puesta en marcha sea más rápida, en el anexo 3 se detalla el alambrado de cada uno de los componentes del sistema de control.

### **5.8 Programación del Controlador Lógico Programable con STEP 5.**

Para poder hacer el programa que controlará al sistema es necesario saber cuál es el funcionamiento de la máquina para esto, es necesario tener los diagramas eléctricos ya que la programación es por medio de diagramas de contactos, el cual es muy parecido a un diagrama eléctrico. Para el control de

las zonas de temperatura se requiere de una programación más avanzada para los módulos funcionales por lo que se utiliza la programación por lista de instrucciones. El programa de STEP 5 se encuentra en el anexo 4.

NO

Exista

Pagina

## CONCLUSIONES.

No

Existe

Página

### CONCLUSIONES.

Después de hacer la investigación del tema de tesis se concluye que:

La utilización de los Controladores Lógicos Programables para la reconstrucción de maquinaria representa una solución para la modernización de los equipos obsoletos, logrando así que se prolongue su óptimo funcionamiento.

El Controlador Lógico Programable representa para la empresa un camino hacia la modernización, además que ya que resulta más económico, que comprar una máquina nueva, y con las mismas ventajas.

Con el Controlador Lógico Programable se logra el objetivo de aumentar la productividad de la máquina y mejorar la calidad del producto, los factores que contribuyeron a esto son los siguientes:

A. Se elimina el 72% de los componentes al utilizar el Controlador Lógico Programable; dichos componentes ocasionan que la máquina tenga un bajo rendimiento en productividad.

B. El mantenimiento correctivo se reduce a un 5%, en tiempo en relación al mantenimiento de los últimos seis meses cuando el funcionamiento de la máquina este bajo el control original; esto se logra al utilizar el Controlador Lógico Programable, el cuál tiene una alta fiabilidad en los componentes que lo integran, y es más rápido detectar una falla con el panel de operación y en los módulos de entrada y salida.

C. No hay variación de las instrucciones de tiempo del Controlador Lógico Programable en su ciclo de trabajo, y tiene

una precisión absoluta debido a que su tiempo de respuesta es inmediata.

D. Al utilizar el Controlador Lógico Programable se elimina la necesidad de alambrear nuevamente cuando se desea hacer un cambio; de esta manera, se logran mejoras en el proceso con los mismos componentes con un simple cambio de instrucciones en el programa de Step 5. Además se tiene otra ventaja, ya que los cambios se realizan en un programador y posteriormente se transfiere a la máquina sin tener que pararla, a diferencia del control alambreado siendo necesario, en este caso, parar la máquina por un tiempo para realizar los cambios.

E. Se tiene la posibilidad de centralizar varias máquinas al utilizar Controladores independientes para cada una, por medio de una línea de comunicación a una PC como terminal. Esto hace que la producción tenga una mayor flexibilidad.

## **ANEXO 1.**

No

Existe

Página

A N E X O 1.

E N T R A D A S

Termopares.

Símbolo	Descripción	instrucción
TMP 1	Termopar de zona No. 1	C1
TMP 2	Termopar de zona No. 2	C2
TMP 3	Termopar de zona No. 3	C3
TMP 4	Termopar de zona No. 4	C4

Interruptores de limite.

Símbolo	Descripción	instrucción
LS1	Fin de ciclo	I1.0
LS2	Cierre de prensa en alta presión	I1.1
LS4	Cierre de prensa en baja presión	I1.2
LS5	Cierre de prensa ciclo semi-automá- tico con preavance	I1.3
LS7	Apertura lenta	I1.4
LS9	Inicio de avance del grupo de iny.	I1.5
LS10	Botador hidráulico adelante	I1.6
LS11	Botador hidráulico atrás	I1.7
LS20	Seguridad frontal	I2.0
LS21	Seguridad frontal	I2.1
LS22	Seguridad posterior	I2.2
LS24	Seguridad de boquilla	I2.3
LS25	Seguridad superior	I2.4
LS30	Inicio de inyección	I2.5
LS31	Final de carrera del grupo de iny.	I2.6
LS40	Baja presión de inyección	I2.7

Símbolo	Descripción	instrucción
LS41	Final de carrera de carga	I3.0
LS42	Descompresión	I3.1

Selectores.

Símbolo	Descripción	instrucción
1-SA	Semiautomático	I3.2
1-M	Manual	I3.3
1-A	Automático	I3.4
2-CH	Cierre de prensa	I3.5
2-AP	Apertura de prensa	I3.6
3-IN	Inyección	I3.7
3-RV	Motor hidráulico	I4.0
50-SA	Inicio ciclo semiautomático	I4.1
16-AU	Acercamiento del grupo de inyección	I4.2
16-RU	Retorno del grupo de inyección	I4.3
	Arranque motor bomba	I4.4
16-AU-STOP	Para de emergencia	I4.5
5-ER	Extractor hidráulico adelante	I4.6
5-R	Extractor hidráulico atrás	I4.7
4-A	Boquilla pegada al molde	I5.0
4-RR	Retorno grupo de inyección y después Rotación del husillo	I5.1
4-RN	Rotación del husillo y retorno de grupo de inyección	I5.2
8-I	Ciclo semiautomático con preavance	I5.3
8-D	Ciclo semiautomático sin preavance	I5.4
18-I	Ciclo con apertura lenta	I5.5

Símbolo	Descripción	instrucción
18-D	Ciclo sin apertura lenta	I5.6
6-I	Con botador o sin botador	I5.7

#### S A L I D A S

Símbolo	Descripción	instrucción
1A	Cierre de prensa	Q6.0
1B	Apertura de prensa	Q6.1
2A	Inyección	Q6.2
2C	Motor hidráulico	Q6.3
1C	B.P de cierre	Q7.0
2E	B.P de inyección	Q7.1
3A	Acercamiento del grupo de inyección	Q7.2
3B	Retroceso del grupo de inyección	Q7.3
1D	Alta presión	Q8.0
4A	Botador hidráulico adelante	Q8.1
4B	Botador hidráulico atrás	Q8.2
C1	Motor	Q8.3

#### Calefacción.

Símbolo	Descripción	instrucción
ZT1	Zona No. 1	Q9.0
ZT2	Zona No. 2	Q9.1
ZT3	Zona No. 3	Q9.2
ZT4	Zona No. 4	Q9.3

#### Lubricación.

Símbolo	Descripción	instrucción
L1	Lampara para mínimo nivel de aceite	Q9.4
L2	Lampara para alarma de lubricación	Q9.5

L3+B	Lampara de chicharra	Q9.6
LR	Lampara de alarma de lubricación	Q9.7
LA	Lampara de corriente en linea	Q10.0
	Válvula neumática soplo al abrir	Q10.1
	Válvula neumática soplo pausa	Q10.2
CR3	Motor de lubricación	Q10.3
Y	Estrella	Q10.4
	Delta	Q10.5
		Q11.0
PT-2	Relé térmico	Q11.1
		Q11.2
10-PS	Presostato fin de línea	Q11.3
LIV	Contactador mínimo nivel	Q11.4
(2)	Lubricación manual	Q11.5
(1)	Arranque manual	Q11.6
/e/	Bimetálico	Q11.7

## ANEXO 2.

No

Existe

Página

**A N E X O 2.**

**CANT.**

**D E S C R I P C I O N.**

- 1 Tarjeta central CPU 103.
- 6 Tarjetas de 8 entradas digitales a 115 V.
- 3 Tarjetas de 4 salidas digitales a 220 V.
- 2 Tarjetas de 8 salidas digitales a 115/230 Vca.
- 1 Tarjeta de 4 entradas analógicas  $\pm$  50 mV.
- 6 Elementos de bus.
- 1 Fuente de alimentación 930 115/230 24 V.
- 1 Modulo de memoria EPROM de 8Kb.
- 1 Batería de respaldo de Litio.
- 1 Perfil soporte normal.
- 1 Panel de operación OP 393.
- 1 Interfase CC-IM316.
- 1 Cable para interfase IM316.

No

Existe

Página

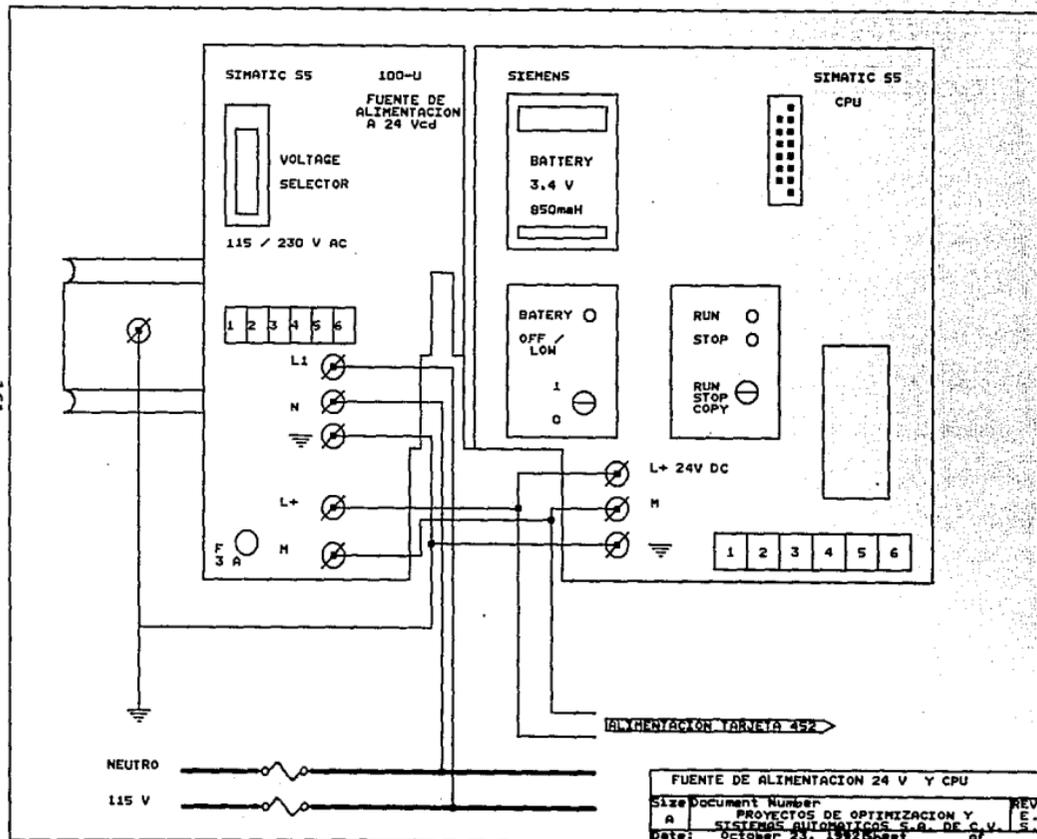
### **ANEXO 3.**

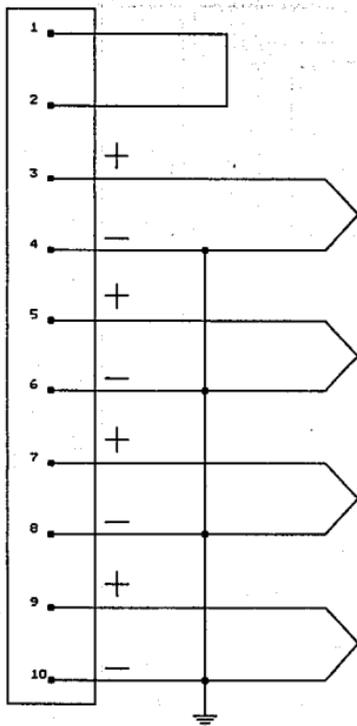
NO

Existe

Página

191



**BORNES DE  
CONEXION**

**COMENTARIOS**

CORTOCIRCUITO  
EN BORNES 1 Y 2

TERMOPAR ZONA 1

TERMOPAR ZONA 2

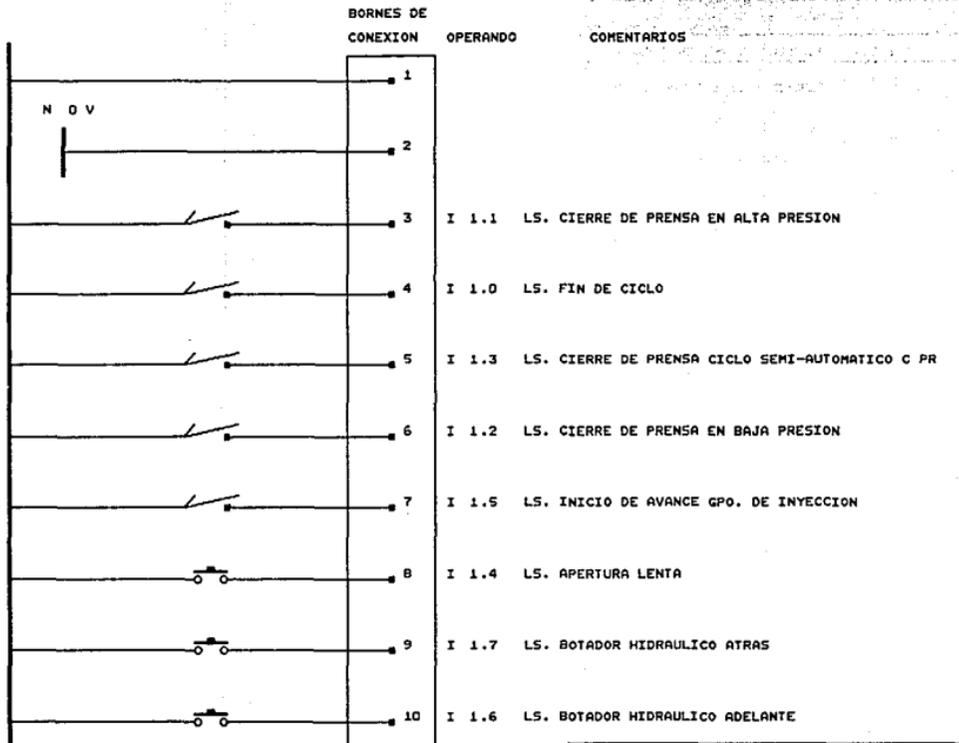
TERMOPAR ZONA 3

TERMOPAR ZONA 4

LUGAR DE CONEXION O TARJETA 464-BMA11

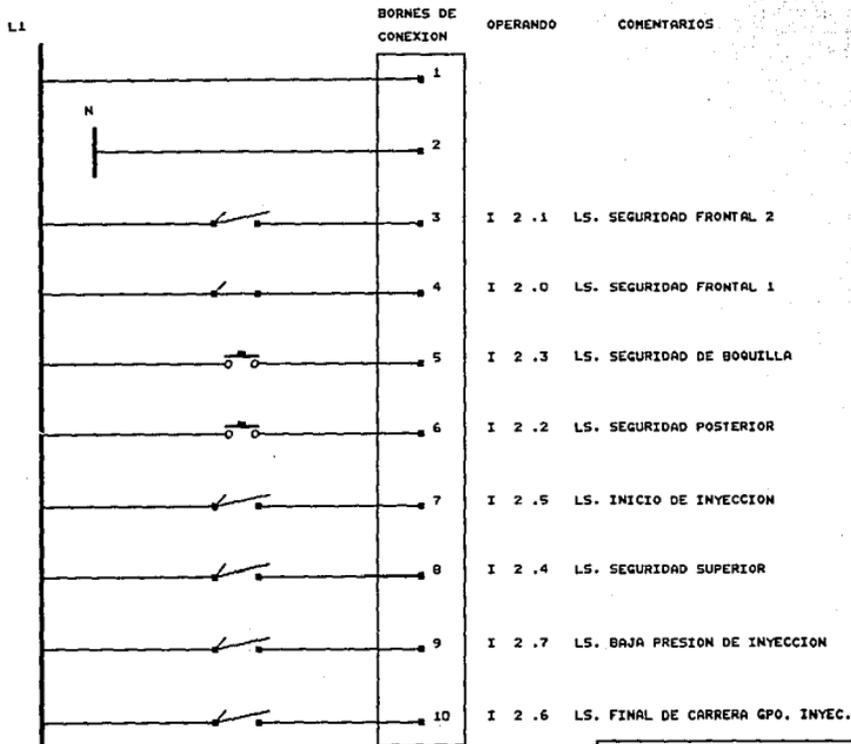
Size	Document Number	REV
A	PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y SISTEMAS AUTOMATICOS 5.8. DE C.V.	
Date:	December 28, 1992	Sheet of

L1



LUGAR DE CONEXION 1 TARJETA 431-8MC11

Size	Document Number	REV
A	PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y SISTEMAS AUTOMATICOS S.A. DE C.V.	
Date:	December 30, 1992	Sheet of



LUGAR DE CONEXION 2 TARJETA 431-8MC11

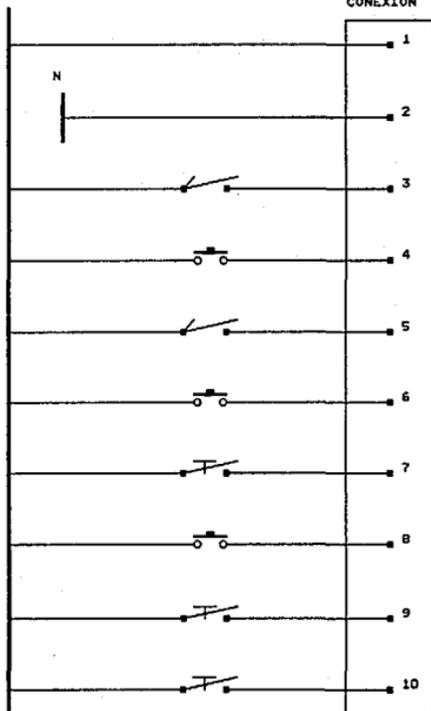
Size Document Number

A PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y SISTEMAS AUTOMATICOS S.A. DE C.V.

Date: February 10, 1988 Sheet of

REV

L1

BORNES DE  
CONEXION

OPERANDO

COMENTARIOS

I 3 .1	LS. DESCOMPRESION	
I 3 .0	LS. FINAL DE CARRERA DE CARGA	
I 3 .3	S. MANUAL	
I 3 .2	S. SEMI-AUTOMATICO	
I 3 .5	S. CIERRE DE PRENSA	
I 3 .4	S. AUTOMATICO	
I 3 .7	S. INYECCION	
I 3 .6	S. APERTURA DE PRENSA	

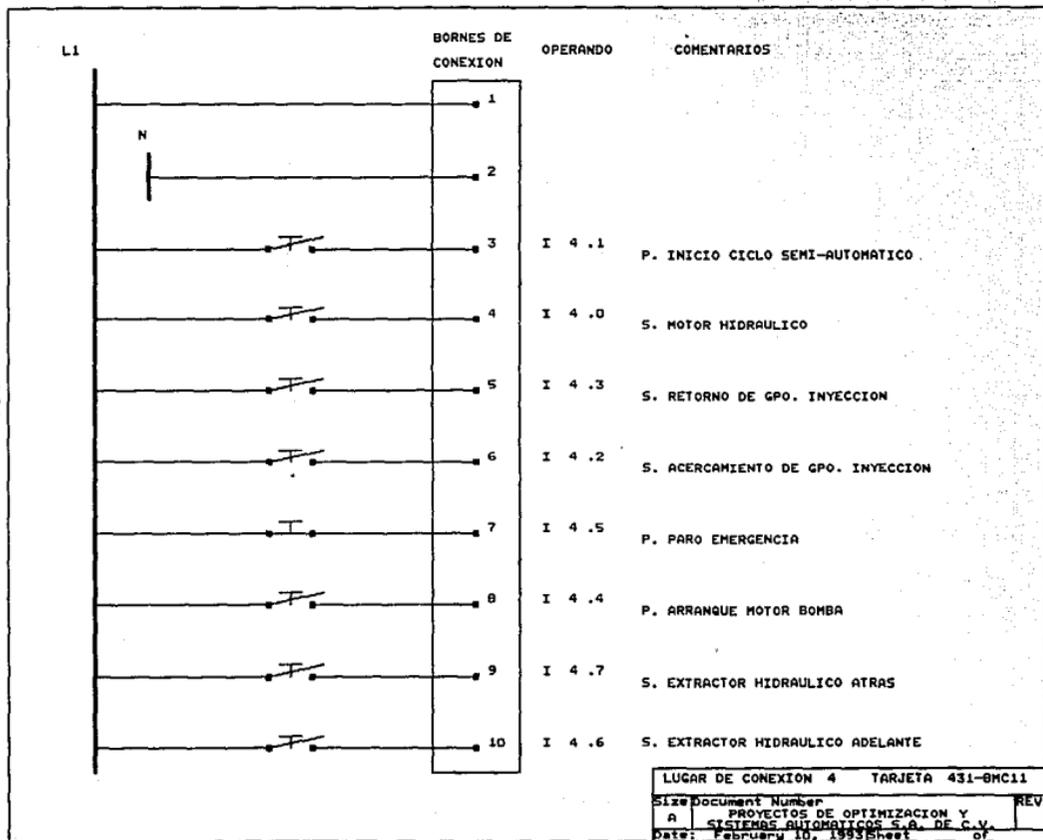
LUGAR DE CONEXION 3 TARJETA 431-BHC11

Size Document Number

REV

A PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y  
SISTEMAS AUTOMATICOS S.A. DE C.V.

Date: February 10, 1998 Sheet of



L1	BORNES DE CONEXION	OPERANDO	COMENTARIOS
	1		
N	2		
	3	I 5 .1	S. RETORNO GPO. INYEC. Y ROTACION HUSILLO
	4	I 5 .0	S. BOGUILLA PEGADA AL MOLDE
	5	I 5 .3	S. CICLO SEMI-AUTO. CON PREAVANCE
	6	I 5 .2	S. ROT. DE HUSILLO Y RETORNO GPO. INYEC.
	7	I 5 .5	S. CICLO CON APERTURA LENTA
	8	I 5 .4	S. CICLO SEMI-AUTO SIN PREAVANCE
	9	I 5 .7	CON BOTADOR O SIN BOTADOR
	10	I 5 .6	S. CICLO SIN APERTURA LENTA

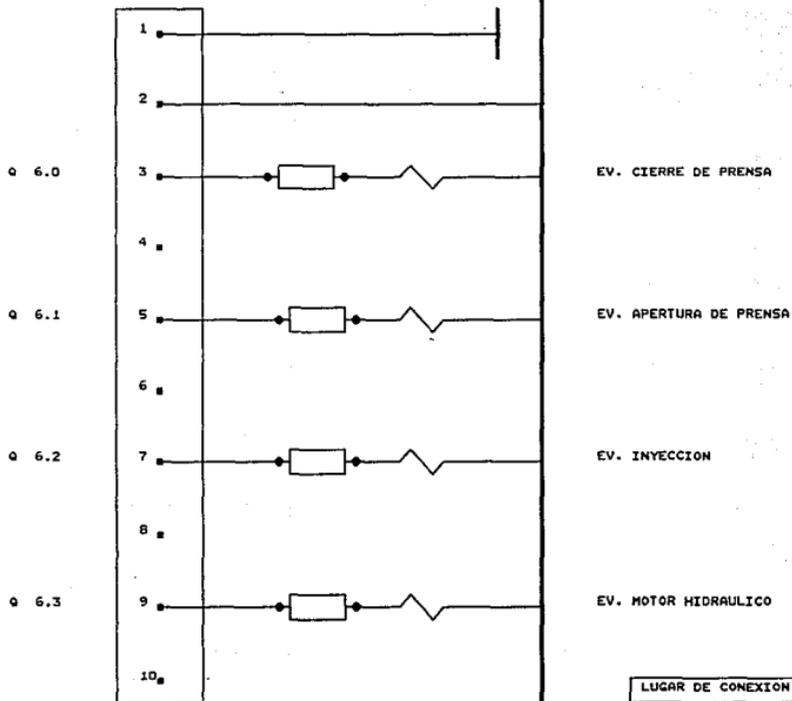
LUGAR DE CONEXION 5		TARJETA 431-8MC11	
Size	Document Number	REV	
A	PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y		
	SISTEMAS AUTOMATICOS S.A. DE C.V.		
Date:	February 11, 1993	Sheet	of

159

OPERANDO

BORNES DE  
CONEXIONL1 230 V  
L2

COMENTARIOS



EV. CIERRE DE PRENSA

EV. APERTURA DE PRENSA

EV. INYECCION

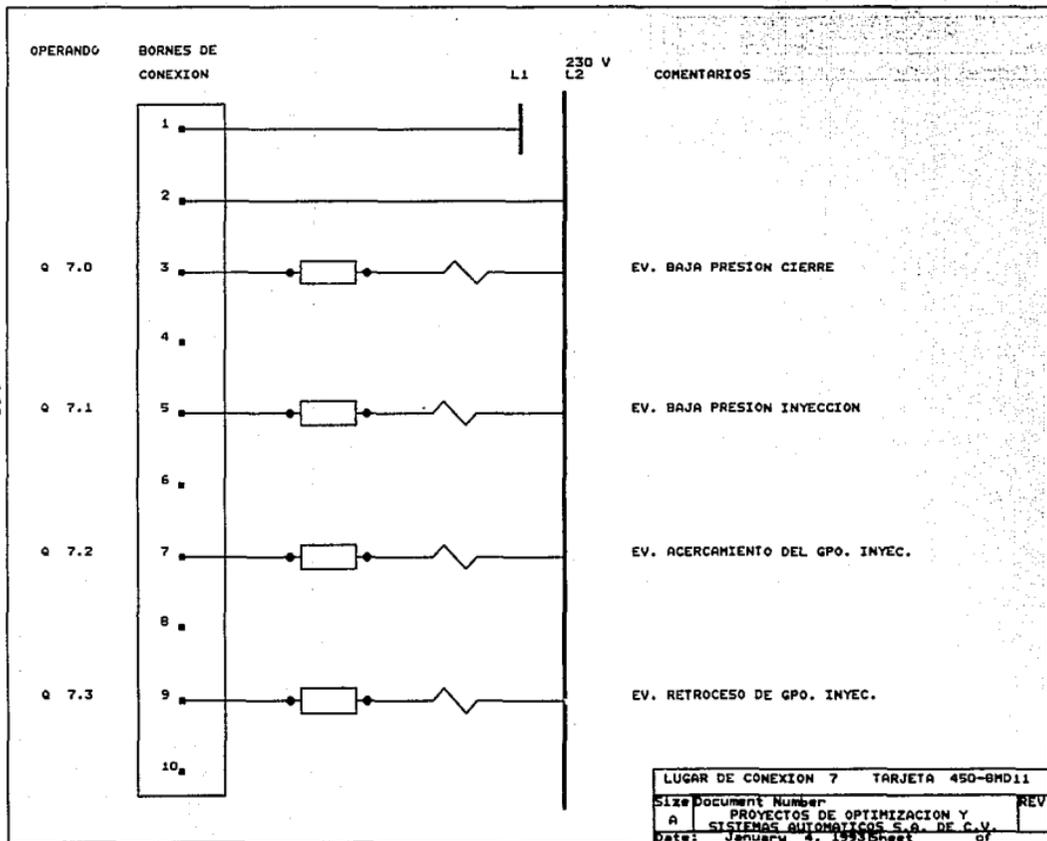
EV. MOTOR HIDRAULICO

LUGAR DE CONEXION 6 TARJETA 450-BMD11

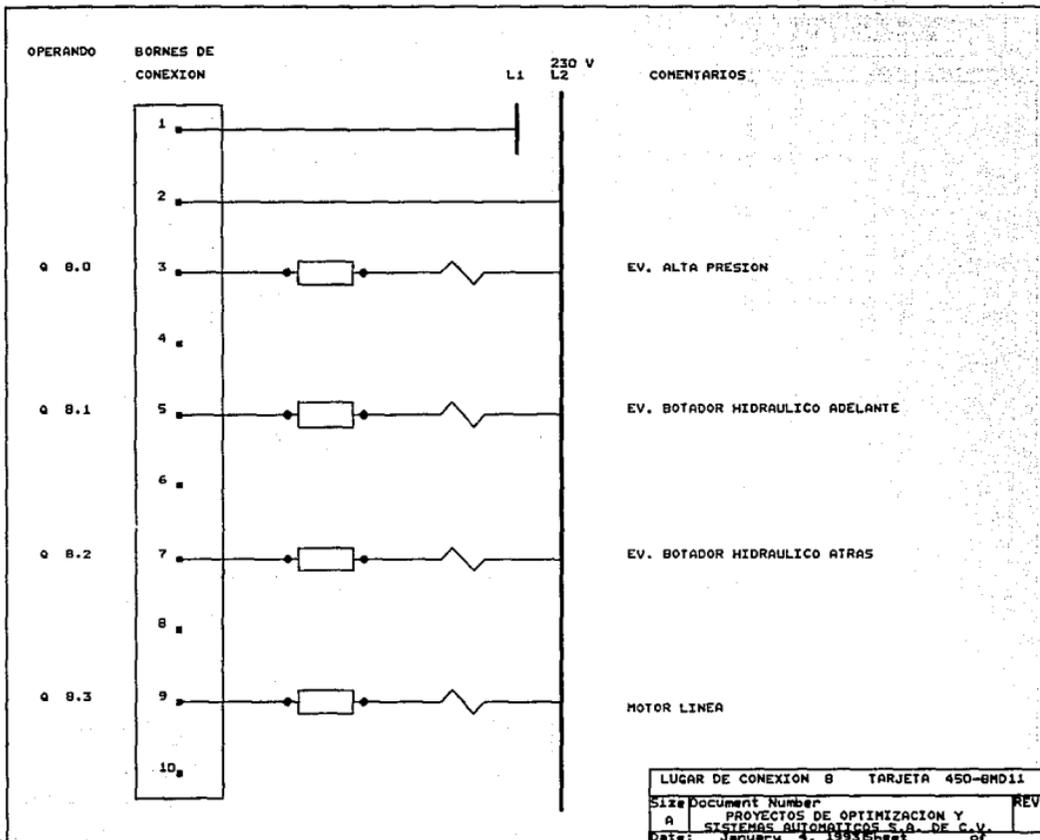
Size Document Number REV

A PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y  
SISTEMAS AUTOMATICOS S.A. DE C.V.

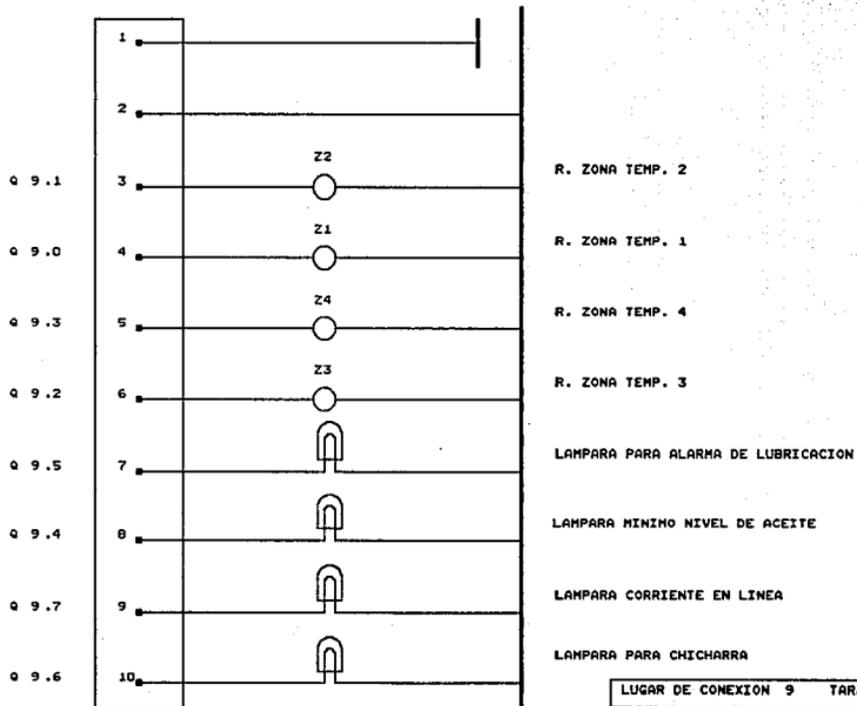
Date: January 4, 1993 Sheet of



170

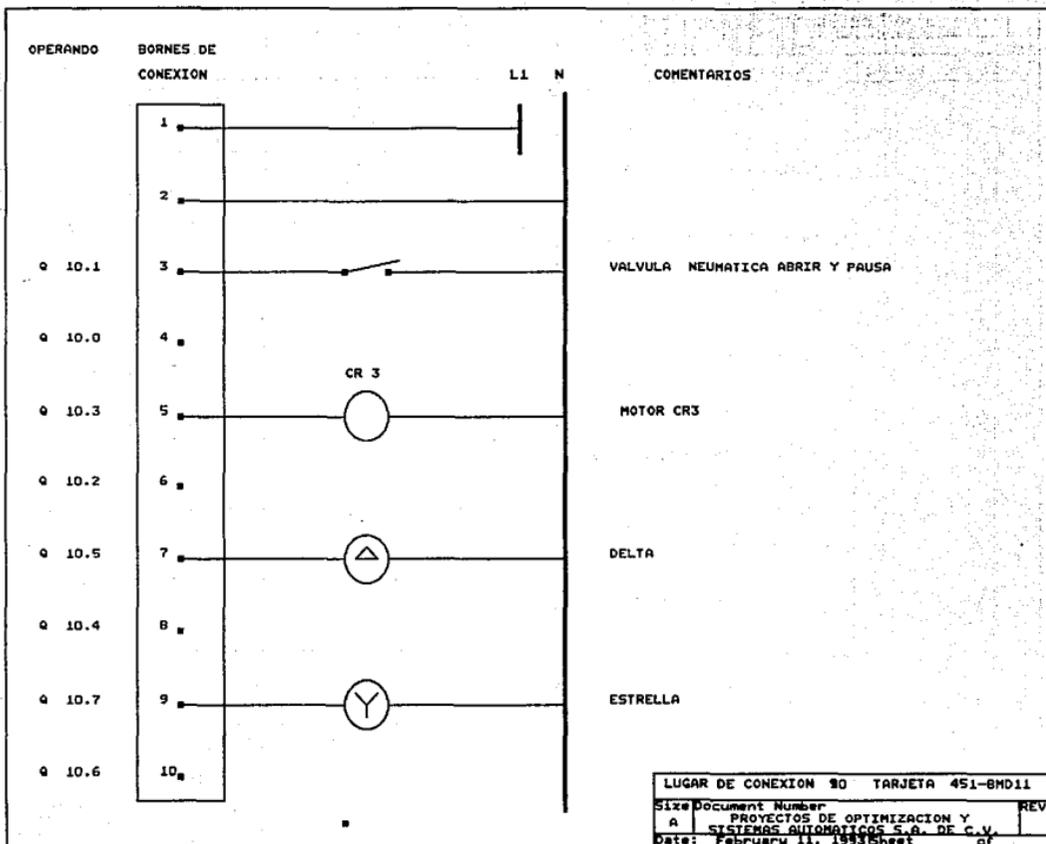


OPERANDO      BORNES DE CONEXION      L1    N      COMENTARIOS

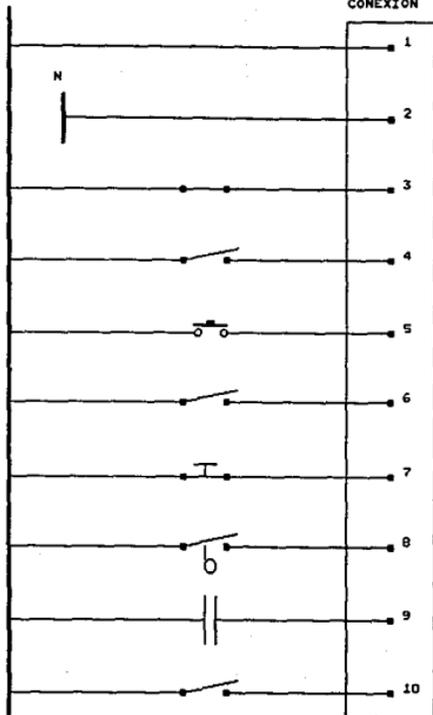


LUGAR DE CONEXION 9    TARJETA 451-8MD11

Size	Document Number	REV
A	PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y SISTEMAS AUTOMATICOS S.A. DE C.V.	
Date:	December 30, 1992	Sheet of



L1

BORNES DE  
CONEXION

OPERANDO

COMENTARIOS

OPERANDO	COMENTARIOS
I 11.1	PROTECCION CR3
I 11.0	PAUSA APERTURA
I 11.3	PRESOSTATO FIN DE LINEA
I 11.2	SOPLO APERTURA
I 11.5	LUBRICACION MANUAL AVERIA
I 11.4	CONTACTO MINIMO NIVEL
I 11.7	BIMETALICO
I 11.6	ARRANQUE MANUAL

LUGAR DE CONEXION 11 TARJETA 431-8MC11

Size	Document Number	REV
A	PROYECTOS DE OPTIMIZACION Y SISTEMAS AUTOMATICOS S.A. DE C.V.	
Date:	February 10, 1993	Sheet of

No

Existe

Página

## **ANEXO 4.**

No

Existe

Página

```

SEGMENT 1          0000
0000      :C  DB  11
0001      :JU  PB  7
0002      :JU  PB  8
0003      :JU  PB 10
0004      :
0005      :C  DB  12
0006      :JU  PB 20
0007      :JU  PB 21
0008      :JU  PB 22
0009      :JU  PB 23
000A      :JU  PB 24
000B      :
000C      :BE

```

```

+-----+
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA |          PROGRAMA DE STEP 5 DEL          |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U |          C A S O  P R A C T I C O .          |
+-----+
| LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS | FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.          |
| PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE  | CAMBIOS:                                PAGE |
| AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.  | NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*          |
+-----+

```















```

SEGMENT 5      002B
|
|F 11.5  F 10.7  I 3.2  F 11.1  F 10.6  F 11.6
+---] [---+---] [---+---] [---+---] [---+---] / [---+---] / [---+---] ( )-|
|
|I 3.2  F 10.4  |
+---] [---+---] [---+
|
|I 3.4  |
+---] [---+
|

```

```

SEGMENT 6      003A
|F 11.5  F 10.5  I 3.5  F 11.1  F 10.1
+---] [---+---] / [---+---] / [---+---] / [---+---] / [---+---] ( )-|
|
|I 2.6  IF 10.2  I 3.2  |
|
|
|
|I 5.0  II 5.2  II 3.4  |
|
+---] [---+---] [---+---] [---+
|

```

```

SEGMENT 7      004F
|
|F 11.5  I 5.4  I 2.4  I 2.2  I 2.0  I 2.1  I 1.7  F 11.0
+---] [---+---] [---+---] [---+---] / [---+---] [---+---] [---+---] / [---+---] ( )-|
|
|
|II 1.3  |
|
+---] / [---+
|
|I 3.2  F 10.4  |
+---] [---+---] [---+
|
|I 3.4  |
+---] [---+
|

```

```

SEGMENT 8      0064
|
|I 1.2  I 1.1  F 10.2  F 11.3  F 10.6  Q 7.0
+---] [---+---] / [---+---] / [---+---] / [---+---] / [---+---] ( )-|
|

```

```

SEGMENT 9      006B
|
|I 3.2  I 3.4  F 10.7  F 10.4  F 10.7
+---] [---+---] [---+---] [---+---] / [---+---] / [---+---] ( )-|
|
|
|I 3.4  | II 5.3  I 4.1  |
+---] [---+---] +---] [---+---] [---+
|

```

```

| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA | PROGRAMA DE STEP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | CASO PRACTICO. |
|

```

```

| LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS | FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. | |
| PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE | CAMBIOS: | PAGE: |
| AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. | NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*. * | 2 |
|

```













```

SEGMENT 35      016E
|
|F 12.3   I 3.4   F 10.6   I 1.0   F 11.3                               F 11.2
+---] [---+---] [---+---] [---+---] [---+---] / [---+---] [---+---] ( )-|
|
|           |F 11.2   |
|           +---] [---+---]
|
|F 12.7   I 4.6
+---] [---+---] [---+---]
|
SEGMENT 36      017B
|
|F 12.3   F 11.2   I 1.6                               Q 8.1
+---] [---+---] [---+---] / [---+---] [---+---] [---+---] ( )-|
|
SEGMENT 37      0180
|
|F 12.3   I 3.4   I 1.6   I 1.7                               F 11.3
+---] [---+---] [---+---] / [---+---] / [---+---] [---+---] ( )-|
|
|           |F 11.3   |
|           +---] [---+---]
|
SEGMENT 38      0189
|
|F 12.3   F 11.3                               Q 8.2
+---] [---+---] [---+---] [---+---] [---+---] [---+---] ( )-|
|
|F 12.7   I 4.7   |
+---] [---+---] [---+---]
|
SEGMENT 39      0190
|
|I 3.2   F 10.6   F 10.1                               F 12.5
+---] [---+---] [---+---] / [---+---] [---+---] [---+---] [---+---] ( )-|
|
|I 3.4   |
+---] [---+---]
|
|I 3.3   I 3.6
+---] [---+---] [---+---]
|

```

```

+-----+
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-PA | PROGRAMA DE STEP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | CASO PRACTICO. |
+-----+

```

```

| LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS | FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. | |
| PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE | CAMBIOS: | PAGE|
| AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. | INOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB.* | 9|
+-----+

```









PB 22

C:NEGRIBST.S5D

LEN=67

0024 := F 0.6  
0025 :\*\*\*

SEGMENT 6 0026

```

|
|
|           FB 250
|           +-----+
|           | RLG:AE |
|           +-----+
|           +0      --:BG      XA  |-- DW 43
|           1,4    --:KNKT     FB  |-- F 30.0
|           +912   --:OGR      BU  |-- F 30.1
|           +20    --:UGR       |
|           I 0.0  --:EINZ      |
|           +-----+

```

SEGMENT 7 0031

```

|
|
|           FB 241
|           +-----+
|           | COD:16 |
|           +-----+
|           DW 43  --:DUAL     SB CD |-- F 30.2
|                   |           |
|                   |           | BCD2|-- FY 41
|                   |           |
|                   |           | BCD1|-- DW 29
|                   +-----+

```

SEGMENT 8 0038

```

|
|
|           FB 240
|           +-----+
|           | COD:B4 |
|           +-----+
|           DW 2   --:B CD     DUAL |-- DW 15
|           F 30.3 --:SB CD     | :BE
|                   +-----+

```

```

+-----+
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA | PROGRAMA DE STRP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | CASO PRACTICO. |
+-----+
| I LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS | FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. |
| I PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE | CAMBIOS: |
| I AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. | NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*. * |
+-----+

```

PAGE 1

21





```

SEGMENT 1      0000
0000      :STL
0001      :***

```

```

SEGMENT 2      0002

```

```

|
|F 40.0
+---] [-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| (L )-1
|
|
|C 4
|
|---(S )-1

```

```

SEGMENT 3      0006

```

```

0006      :A  F  40.0
0007      :L  DW   4
0008      :LD C   4
0009      :>F
000A      :S  Q   9.3
000B      :***

```

```

SEGMENT 4      000C

```

```

000C      :A  F  40.0
000D      :L  DW   4
000E      :LD C   4
000F      :<=F
0010      :O(
0011      :L  DW   4           01
0012      :L  KF +0           01
0014      :I=F                 01
0015      :)                   01
0016      :R  Q   9.3
0017      :***

```

```

SEGMENT 5      0018

```

```

0018      :L  DW  17           01
0019      :L  DW  13           01
001A      :+F
001B      :L  C   4           01
001C      :<F
001D      :O(
001E      :L  DW  17           01
001F      :L  DW  13           01
0020      :-F                 01
0021      :L  C   4           01
0022      :>F                 01
0023      :)                   01

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PROGRAMAS DE CONTROL SIMATIC S5-100U |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS |FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.      | | | | | |
|PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE  |CAMBIOS:                          |      |      |      |      |      |
|AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.  |NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.**   |      |      |      |      |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```



X REFERENCE LIST: INPUTS

PB 7 : PROCESSED  
 PB 8 : PROCESSED  
 PB 9 : PROCESSED  
 PB 10 : PROCESSED  
 PB 20 : PROCESSED  
 PB 21 : PROCESSED  
 PB 22 : PROCESSED  
 PB 23 : PROCESSED  
 PB 24 : PROCESSED  
 FB 240S: PROCESSED  
 FB 241S: PROCESSED  
 FB 242S: PROCESSED  
 FB 243S: PROCESSED  
 FB 250S: PROCESSED  
 FB 251S: PROCESSED  
 OB 1 : PROCESSED  
 OB 31S: PROCESSED

MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	CASO PRACTICO
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	CAMBIOS:
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*

PAGE!

1!

X REFERENCE LIST: INPUTS

I	0.0 -	PB 21	6?
		PB 22	6?
		PB 23	6?
		PB 24	6?
I	1.0 -	PB 10	15 , 35
I	1.1 -	PB 10	8
I	1.2 -	PB 10	8
I	1.3 -	PB 10	7
I	1.4 -	PB 10	30
I	1.5 -	PB 10	13 , 15
I	1.6 -	PB 10	36 , 37
I	1.7 -	PB 10	7 , 37
I	2.0 -	PB 10	7 , 10 , 29
I	2.1 -	PB 10	7
I	2.2 -	PB 10	7 , 29
I	2.3 -	PB 10	14
I	2.4 -	PB 10	7
I	2.5 -	PB 10	15
I	2.6 -	PB 10	6 , 22 , 23
I	2.7 -	PB 10	20 , 21
I	3.0 -	PB 10	24
I	3.2 -	PB 10	1 , 4 , 5 , 6 , 7 , 9 , 16 , 17 , 18 , 19 , 25 , 27 , 31 , 39
I	3.3 -	PB 10	4 , 13 , 16 , 17 , 22 , 27 , 39
I	3.4 -	PB 10	1 , 4 , 5 , 6 , 7 , 9 , 10 , 16 , 17 , 18 , 19 , 25 , 27 , 31 , 35 , 37 , 39

MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	C A S O P R A C T I C O .
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	CAMBIOS:
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	INOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*
	PAGE: 21

X REFERENCE LIST: INPUTS

I	3.5 - PB 10	4 , 6
I	3.6 - PB 10	34 , 39
I	3.7 - PB 10	17
I	4.0 - PB 10	16 , 25
I	4.1 - PB 10	4 , 9
I	4.2 - PB 10	13
I	4.3 - PB 10	13 , 22
I	4.4 - PB 8	1
I	4.5 - PB 8	1
I	4.6 - PB 10	35
I	4.7 - PB 10	38
I	5.0 - PB 10	6 , 13 , 23
I	5.1 - PB 10	13 , 22 , 23
I	5.2 - PB 10	6 , 22
I	5.3 - PB 10	9
I	5.4 - PB 10	7
I	5.5 - PB 10	30
I	5.7 - PB 10	27 , 31
I	11.0 - PB 10	2
I	11.1 - PB 9	4
I	11.2 - PB 10	2
I	11.3 - PB 7	1 , 4
	PB 9	3 , 4 , 5
I	11.4 - PB 7	5
	PB 9	11

-----				
I	MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	1	PROGRAMA DE STEP 5 DEL	I
I	PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	1	C A S O P R A C T I C O .	I
-----				
ILA	AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA:	19 DE ENERO DE 1993.	I
I	PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	ICAMBIOS:		PAGE1
I	AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	INOMBRE DEL PROGRAMA:	NEGRIB*.*	31
-----				

X REFERENCE LIST: INPUTS

I 11.5 - PB 7 1 , 4  
 PB 9 5 , 6

I 11.6 - PB 7 4  
 PB 9 3 , 4 , 13

I 11.7 - PB 8 1

```

+-----+
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA | PROGRAMA DE STEP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | CASO PRACTICO. |
+-----+
|LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS |FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. | |
|PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE |CAMBIOS: | PAGE|
|AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. |NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*. * | 4|
+-----+
  
```

X REFERENCE LIST: OUTPUTS

Q 6.0 - PB 10 7\*

Q 6.1 - PB 10 29\*

Q 6.2 - PB 10 17\*

Q 6.3 - PB 10 26\*

Q 7.0 - PB 10 8\*

Q 7.1 - PB 10 21\*

Q 7.2 - PB 10 14\*

Q 7.3 - PB 10 22\*

Q 8.0 - PB 10 33\*

Q 8.1 - PB 10 36\*

Q 8.2 - PB 10 38\*

Q 8.3 - PB 7 1, 2, 4  
 PB 8 1\*, 2, 3, 4  
 PB 9 1, 2, 4, 5, 7, 11

Q 9.0 - PB 21 3\*, 4\*

Q 9.1 - PB 22 3\*, 4\*

Q 9.2 - PB 23 3\*, 4\*

Q 9.3 - PB 24 3\*, 4\*

Q 9.4 - PB 7 3\*  
 PB 9 11\*

Q 9.5 - PB 9 9\*

Q 9.6 - PB 9 10\*  
 PB 10 12\*

Q 9.7 - PB 7 5\*  
 PB 9 8\*

Q 10.0 - PB 9 1\*

```

+-----+
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA | PROGRAMA DE STEP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | C A S O P R A C T I C O . |
+-----+
| LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS | FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. |
| PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE | CAMBIOS: |
| AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. | INOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.* |
+-----+

```

X REFERENCE LIST: OUTPUTS

Q 10.1 - PB 10 2\*

Q 10.3 - PB 7 3, 4\*  
PB 9 4\*

Q 10.5 - PB 8 3, 4\*

Q 10.7 - PB 8 3\*, 4

MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	C A S O P R A C T I C O
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	CAMBIOS:
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	INOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*
	PAGE:
	61

X REFERENCE LIST: FLAGS

F 0.4 - PB 24 5\*

F 0.5 - PB 23 5\*

F 0.6 - PB 22 5\*

F 0.7 - PB 21 5\*

F 10.1 - PB 10 4 , 6\*, 20 , 22 , 30 , 33 , 39

F 10.2 - PB 10 6 , 8 , 13 , 15 , 16\*, 22 , 23 , 24

F 10.3 - PB 10 20\*, 21

F 10.4 - PB 10 5 , 7 , 9 , 13 , 15 , 23 , 25\*, 26 , 33

F 10.5 - PB 10 1 , 4 , 6 , 10 , 15\*, 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21

F 10.6 - PB 10 1 , 2 , 5 , 8 , 13 , 20 , 27 , 28\*, 35 , 39

F 10.7 - PB 10 5 , 9\*

F 11.0 - PB 10 7\*, 28 , 33

F 11.1 - PB 10 5 , 6 , 22 , 24\*, 25 , 27

F 11.2 - PB 10 31 , 32 , 34 , 35\*, 36

F 11.3 - PB 10 1 , 8 , 27 , 31 , 32 , 35 , 37\*, 38

F 11.4 - PB 10 1\*, 2 , 3 , 4

F 11.5 - PB 10 4\*, 5 , 6 , 7

F 11.6 - PB 10 5\*, 22

F 11.7 - PB 10 10\*, 11 , 12

F 12.0 - PB 10 13\*, 14

F 12.1 - PB 10 23\*, 24 , 25 , 26

F 12.2 - PB 10 27\*, 28

F 12.3 - PB 10 27 , 31\*, 32 , 34 , 35 , 36 , 37 , 38

F 12.4 - PB 10 32\*, 33

```

-----+-----
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-PA | PROGRAMA DE STEP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | C A S O P R A C T I C O . |
-----+-----
|LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS |FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. | |
|PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE |CAMBIOS: | PAGE|
|AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. |NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.* | 7|
-----+-----

```

X REFERENCE LIST: FLAGS

F 12.5 - PB 10 27 , 29 , 30 , 31 , 34 , 39\*

F 12.6 - PB 10 30\*, 33

F 12.7 - PB 10 34\*, 35 , 38

F 13.2 - PB 9 3\* , 4 , 13

F 13.3 - PB 9 3 , 4 , 5 , 6\* , 7 , 14

F 13.6 - PB 9 7\* , 8 , 9 , 10 , 14

F 13.7 - PB 9 14\*

F 14.2 - PB 9 12 , 13\*

F 30.0 - PB 21 6?

PB 22 6?

PB 23 6?

PB 24 6?

F 30.1 - PB 21 6?

PB 22 6?

PB 23 6?

PB 24 6?

F 30.2 - PB 21 7?

PB 22 7?

PB 23 7?

PB 24 7?

F 30.3 - PB 21 8?

PB 22 8?

PB 23 8?

PB 24 8?

F 30.6 - PB 20 5?

F 40.0 - PB 20 1 , 3\* , 4

PB 21 2 , 3 , 4

PB 22 2 , 3 , 4

PB 23 2 , 3 , 4

PB 24 2 , 3 , 4

F 40.1 - PB 20 2\* , 3 , 4\*

FY 41 - PB 21 7?

```

+-----+-----+
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA | PROGRAMA DE STEP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | CASO PRACTICO. |
+-----+-----+
|LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS |FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. |
|PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE |CAMBIOS: |
|AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. |NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.* |
+-----+-----+

```

X REFERENCE LIST: FLAGS

PB 22 77  
PB 23 77  
PB 24 77

MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	C A S O P R A C T I C O .
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	CAMBIOS:
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	INOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*

X REFERENCE LIST: TIMERS

T	1	-	PB 10	16 , 17 , 18*
T	2	-	PB 10	19* , 27
T	3	-	PB 10	11* , 12
T	4	-	PB 10 PB 23	2 , 3* , 4 6?
T	5	-	PB 10	16* , 21
T	10	-	PB 7 PB 9 PB 10	3* 5* , 7 12
T	11	-	PB 7 PB 9	2* , 4 6 , 12* , 14
T	13	-	PB 7 PB 9	1* , 3 , 4 2* , 3 , 4 , 13
T	14	-	PB 8	2* , 3 , 4
T	30	-	PB 20	1* , 2
T	31	-	PB 20	3*

-----	
MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	CASO PRACTICO .
-----	
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	CAMBIOS:
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*
-----	

PAGE 10

X REFERENCE LIST: COUNTERS

C 1 - PB 21 2\*, 3, 4, 5  
 C 2 - PB 22 2\*, 3, 4, 5  
 C 3 - PB 23 2\*, 3, 4, 5  
 C 4 - PB 24 2\*, 3, 4, 5

MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	C A S O P R A C T I C O .
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	CAMBIOS: PAGE
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*. * 11

X REFERENCE LIST: BLOCKS

PB 7	- OB 1	1
PB 8	- OB 1	1
PB 10	- OB 1	1
PB 20	- OB 1	1
PB 21	- OB 1	1
PB 22	- OB 1	1
PB 23	- OB 1	1
PB 24	- OB 1	1
PB 240	- PB 20	5
	PB 21	8
	PB 22	8
	PB 23	8
	PB 24	8
PB 241	- PB 21	7
	PB 22	7
	PB 23	7
	PB 24	7
PB 250	- PB 21	6
	PB 22	6
	PB 23	6
	PB 24	6
DB 11	- OB 1	1
DB 12	- OB 1	1

MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	C A S O P R A C T I C O . . .
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	CAMBIOS:
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*
	PAGE: 12



X REFERENCE LIST: DATA

DW 44 - PB 23 67, 77

DW 45 - PB 24 67, 77

MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	PROGRAMA DE STEP 5 DEL
PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	C A S O P R A C T I C O .
LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	FECHA: 19 DE ENERO DE 1993.
PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	ICAMBIOS: PAGE:
AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	INOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.* 141

OPERAND	SYMBOL	COMMENT
I 1.0	LS1	LS.FIN DE CICLO
I 1.1	LS2	LS.CIERRE DE PRENSA EN ALTA PRESION
I 1.2	LS4	LS.CIERRE DE PRENSA EN BAJA PRESION
I 1.3	LS5	LS.CIERRE DE PRENSA CICLO SEM.AUT. C/PR
I 1.4	LS7	LS.APERTURA LENTA
I 1.5	LS9	LS.INICIO DE AVANCE DEL GPO. DE INYECCI
I 1.6	LS10	LS.BOTADOR HIDRAULICO ADELANTE
I 1.7	LS11	LS.BOTADOR HIDRAULICO ATRAS
I 2.0	LS20	LS.SEGURIDAD FRONTAL 1
I 2.1	LS21	LS.SEGURIDAD FRONTAL 2
I 2.2	LS22	LS.SEGURIDAD POSTERIOR
I 2.3	LS24	LS.SEGURIDAD DE BOQUILLA
I 2.4	LS25	LS.SEGURIDAD SUPERIOR
I 2.5	LS30	LS.INICIO DE INYECCION
I 2.6	LS31	LS.FINAL DE CARRERA DEL GPO. DE INYECCI
I 2.7	LS40	LS.BAJA PRESION DE INYECCION
I 3.0	LS41	LS.FINAL DE CARRERA DE CARGA
I 3.1	LS42	LS.DESCOMPRESION
I 3.2	1-SA	S.SEMI-AUTOMATICO
I 3.3	1-M	S.MANUAL
I 3.4	1-A	S.AUTOMATICO
I 3.5	2-CH	S.CIERRE DE PRENSA
I 3.6	2-A	S.APERTURA DE PRENSA
I 3.7	3-IN	S.INYECCION
I 4.0	3-RV	S.MOTOR HIDRAULICO
I 4.1	50-SA	P.INICIO CICLO SEMI-AUTOMATICO
I 4.2	16-AU	S.ACERCAMIENTO DEL GPO. DE INYECCION
I 4.3	16-RU	S.RETORNO DEL GPO. DE INYECCION
I 4.4		P.ARRANQUE MOTOR BOMBA
I 4.5	16-AUSTO	P.PARO DE EMERGENCIA
I 4.6	5-ER	S.EXTRACTOR HIDRAULICO ADELANTE
I 4.7	5-R	S.EXTRACTOR HIDRAULICO ATRAS
I 5.0	4-A	S.BOQUILLA PEGADA AL MOLDE
I 5.1	4-RR	S.RETORNO GPO DE INY Y ROTACION DE HUSI
I 5.2	4-RN	S.ROT. DE HUSILLO Y RETORNO GPO DE INY.
I 5.3	8-I	S. CICLO SEMI-AUTO. CON PREAVANCE
I 5.4	8-D	S. CICLO SEMI-AUTO. SIN PREAVANCE
I 5.5	18-I	S. CICLO CON APERTURA LENTA
I 5.6	18-D	S. CICLO SIN APERTURA LENTA
I 5.7	6-I	S. CON BOTADOR O SIN BOTADOR
I 11.0		PAUSA APERTURA
I 11.1	PT-2	PROTECCION DE MOTOR
I 11.2		SOPLO EN APERTURA
I 11.3	10-PS	PRESOSTATO FIN DE LINEA
I 11.4	LIV	CONTACTO DE MINIMO NIVEL
I 11.5	(1)	AVERIA
-----		
I	MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA	I PROGRAMA DE STEP.5 DEL
I	PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U	I C A S O P R A C T I C O . I
-----		
ILA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS	IFECHA: 19 DE ENERO DE 1993.	I
I PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE	ICAMBIOS:	I PAGE!
I AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5.	INOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.*	I!
-----		

OPERAND	SYMBOL	COMMENT
I 11.6	(2)	ARRANQUE MANUAL
I 11.7	/e/	BIMETALICO
Q 6.0	1A	EV.CIERRE DE PRENSA
Q 6.1	1B	EV.APERTURA DE PRENSA
Q 6.2	2A	EV.INYECCION
Q 6.3	2C	EV.MOTOR HIDRAULICO
Q 7.0	1C	EV.BAJA PRESION CIERRE
Q 7.1	2E	EV.BAJA PRESION INYECCION
Q 7.2	3A	EV.ACERCAMIENTO DEL GPO. DE INYECCION
Q 7.3	3B	EV.RETROCESO DE GPO. DE INYECCION
Q 8.0	1D	EV.ALTA PRESION
Q 8.1	4A	EV.BOTADOR HIDRAULICO ADELANTE
Q 8.2	4B	EV.BOTADOR HIDRAULICO ATRAS
Q 8.3		MOTOR LINEA
Q 9.0		R.ZONA NO.1
Q 9.1		R.ZONA NO.2
Q 9.2		R.ZONA NO.3
Q 9.3		R.ZONA NO.4
Q 9.4	L2	LAMPARA PARA ALARMA DE LUBRICACION
Q 9.5	LA	LAMPARA CORRIENTE EN LINEA
Q 9.6	L3+B	LAMPARA PARA CHICHARRA
Q 9.7	L1	LAMPARA MINIMO NIVEL DE ACEITE
Q 10.1		VALVULA NEUMATICA ABRIR Y PAUSA
Q 10.3	CR-3	MOTOR LUBRICACION
Q 10.5		DELTA
Q 10.7	Y	ESTRELLA
T 1	T1	CONTROL DE INYECCION
T 2	T2	TIEMPO DE REFRIGERACION
T 3	T3	ALARMA
T 4	T4	PAUSA CIERRE
T 5	T5	BAJA PRESION
T 10	T10	TIEMPO LUBRICACION
T 11	T11	RETARDADOR
T 13	T13	CICLO DE LUBRICACION
T 14	T14	CAMBIO DE DELTA A ESTRELLA
C1	TMP1	TERMOPAR DE ZONA NO. 1
C2	TMP2	TERMOPAR DE ZONA NO. 2
C3	TMP3	TERMOPAR DE ZONA NO. 3
C4	TMP4	TERMOPAR DE ZONA NO. 4
F 10.1	F10.1	
F 10.2	F10.2	
F 10.3	F10.3	
F 10.4	F10.4	
F 10.5	F10.5	
F 10.6	F10.6	
F 10.7	F10.7	

```

-----
1 MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA 1 PROGRAMA DE STEP 5 DEL 1
1 PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U 1 C A S O P R A C T I C O . 1
-----
1LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS 1FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. 1
1PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE 1CAMBIOS: PAGE1
1AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. 1NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*. * 21
-----

```

File C:\NEGRIBZO.SEQ

OPERAND	SYMBOL	COMMENT
F 11.0	F11.0	
F 11.1	F11.1	
F 11.2	F11.2	
F 11.3	F11.3	
F 11.4	F11.4	
F 11.5	F11.5	
F 11.6	F11.6	
F 11.7	F11.7	
F 12.0	F12.0	
F 12.1	F12.1	
F 12.2	F12.2	
F 12.3	F12.3	
F 12.4	F12.4	
F 12.5	F12.5	
F 12.6	F12.6	
F 12.7	F12.7	
F 13.0	F13.0	
F 13.1	F13.1	
F 13.2	F13.2	
F 13.3	F13.3	
F 13.4	F13.4	
F 13.5	F13.5	
F 13.6	F13.6	
F 13.7	F13.7	

```
-----+-----
| MAQUINA NEGRI-BOSSI V17-110-FA | PROGRAMA DE STEP 5 DEL |
| PROGRAMA DE CONTROL SIMATIC S5-100U | C A S O P R A C T I C O . |
-----+-----
| LA AUTOMATIZACION DE SISTEMAS EN LOS | FECHA: 19 DE ENERO DE 1993. | |
| PROCESOS INDUSTRIALES POR MEDIO DE | CAMBIOS: | PAGE |
| AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC S5. | NOMBRE DEL PROGRAMA: NEGRIB*.* | 31 |
-----+-----
```

## BIBLIOGRAFIA.

No

Exista

Pagina

## BIBLIOGRAFIA.

**BERGER, Hans.** Automatización con S5-115U. Munich, Ed. Siemens A.G., 1988.

**SIEMENS, A.G.** Autómatas programables S5-100U. República Federal de Alemania, Ed. Siemens A.G., 1992.

**SIEMENS, A.G.** Autómatas programables S5-115U. República Federal de Alemania, Ed. Siemens A.G., 1988.

**K. BOON, Gerard.** Automatización flexible en la industria. México, Ed. Limusa , 1990.

**HANDADO, Enrique.** Controladores Lógicos y Autómatas Programables. España, Ed. Marcombo, 1990.

**G., Michael.** Autómatas Programables Industriales. España, Ed. Marcombo, 1990.

**STUBBERUD, Williams Destefano.** Retroalimentación y sistemas de control. México, Ed. Shaums, 1987.

**SIEMENS, A.G.** Desarrollo de proyectos. República Federal de Alemania, Ed. Siemens A.G., 1987.

**EVERETT, E. Adam Jr.** Productividad y Calidad. México, Ed. Trillas, 1991.

**J. SUMANTH, David.** Ingeniería y Administración de la Productividad. México, Ed. Mc. Graw Hill, 1990.