

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica



MEJORA DE LA EFICIENCIA CON AUTOMATIZACION
DE LA PRODUCCION MEDIANTE CONTROLADORES
LOGICOS PROGRAMABLES (PLC) EN UNA LINEA
DE FABRICACION DE ARTICULOS DE PLASTICO

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Presentado por:

CESAR LOLI OSORIO

Asesor Ing. Víctor Gutiérrez Tocas

CALLAO - PERU

1997

PREFACIO

Para la obtención de competitividad las cualidades de productividad son fundamentales. calidad, gestión de sistemas productivos, innovación y tecnología se ven constituidos en principales caminos que la orientan.

En ese escenario, la automatización industrial a sido identificada como herramienta imprescindible para la obtención de cualidades y competitividad en el mercado nacional e internacional.

Este, es el marco que me impulsa a realizar este trabajo, para ser una herramienta, que muestra el proyecto de implementación, de controladores Lógicos Programables (PLC) aplicados a máquinas inyectoras de plásticos.

Deseo agradecer al Ing. Victor Gutiérrez, a mis colegas, proveedores y técnicos de la Industria por su colaboración en la elaboración de este trabajo.

*Toda mi gratitud a Victor y Rosa
Por haberme dado mi cuerpo
Morada de mi existencia presente;
A todos aquellos y aquellas
Cuya confianza me ha permitido
La culminación de este trabajo;
Finalmente, a mi compañera
Por su mirada llena de luz y de amor.*

RESUMEN

En éste trabajo se da una descripción de todos los elementos que deben tenerse en cuenta al momento de hacer un estudio de modernización de control de un proceso de inyección en una planta de plástico. Se muestra el desarrollo tecnológico de los controladores lógicos programables implementados en máquinas con control clásico a relés, su evaluación costo beneficio y su montaje en planta.

En efecto, en un primer capítulo y con el fin de ofrecer un marco teórico referencial, se estudia el entorno de la fabricación de artículos plásticos con sus diferentes métodos, ello permite ubicar el objeto de estudio y su importancia.

En el capítulo II con datos de la producción de planta se precisa la eficiencia de operación, todo esto con la finalidad de arribar a un diagnóstico que nos permita mejorar la producción. Es así que se determina una eficiencia promedio de 78.44%

En el capítulo III se presenta alternativas sobre el mantenimiento industrial uno de los factores importantes para mejorar la eficiencia.

En el capítulo IV se presenta la alternativa más conveniente para solucionar la obsolescencia, factor principal del problema de eficiencia de la máquina en estudio, considerando el entorno de la automatización.

Cierra este trabajo el capítulo V, donde se considera la importancia del manejo e implementación del controlador lógico programable, Se muestra el procedimiento general que se va utilizar para realizar una correcta programación para la aplicación en una máquina Inyectora de plástico así como las reglas mínimas que se han de seguir para una correcta instalación y puesta en servicio. Finalmente se determina la mejora de eficiencia que se traduce en un 96.57% justificando esta implementación con un estudio económico frente a la alternativa de "no hacer nada".

Debe precisarse que se ha estudiado el problema desde el punto de vista de control eléctrico, dejando para posterior trabajo otros enfoques como sería el control hidráulico. Y sus consideraciones para esta aplicación específica.

Se espera que este esfuerzo se vea compensado con el interés que otros investigadores pongan en esta área aún no estudiada debidamente.

INTRODUCCION

A. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos del trabajo se traducen en :

- a) *Demostrar que la instalación de PLC'S en tableros de control que sustituye los relés electromecánicos y demás componentes. Mejoran la fiabilidad y Eficiencia de control en máquinas inyectoras de plástico.*
- b) *Verificar que un controlador lógico programable PLC asegura una operación continua de la máquina reduciendo drásticamente las labores de mantenimiento eléctrico.*
- c) *Justificar que la implementación de un PLC es rentable.*
- d) *Proponer una secuencia adecuada en la selección, instalación, programación de PLC's para el control de máquinas de una planta de inyección de plásticos.*

B. JUSTIFICACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO

La apertura comercial del Perú ha generado en la industria un interés creciente en las posibilidades de modernizaciones de sus procesos de producción para mejorar la calidad y los niveles de producción. Ante esta necesidad la Industria plástica busca alternativas para implementar sistemas de automatización.

Una manera de modernizar dentro de la automatización industrial es instalando PLC's en reemplazo de los relés y demás componentes de control.

En éste trabajo se analiza los sistemas de producción así como sus costos, llegándose a establecer, mediante las matemáticas financieras, las ventajas económicas de la implementación en la planta lo que justifica nuestros objetivos planteados en éste trabajo.

C. ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto comprende la modernización del control eléctrico de una máquina de inyección para la transformación de plástico mediante controladores lógicos programables (PLC).

La implementación del control mediante PLC's se realizará, para el caso del presente trabajo, exclusivamente en una máquina que tiene las siguientes características:

- *Capacidad de inyección (350 gr)*

El volumen de material que la máquina puede transferir al molde en un segundo a la máxima velocidad de inyección.

- *Fuerza de cierre de molde (Toneladas):
120 ton.*

Es la máxima fuerza con la cual se puede cerrar el molde.

- *Potencia máxima instalada (KW): 33.1 kW*

El circuito de control y mando actualmente instalado cuenta con 55 relés electromecánicos de 220 V, 11 temporizadores ON DELAY y un contador ascendente.

INDICE

<i>PORTADA</i>	
<i>PREFACIO</i>	<i>I</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>II</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>III</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>V</i>
<i>A. OBJETIVO DEL TRABAJO</i>	
<i>B. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO</i>	
<i>C. ALCANCE DEL PROYECTO</i>	
<i>CAPÍTULO I: FABRICACIÓN DE UN ARTÍCULO DE PLÁSTICO</i> . . .	<i>1</i>
1.1 <i>MOLDEO POR COMPRESIÓN.</i>	<i>1</i>
1.2 <i>MOLDEO POR EXTRUSIÓN</i>	<i>2</i>
1.3 <i>MOLDEO POR INYECCIÓN</i>	<i>2</i>
1.4 <i>ASPECTOS GENERALES SOBRE LA MATERIA PRIMA</i> . . .	<i>3</i>
1.4.1 <i>TIPOS DE MATERIALES.</i>	<i>3</i>
1.4.2 <i>ADITIVOS QUE SE UTILIZAN</i>	<i>5</i>

1.5	MÁQUINAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN ARTÍCULO DE PLÁSTICO	
1.5.1	MÁQUINAS DE MOLDEO POR COMPRESIÓN	6
1.5.2	MÁQUINAS DE MOLDEO POR EXTRUSIÓN	7
1.5.3	MÁQUINAS DE MOLDEO POR INYECCIÓN	8
1.6	EQUIPOS AUXILIARES DE PLANTA	
1.6.1	SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE AGUA	20
1.6.2	CALENTADORES DE AGUA	21
1.6.3	VARIACS (LIMITADORES DE CORRIENTE) . . .	22
1.6.4	PIRÓMETROS DE MOLDE	22
1.6.5	SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	22
1.6.6	MOLINO DE MATERIAL REPROCESADO	23
1.6.7	SECADOR POR AIRE CALIENTE PARA MATERIALES PLÁSTICOS	23
1.6.8	PASTILLADORA	25

CAPÍTULO II: EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA

2.1	GRADO DE UTILIZACIÓN	26
2.2	FACTOR DE CARGA.	27
2.3	FALLAS E INTERRUPCIONES EN MÁQUINAS Y EQUIPOS	
2.3.1	FALLAS MECÁNICAS	28
2.3.2	FALLAS ELÉCTRICAS	28
2.3.3	FALLAS DE OPERACIÓN	29
2.3.4	CALIDAD DE PRODUCTO	30

**CAPÍTULO III: ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO
DE MANTENIMIENTO**

3.1	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE PLÁSTICO	32
3.1.1	TIPOS DE MANTENIMIENTO	34
3.1.2	MODIFICACIONES Y ARCHIVOS	35
3.1.3	VIDA ÚTIL Y MORTALIDAD DE MAQUINARIAS	36
3.1.4	SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROPUESTO Y SU EFECTO SOBRE LOS COSTOS	38

**CAPÍTULO IV: LA AUTOMATIZACIÓN COMO ALTERNATIVA
DE INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN**

4.1	AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS	42
4.2	CLASIFICACIÓN DE PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN .	45
4.2.1	CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO	50
4.2.2	TIPOS DE CONTROL DE AUTOMATIZACIÓN	53
4.3	NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN	55
4.4	SISTEMA DE CONTROL MULTINIVEL	57
4.5	ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA AUTOMATIZACIÓN MANUFACTURERA	59

CAPÍTULO V: EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

5.1	VENTAJAS DEL CONTROL CON PLC	65
5.2	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO PLC	66
5.3	CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE DE UN PLC	68
5.4	PROGRAMACIÓN DE PLC'S	103

5.5	PROCESO DE MONTAJE DE UN PLC	114
5.6	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LA MÁQUINA DESPUÉS DEL MONTAJE DEL PLC	120
5.7	ANÁLISIS ECONÓMICO	121
5.7.1	MATEMÁTICAS FINANCIERAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS	123
5.7.2	MÉTODO BENEFICIO/COSTO	126
5.7.3	DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE UNA INYECTORA CON PLC	128
	CONCLUSIONES	137
	RECOMENDACIONES	142
	BIBLIOGRAFÍA	143
	APÉNDICE	
•	PLANOS ELÉCTRICOS DE LA MÁQUINA DE MOLDEO POR INYECCION ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC	A1
•	PLANOS ELÉCTRICOS DE LA MÁQUINA DE MOLDEO POR INYECCION DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC	A2
•	PROGRAMA DE PLC EN MODO INSTRUCCIONES.	A3
•	PROGRAMA DE PLC EN MODO ESCALERA.	A4
•	TABLAS FINANCIERAS.	A5
•	PLC'S COMERCIALES	A6

LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA 1</i>	<i>MÁQUINA DE MOLDEO POR EXTRUSIÓN . . .</i>	<i>7A</i>
<i>FIGURA 2</i>	<i>MÁQUINA DE MOLDEO INYECTORA</i>	<i>9A</i>
<i>FIGURA 3</i>	<i>SISTEMA HIDRÁULICO DE UNA INYECTORA</i>	<i>13A</i>
<i>FIGURA 4</i>	<i>TABLERO ELÉCTRICO</i>	<i>15A</i>
<i>FIGURA 5</i>	<i>DIAGRAMA DE LAS FASES DE OPERACIÓN</i>	<i>20A</i>
<i>FIGURA 6</i>	<i>DIAGRAMA LÓGICO DE UNA FALLA</i>	<i>28A</i>
<i>FIGURA 7</i>	<i>VIDA ÚTIL DE UNA MÁQUINA</i>	<i>37A</i>
<i>FIGURA 8</i>	<i>SISTEMA DISTRIBUIDO</i>	<i>54A</i>
<i>FIGURA 9</i>	<i>NIVELES Y TAREAS DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN</i>	<i>56A</i>
<i>FIGURA 10</i>	<i>DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL MULTINIVEL</i>	<i>58A</i>
<i>FIGURA 11</i>	<i>EL COMPUTADOR DE PROCESOS</i>	<i>61A</i>
<i>FIGURA 12</i>	<i>DIAGRAMA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE UNA MAQUINA INYECTORA CON PLC</i>	<i>64A</i>
<i>FIGURA 12A</i>	<i>CONFIGURACIÓN DE PLC'S</i>	<i>70A</i>
<i>FIGURA 12B</i>	<i>CICLO DE OPERACIÓN DE PROGRAMA</i>	<i>75 A,B</i>
<i>FIGURA 12C</i>	<i>INTERFASES E/S</i>	<i>76 A,B</i>
<i>FIGURA 12D</i>	<i>ENTRADAS DE CONTROL EN MÁQUINA</i>	<i>86A</i>

FIGURA 13	CLASIFICACIÓN DE PLC'S	95A
FIGURA 14	TOKEN-ACCESS CONTROL MECHANISM . . .	99A
FIGURA 14-A	MEDIUM-SIZED ETHERNET LOYOUT . . .	101A
FIGURA 15	ORGANIGRAMA DE PROGRAMACIÓN DE PLC	103A
FIGURA 16	MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN	104A
FIGURA 17	MODOS DE PROGRAMACIÓN	104B
FIGURA 18	ESTRUCTURA DE LAS INSTRUCCIONES Y ÓRDENES DE MANEJO DE PROGRAMACIÓN DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE . . .	105A
FIGURA 19	ESTRUCTURA DE UN ORGANIGRAMA . . .	108A
FIGURAS (21)	DIAGRAMAS DE BLOQUES DE CONTROL . .	109A
FIGURA 20	SISTEMAS DE CONMUTACIÓN	111A
FIGURA 21	EQUIVALENCIAS ENTRE SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LÓGICA CABLEADA Y LOS NORMALMENTE UTILIZADOS COMO LÓGICA PROGRAMADA EN DIAGRAMA DE TABLAS CONTACTOS . . .	114A

TABLAS

<i>TABLA 1</i>	<i>TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACION DE MATERIALES TERMOPLÁSTICOS</i>	<i>2A</i>
<i>TABLA 2</i>	<i>MATERIALES TERMOPLÁSTICOS</i>	<i>4A</i>
<i>TABLA 3</i>	<i>EFICIENCIA DE LA PRODUCCION ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC EN UNA MAQUINA INYECTORA</i>	<i>26A</i>
<i>TABLA 4</i>	<i>EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC EN UNA MÁQUINA INYECTORA</i>	<i>121A</i>
<i>TABLA 5</i>	<i>COSTOS DE OPERACIÓN</i>	<i>132A,B</i>
<i>TABLA 6</i>	<i>COSTO DE OPERACIÓN POR FALLA</i>	<i>136A</i>
<i>TABLA 7</i>	<i>EVALUACIÓN ECONÓMICA</i>	<i>136C</i>

CAPITULO I

FABRICACION DE UN ARTICULO DE PLASTICO

Un artículo de plástico es el resultado de un proceso de moldeado por un procedimiento de transformación que responde a una exigencia de precisión y calidad que el producto requiere.

1.1 MOLDEO POR COMPRESION.

Es el método más antiguo y más conocido; éste consiste en llenar un molde abierto, calentado a una temperatura entre 140 a 180 grados centígrados con una cantidad determinada de material. El molde luego es cerrado por las platinas de una prensa por un tiempo suficiente para provocar la reticulación y por lo tanto el endurecimiento, por otro lado si el material es un elastómero la pieza puede vulcanizarse. Transcurrido

este tiempo, el molde se abre para permitir la extracción de las piezas.

1.2 MOLDEO POR EXTRUSION

Para este proceso se utiliza una máquina con un cilindro de plastificación, el material es colocado en la tolva, se va graduando la temperatura de fusión, el material va siendo llevado en forma continua a través de un tornillo sin fin al molde a una velocidad determinada; el termoplástico toma la forma del molde y finalmente es enfriado al paso en depósitos de agua que corre en forma continua.

1.3 MOLDEO POR INYECCION

El proceso de moldeo por inyección consiste esencialmente en:

Calentar el material termoplástico que viene en forma de gránulos para transformarlo en una masa "plástica" en un cilindro apropiado llamado "cilindro de plastificación" y así inyectarlo en la cavidad del molde, del cual tomará la forma. Debido a que el molde es mantenido a una temperatura inferior al punto de fusión del material plástico, después que éste es inyectado se solidifica con rapidez. En este momento el proceso del ciclo se ha completado y se expulsa la pieza moldeada. En la tabla 1 adjunta se muestra otros

**TABLA 1.- TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN DE LOS
MATERIALES PLÁSTICOS**
(termoplásticos y termofijos)

	Métodos de transformación Moldeo por inyección	Moldes Herramental o equipo Moldes de acero	Maquinaria-Equipo Máquinas de inyección (hidráulicas)
TERMOPLÁSTICOS suministrado en: - polvo - gránulos - lámina - película, etc.	Extrusión (redondo-hojas-película)	Dados y cabezales de extrusión	Equipo de extrusión
	Soplado (cuerpos huecos)	Moldes de aluminio	Máquinas de soplado con extrusión con inyección
	Termoformado (por vacío o por presión)	Moldes o formas de madera o aluminio	Máquinas para termoformado (formado en caliente)
	Rotoformado (cuerpo huecos)	Moldes tipo concha de lámina de acero o aluminio	Sistemas de rotomoldeo-hornos de aire caliente
	Formado por expansión (ejemplo: poliestireno expandido)	Moldes de aluminio	Calderas (generadores) de vapor Equipos para moldeo por vapor
	Calandreado (ejemplo: hojas continuas)	-----	Mezcladores Calandrias
TERMOFIJOS suministrado en: - polvo - gránulos - fibra tejida impregnada - compuestos en pasta u hojas impregnadas - resinas líquidas	Moldeo por compresión	Moldes de acero	Máquinas de moldeo por compresión
	Moldeo por transferencia	Moldes de acero	Máquinas de moldeo por transferencia
	Moldeo por inyección	Moldes de acero	Máquinas de moldeo por inyección
	Procesos por fundición - Con colada de resina fluida. - Fundición de resinas sólidas.	Formas de madera, metálicas o de otros materiales. Recipientes metálicos	Equipo para la mezcla de los compuestos Hornos para la fusión o para tratamiento término (endurecimiento)

procedimientos como son: *Extrusión, calandreado, termoformado, soplado, etc.*, los cuales no serán descritos con detalle.

1.4 ASPECTOS GENERALES SOBRE LA MATERIA PRIMA

1.4.1 TIPOS DE MATERIALES.

Un material plástico listo para ser moldeado por algún procedimiento de transformación puede ser definido como un compuesto constituido por una resina base llamada aglutinante y varios aditivos químicos así como cargas o rellenos de diferente naturaleza.

Generalmente los plásticos se clasifican de acuerdo con las propiedades físicas y químicas de las resinas que los constituyen en dos grupos principales: termoplásticos y termofijos.

Los termoplásticos son resinas con una estructura lineal que durante el moldeo en caliente no sufren ninguna modificación química.

Las resinas termofijas, en cambio, pueden ser fundidas una sola vez. Las resinas de este grupo, que se caracterizan por tener una estructura molecular entrelazada, se funden inicialmente por acción del calor, pero enseguida, si se continua la aplicación del calor, experimentan un cambio

químico irreversible el cual provoca que las resinas se tornen infusibles (es decir no se plastifican) e insolubles. Este endurecimiento es causado por la presencia de catalizadores o de agentes reticulantes.

La versatilidad de los plásticos y la relativa facilidad con que una resina, mezclada con diferentes aditivos y cargas, se transforma en múltiples artículos terminados, ha hecho nacer otros muchos procedimientos entre ellos el moldeo a presión en moldes metálicos.

En el grupo de las resinas termoplásticas (tabla 2) se presenta una lista básica utilizada para la producción de compuestos de moldeo, generalmente se abastecen en polvo o gránulos (pellets) la lista no es completa, en cuanto no incluye los polímeros nuevos o las combinaciones de dos o más polímeros (copolímeros) que se han producido para aplicaciones especiales.

El moldeo por inyección es el típico proceso de transformación de los termoplásticos. El polímero termoplástico en estado fundido tiene el más bajo valor de viscosidad (y por consiguiente la más alta fluidez) y es capaz de permanecer en esta condición por varios minutos.

**TABLA 2.- MATERIALES TERMOPLÁSTICOS CON ESTRUCTURA
AMORFA Y CRISTALINA**

Termoplásticos con estructura amorfa		Intervalo de fusión °C	Contracción en moldeo %
	símbolo ISO		
ABS copolímero	ABS	170-200	0.4-0.7
Poliestireno	PS	130-160	0.3-0.8
Poliestireno resistente al impacto	SB	130-160	0.3-0.8
Acronitrilo-estireno	SAN	140-170	0.4-0.8
Acetato de celulosa	CA	130-170	0.3-0.7
Acetato butirato de celulosa	CAB	130-170	0.3-0.7
Propionato de celulosa	CP	130-170	0.3-0.7
Policarbonato	PC	220-260	0.5-0.8
Polimetil metacrilato	PMMA	150-180	0.4-0.8
Óxido de polifenileno (modificado)	PPO	240-270	0.5-0.8
Cloruro de polivinilo (rígido)	PVC	130-160	0.4-0.8
Termoplásticos semicristalinos		Temperatura de fusión °C	Contracción en moldeo %
	símbolo ISO		
Poliétileno (baja densidad)	PE	~ 110	1-3
Poliestireno (alta densidad)	PE	~ 130	1.5-4
Polipropileno	PP	~ 165	1-2.5
Poliamida 66	PA 66	~ 255	1.2-2.5
Poliamida 6	PA 6	~ 220	0.8-2
Poliamida 610	PA 610	~ 220	0.8-2
Poliacetal (homopolímero)	POM	~ 175	1.5-3.5
Poliacetal (copolímero)	POM	~ 165	1.5-3.5
Polibutileno-tereftalato	PBTP	~ 225	1.2-2.8
Poliétileno-tereftalato	PETP	~ 255	1.2-2
Fluorotileno-propileno copolímero	FEP	~ 270	3.5-5
Etileno-Tetrafluoruro etileno copolímero	ETFE	~ 270	3.5-5

Nota.- Todos los valores corresponden a polímeros sin refuerzos fibrosos ni cargas de otro tipo

Esta característica permite que el material pueda inyectarse extruirse o procesarse de cualquier otra manera, aunque tal procedimiento requiera de largos intervalos de tiempo.

En estos últimos años con el estudio de la reología de los polímeros se ha logrado importantes avances, los programas de cálculo desarrollados a través de la computadora nos permite analizar el problema fundamental del moldeo por inyección.

1.4.2 ADITIVOS QUE SE UTILIZAN

Los aditivos que se utilizan en planta son pigmentos orgánicos e inorgánicos compatibles con la resina básica y además que permita la selección de colores en una determinada gama. Los más comunes son los pigmentos basados en metales pesados, en especial el cadmio y el plomo. La norma DIN 54001 determina la termoestabilidad (cambio de color con temperatura) después de 90 min a 180 grados centígrados. Y la migración (DIN 53775) tonos 0.2% durante 24 horas a 80 grados centígrados.

1.5 MÁQUINAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE FABRICACION DE UN ARTÍCULO DE PLÁSTICO.

1.5.1 MAQUINAS DE MOLDEO POR COMPRESION

Estas máquinas generalmente de tipo vertical poseen dos placas rectangulares en disposición horizontal, una superior y otra inferior, que toman el nombre de platinas donde se fija el molde del elemento a producir.

En la platina superior (parte móvil) de la máquina se fija la mitad del molde mediante pernos adecuados para este fin. Sobre la placa inferior (parte fija) se fija la otra mitad del molde, un pistón hidráulico une la parte superior con la inferior produciendo previa carga de material en forma manual, el producto deseado.

El criterio para elegir este método de moldeo se basa en:

- Piezas con pared delgada y con superficie grande.*
- Material de moldeo que presenta dificultad para fluir en los canales y en las cavidades de molde (materiales muy viscosos o que contienen cargas inertes).*
- Piezas moldeadas con inserciones que no permitan el moldeo automático.*

- *Producción de cantidades medianas o pequeñas de partes moldeadas para lo cual no se justifiquen inversiones costosas en máquinas y moldes.*

1.5.2 MÁQUINAS DE MOLDEO POR EXTRUSION

Son máquinas de proceso continuo compuestas de tres cuerpos, la parte de calefacción donde se fija el molde y se procesa la materia prima semejante al de una Inyectora, tal como se muestra en la Figura 1, la parte de refrigeración donde el elemento extrusado, según el molde, se enfría en una primera fase con agua recirculante, y un equipo de faja transportadora de velocidad regulable al ritmo de Extrusión que condiciona el tamaño del elemento final extrusado para su uso. El procedimiento de este método de moldeo se resume en:

- *Colocar molde*
- *Agregar materia prima a tolva*
- *Calentamiento de molde y materia prima.*
- *Paso del material.*
- *Regular velocidad faja transportadora*
- *Guiar inicio del artículo*
- *Verificar artículo y regular proceso.*
- *Medida y corte del artículo.*

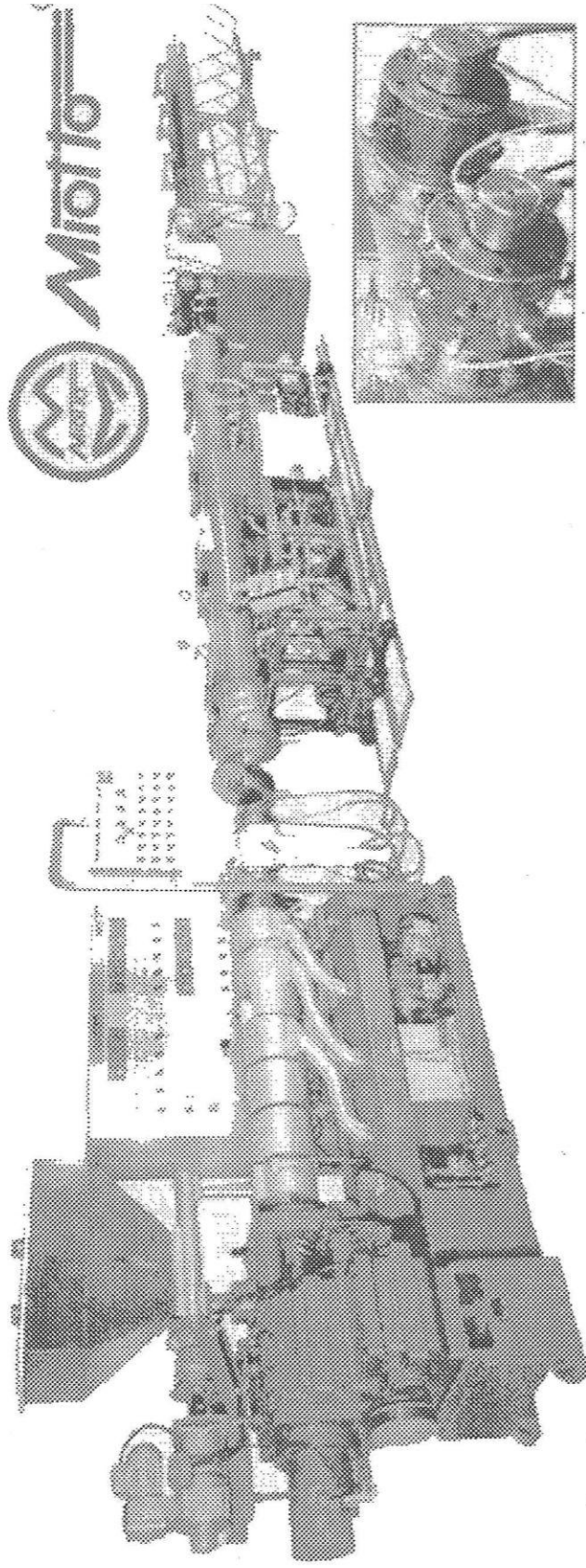


FIG. 1.- MÁQUINA DE MOLDEO POR EXTRUSIÓN

(Referencia: Tecnología del plástico N° 69 Julio 1996)

1.5.3 MÁQUINAS DE MOLDEO POR INYECCIÓN

El modelo de la máquina objeto de modernización pertenece a las máquinas llamadas de moldeo por inyección con husillo reciprocante; que se caracterizan por que la unidad de inyección esta dotado de un tornillo o husillo plastificador. Las partes que destacan en la máquina son:

A. Unidad de cierre del molde

La unidad de cierre es el componente de la máquina que sostiene el molde: efectúa el cierre y la apertura, genera la fuerza para mantenerlo cerrado durante la fase de inyección y cuando el molde se abre, expulsa la pieza moldeada.

El tipo de cierre más utilizado es el cierre de doble rodillera, que viene a ser un conjunto de bielas accionadas hidráulicamente con la particularidad de que proporcionan una mayor velocidad de desplazamiento a la platina móvil, acortando a la vez los tiempos de cierre y apertura de molde y, en consecuencia, reduce el tiempo total del ciclo de moldeo.

B. Unidad de Inyección:

La unidad de inyección es la parte de la máquina que efectúa la alimentación, la plastificación y la inyección al molde del material termoplástico.

Este grupo lo componen tres partes (Figura 2) :

- Cilindro de plastificación (23)
- Cabeza de inyección (29)
- Cilindro de inyección (32)

El cilindro de plastificación comprende:

- El husillo (22),
- La boquilla (15),
- y las resistencias eléctricas (20) para el calentamiento del material termoplástico.

Del cilindro de plastificación, donde están insertos los termopares (21) (o termocuplas), parten los conductores que están conectados a los termorreguladores o controladores de temperatura, instalados en el gabinete de control de la máquina los cuales a su vez activa los contactores que alimentan las resistencias eléctricas.

Los termopares controlan la temperatura del cilindro de plastificación, enviando la señal a los termorreguladores ya descritos.

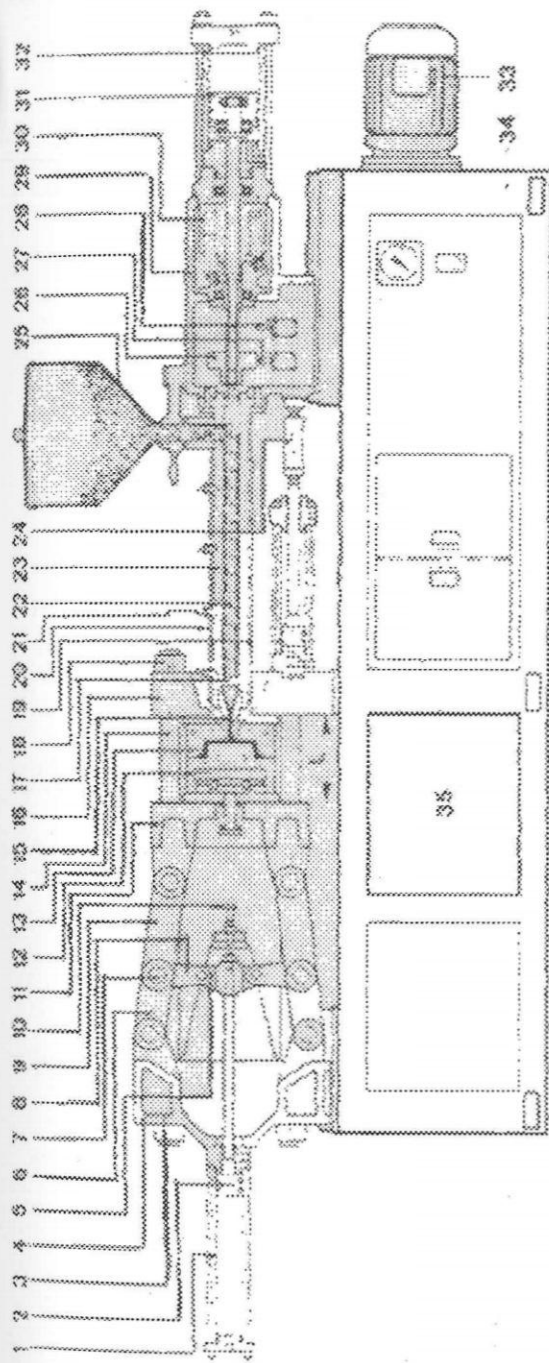


FIG. 2.- SECCIÓN LONGITUDINAL DE UNA MÁQUINA DE MOLDEO POR INYECCIÓN POR HUSILLO RECIPROCANTE, DEL TIPO DOBLE RODILLERA. Nótese el molde cerrado y el husillo (22) en posición al final de la inyección.

- | | | |
|---|---|---|
| 1.- Cilindro hidráulico del molde. | 15.- Boquilla libre. | 26.- Acoplamiento (husillo-eje motor) |
| 2.- Pistón que actúa el cierre del molde. | 16.- Platina fija. | 27.- Interruptor de límite para accionar la segunda presión de inyección. |
| 3.- Tuerca de la cabeza de moldes. | 17.- Válvula antirretorno. | 28.- Interruptor de límite para actuar el término de la plastificación. |
| 4.- Cabeza de moldes. | 18.- Tuerca de la platina fija. | 29.- Cabeza de inyección. |
| 5.- Cabeza de cruz. | 19.- Cilindro para accionar el movimiento del grupo de inyección. | 30.- Motor hidráulico para actuar la rotación del husillo. |
| 6.- Biela corta. | 20.- Resistencia de calentamiento del cilindro de plastificación. | 31.- Pistón de inyección. |
| 7.- Perno. | 21.- Termopar | 32.- Cilindro de inyección. |
| 8.- Leva de empuje. | 22.- Husillo de plastificación. | 33.- Motobomba del sistema hidráulico. |
| 9.- Biela larga. | 23.- Cilindro de plastificación. | 34.- Bancada (base). |
| 10.- Botador de expulsión de las piezas. | 24.- Tuerca para regulación de la posición de la boquilla. | 35.- Abertura para recolectar las piezas moldeadas. |
| 11.- Platina móvil. | 25.- Tolva. | |
| 12.- Medio molde móvil. | | |
| 13.- Medio molde fijo. | | |
| 14.- Columna. | | |

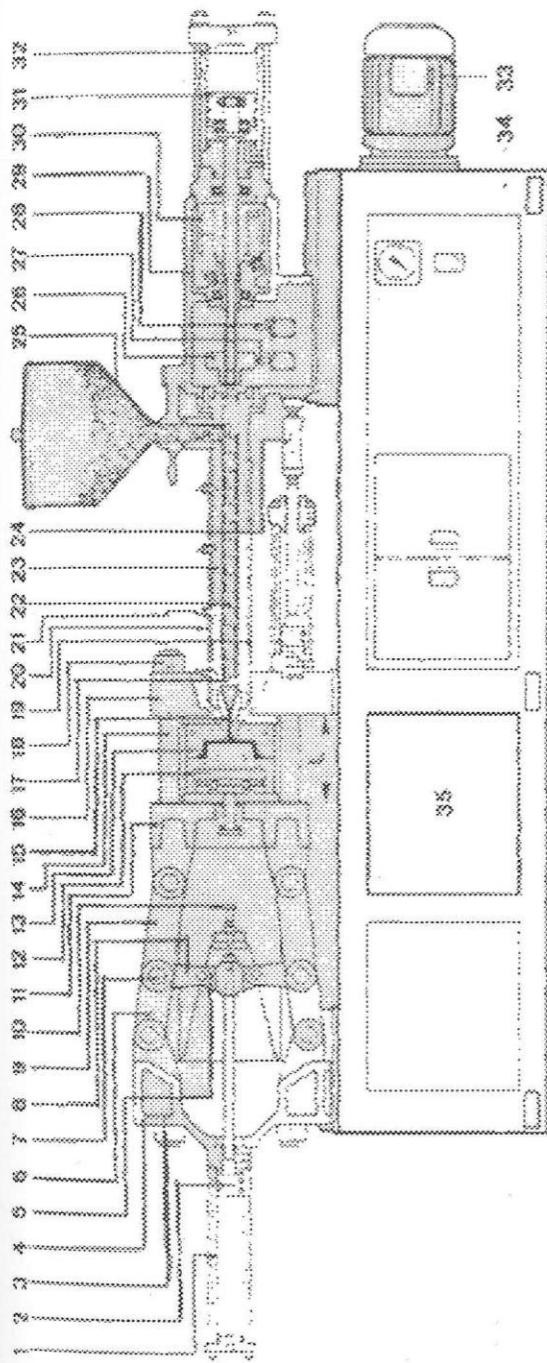


FIG. 2.- SECCIÓN LONGITUDINAL DE UNA MÁQUINA DE MOLDEO POR INYECCIÓN POR HUSILLO RECIPROCANTE, DEL TIPO DOBLE RODILLERA. Nótese el molde cerrado y el husillo (22) en posición al final de la inyección.

- | | | |
|---|---|---|
| 1.- Cilindro hidráulico del molde. | 15.- Boquilla libre. | 26.- Acoplamiento (husillo-eje motor) |
| 2.- Pistón que actúa el cierre del molde. | 16.- Platina fija. | 27.- Interruptor de límite para accionar la segunda presión de inyección. |
| 3.- Tuerca de la cabeza de moldes. | 17.- Válvula antirretorno. | 28.- Interruptor de límite para actuar el término de la plastificación. |
| 4.- Cabeza de moldes. | 18.- Tuerca de la platina fija. | 29.- Cabeza de inyección. |
| 5.- Cabeza de cruz. | 19.- Cilindro para accionar el movimiento del grupo de inyección. | 30.- Motor hidráulico para actuar la rotación del husillo. |
| 6.- Biela corta. | 20.- Resistencia de calentamiento del cilindro de plastificación. | 31.- Pistón de inyección. |
| 7.- Perno. | 21.- Termopar | 32.- Cilindro de inyección. |
| 8.- Leva de empuje. | 22.- Husillo de plastificación. | 33.- Motobomba del sistema hidráulico. |
| 9.- Biela larga. | 23.- Cilindro de plastificación. | 34.- Bancada (base). |
| 10.- Botador de expulsión de las piezas. | 24.- Tuerca para regulación de la posición de la boquilla. | 35.- Abertura para recolectar las piezas moldeadas. |
| 11.- Platina móvil. | 25.- Tolva. | |
| 12.- Medio molde móvil. | | |
| 13.- Medio molde fijo. | | |
| 14.- Columna. | | |

Normalmente las máquinas de inyección pueden estar equipadas con diferentes cilindros de plastificación, teniendo cada uno diámetro diverso de husillo. Según el diámetro de husillo utilizado se tiene diferentes valores para el volumen efectivo de inyección, la capacidad de inyección efectiva y la máxima presión específica sobre el material.

La cabeza de inyección une el cilindro de plastificación con el cilindro hidráulico de inyección.

En nuestro caso se incluye también el motor hidráulico (en la fig 2) (30) que controla la rotación del husillo durante la fase de plastificación, Conectado al husillo por transmisión de engranes.

El motor hidráulico está accionado por la bomba del sistema hidráulico de la máquina. Su velocidad de rotación y, por tanto, la velocidad del husillo puede ser fácilmente regulado en forma continua. La máxima velocidad varía de 100 r.p.m., para las máquinas de gran capacidad, hasta 700 r.p.m , para las más pequeñas. La presión máxima de trabajo del sistema está normalmente comprendida entre 100 y 175 bar (kgf/cm²).

El cilindro de hidráulico de inyección controla la fase de inyección por medio del pistón (31). Esta fase se realiza en el menor tiempo posible, con el objetivo de evitar que el material termoplástico se solidifique antes de llenar completamente la cavidad de molde.

Según la cantidad de material por inyectar, el tiempo total de inyección puede variar de unos pocos décimos de segundo hasta algunas decenas de segundos.

Existen materiales, como por ejemplo las resinas acetálicas y poliamídicas, para los cuales la velocidad de inyección debe ser lenta para evitar la oxidación debida a la degradación térmica durante su traslación de la cámara de inyección al molde.

La carrera de retorno del pistón de inyección y, por lo tanto, del husillo, varía en función de la cantidad de material por inyectar. La variación de la carrera se obtiene moviendo en el momento oportuno el interruptor de límite (28) (Figura 2). Cuando el cople (26) acciona el interruptor de límite (28) se detiene la rotación del husillo y termina la fase de plastificación.

La presión máxima de trabajo del cilindro de inyección está normalmente comprendida entre 100 y 175 bar (kgf/cm²).

El diámetro del pistón (31) se calcula de manera que puede obtenerse una presión específica sobre el husillo mediano de 15000 bar. La presión de inyección puede ser regulada mediante una válvula apropiada. Es importante considerar que la carrera de inyección se efectúa bajo dos diferentes valores de presión. La primera presión (P1) actúa durante la fase de llenado del molde, que corresponde a cerca del 95% de la carrera de inyección. La segunda presión (P2) actúa en la parte final de la carrera y entra en función cuando el cople (26) acciona el interruptor límite (27). A la segunda presión se le llama también pospresión de inyección o presión de sostenimiento, debido a que su propósito es mantener, durante la fase inicial del enfriamiento de la pieza del molde, la presión sobre el material inyectado cuando el molde se ha llenado completamente, con objeto de evitar rechupes en la pieza y reducir en lo posible la contracción. Su valor es generalmente más bajo que el de la primera presión.

Para mantener bajo presión el material inyectado en el molde durante la solidificación y la contracción es necesario regular un exceso de carrera del pistón de inyección (y por consiguiente la dosificación de la cantidad de material por inyectar). El propósito de esto es asegurar que una vez que el molde esté lleno, exista un "colchón" de material fundido (unos pocos milímetros de espesor entre el puntal del husillo y la boquilla).

El cilindro hidráulico (19) opera la fase de acercamiento y retiro de la unidad de inyección con el molde, con objeto de tener acceso a la boquilla.

C. Sistema Hidráulico

El funcionamiento del sistema es como sigue (Figura 3):

La bomba (3) succiona el aceite del tanque a través del filtro (4) que es enviado a los distribuidores (11), (12), y (14), los cuales actúan mediante señales eléctricas los respectivos cilindros.

La máxima presión del sistema está controlada por la válvula (6), mientras que la válvula (7) (9) controlan, respectivamente, la baja presión de cierre del molde y la segunda presión de inyección o pospresión de inyección.

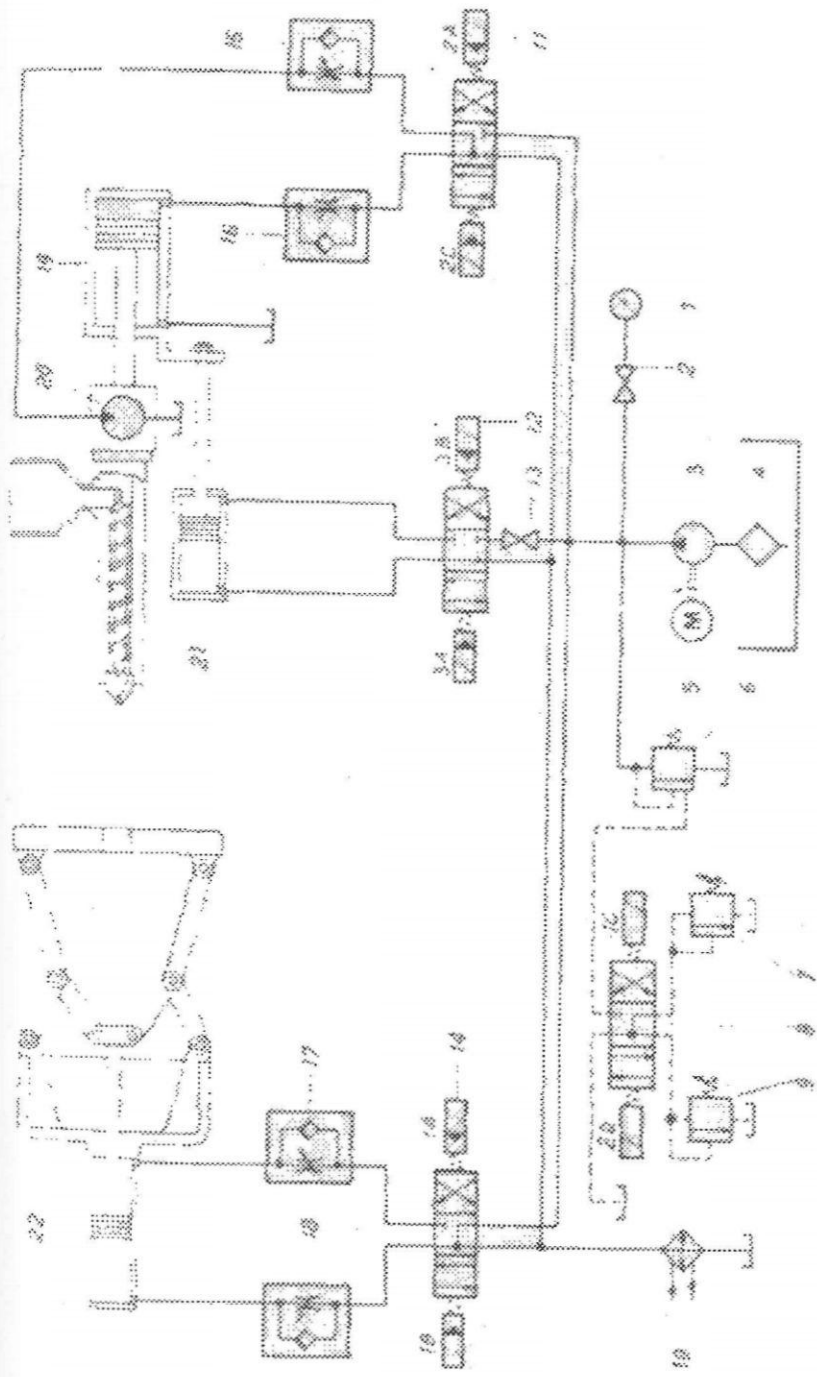


FIG. 3.- DIAGRAMA DE UN SISTEMA HIDRÁULICO CONVENCIONAL EN UNA MÁQUINA DE MOLDEO POR INYECCIÓN CON DOBLE RODILLERA.

(Referencia: Moldes y máquinas de inyección para la transformación del plástico. Tomo 1)

Los reguladores de flujo (17) y (18) tienen la función de controlar la velocidad de cierre y apertura de molde, mientras que el control de la velocidad de rotación del husillo y la velocidad de inyección se realiza mediante los reguladores (15) (16).

La velocidad de traslación de la unidad de inyección se regula mediante la válvula (13).

El enfriamiento de aceite en circulación se hace por medio del intercambiador de calor (10), normalmente del tipo de tubos con circulación de agua fría. El aceite de retorno, antes de llegar al tanque, pasa por el intercambiador de calor.

También se tiene (1) un manómetro para el control de la presión en el sistema; (2) válvula de exclusión del manómetro; (5) motor eléctrico que acciona la bomba; (19) cilindro de inyección; (20) motor hidráulico de husillo; (21) cilindro para mover la unidad de inyección; (22) cilindro que controla el movimiento de la rodillera para el cierre y apertura de molde.

D. Sistema Eléctrico

Las máquinas de moldeo por inyección están equipadas con un sistema eléctrico que sirve para controlar el funcionamiento automático del

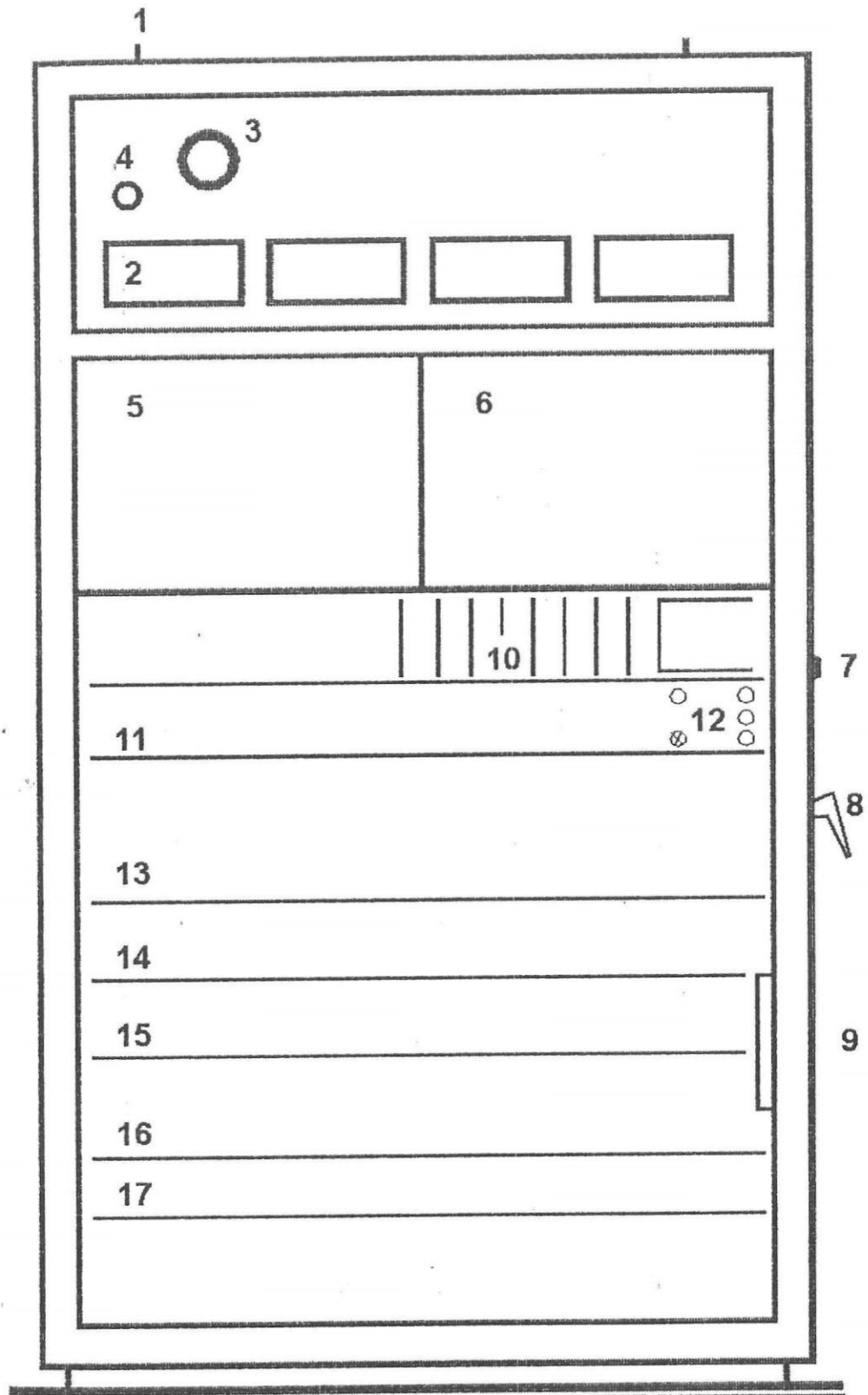
proceso, la temperatura del cilindro de plastificación y el motor eléctrico, así como los dispositivos especiales que eventualmente requiera la máquina.

La máquina tiene un tablero de control con selectores y botones de operación que sirven para el ajuste inicial ya sea para el montaje del molde o ya para el funcionamiento manual de la misma. Sobre este control se encuentra normalmente el selector para el funcionamiento manual, semiautomático y automático, los controles para el arranque y paro del motor eléctrico, que acciona la bomba hidráulica, Así como el selector para el funcionamiento en ciclo manual del extractor hidráulico y de los pistones radiales montados sobre el molde.

El tablero de la máquina en estudio consta de los siguientes elementos de control distribuidos como se muestra en la Figura 4; así como los apéndices:

<u>LOCALIZACIÓN</u>	<u>ELEMENTO</u>	<u>NOTACIÓN</u>
1.	Lámpara de emergencia	1h1
-	Indica problemas de cierre de molde	
-	Indica problemas de lubricación	
2.	Pirometros de temperatura	

FIG. 4.- TABLERO ELÉCTRICO



(Referencia: Máquina Inyectora Netzal 120/350)

Se consideran 4 zonas de control

3. *Reostato de control para calefacción*
 - *Controla la zona de la boquilla es independiente a las 4 zonas.*
4. *Indicador luminoso*
 - *Señala la intensidad regulada con el reostato*
5. *Zona de control donde se ubica:*
 - *Horometro para motor principal* *0h2*
 - *Interruptor de calefacción* *2b1*
 - *Contador ciclos de inyección* *0h1*
 - *Selector del modo de ciclo*
 - *Selector operación expulsor auxiliar*
 - Apagado* *5b6 - 0*
 - Semiautomático* *5b6 - 1*
 - Automático* *5b6 - 2*
 - *Selector operación expulsor hidráulico*
 - Apagado* *5b5 - 0*
 - Manual (acción con 5b12, 5d1)* *5b5 - 1*
 - Automático (acción 5b12,5d1,2d7)* *5b5 - 2*
 - *Selector operación cilindro inyector (actúa delante (D) o atraz (R))*
 - Acción (D,5b5 - R,5b13)* *3b11 - 1*
 - Acción (D,5b14 - R,3d4)* *3b11 - 2*
 - Acción (D,5b14,5b15-R,3d4)* *3b11-3*
 - *Interruptor expulsor neumático* *5b22*
 - *Interruptor expulsor hidráulico* *5b44*

6.	<i>Zona de control donde se ubica:</i>	
-	<i>Centro de indicadores luminosos ubicados en una ubicación gráfica referencial de todos los elementos accionados eléctricamente, se encienden a medida que van actuando.</i>	
-	<i>Interruptor para salida neumática</i>	<i>5b2</i>
-	<i>Interruptor inyección con giro</i>	<i>3b9</i>
-	<i>Interruptor plastificación manual</i>	<i>3b11</i>
-	<i>Interruptor (3d1 - 3b4)</i>	<i>3b7</i>
-	<i>Interruptor anula control boquilla</i>	<i>3b16</i>
-	<i>Temporizadores de inyección</i>	
	<i>Primera Inyección</i>	<i>3d1</i>
	<i>Segunda Inyección</i>	<i>3d2</i>
	<i>Pausa de Plastificación</i>	<i>3d3</i>
	<i>Enfriamiento</i>	<i>3d4</i>
	<i>Pausa Inicio Nuevo Ciclo</i>	<i>4d1</i>
	<i>Expulsor Hidráulico</i>	<i>5d1</i>
	<i>Pausa Repite Efecto Expulsor</i>	<i>5d7</i>
	<i>Válvula Neumática</i>	<i>5d3</i>
-	<i>Interruptor Protección Molde</i>	<i>6b1</i>
-	<i>Interruptor Salida Neumática</i>	<i>5b1</i>
-	<i>Temporizadores</i>	
	<i>Retroceso de Cilindro</i>	<i>3d6</i>
	<i>Protección Molde</i>	<i>6d3</i>
	<i>Expulsor Auxiliar</i>	<i>5d2</i>
	<i>Expulsor Neumático</i>	<i>5d3</i>

Complementariamente en la máquina se tiene un tablero de mando con los siguientes componentes:

- *Conmutador de Operación de Ciclo Manual - Semiautomático* 0b8
- *Pulsador Cierre Molde* 4b2
- *Pulsador Apertura Molde* 4b1
- *Pulsador In Expulsor Auxiliar* 5b11
- *Pulsador Out Expulsor Auxiliar* 5b10
- *Pulsador In Expulsor Hidráulico* 5b9
- *Pulsador Out Expulsor Hidráulico* 5b8
- *Pulsador On Purga* 3b2
- *Pulsador Off Purga* 3b1
- *Pulsador Cilindro Adelante* 3b14
- *Pulsador Cilindro hacia Atrás* 3b15
- *Pulsador de Plastificación Manual* 3b3

E. Sistema Eléctrico para el Control Automático

El sistema eléctrico para el control automático está compuesto de dispositivos eléctricos que sirven para hacer funcionar automáticamente la máquina.

Estos se encuentran en la parte del gabinete de control eléctrico (relés, temporizadores) y otros más sobre la máquina (interruptores de límite, botones de control). La secuencia de las

fases que componen el ciclo de funcionamiento está controlada por el movimiento de la máquina mediante el accionamiento de interruptores eléctricos de límite, que a su vez accionan a los relés y temporizadores instalados dentro del gabinetes de control, mientras que el control del tiempo de inyección y del tiempo de cierre de molde, se ejecutan con temporizadores montados en el frente del mismo gabinete.

Cuando la máquina trabaja en ciclo automático, el inicio del ciclo siguiente está ordenado por un interruptor de límite instalado en la unidad de moldes, o por medio de un temporizador cuando es necesario detener por pocos segundos la platina móvil en posición abierta para permitir que la pieza moldeada caiga libremente del molde, evitando que sea atrapada al cerrarse éste.

Según norma Europea una Inyectora se denota como: FB 350/120,350 referencia a la unidad de inyección, corresponde al nivel teórico en centímetros cúbicos que la máquina tendría si el material en el cilindro estuviera sometido a 1000 bar. El husillo viene a ser un tornillo sinfin que se encarga de mover la materia prima dentro del cilindro por acción hidráulica.

120 es el número que hace referencia a la fuerza máxima de cierre en toneladas métricas que la máquina proporciona.

F. Condiciones de Operación de una Máquina de Moldeo por Inyección:

En una máquina de moldeo por inyección, las fases de operación de un ciclo de producción se efectúan según el diagrama (ver Figura 5) y son:

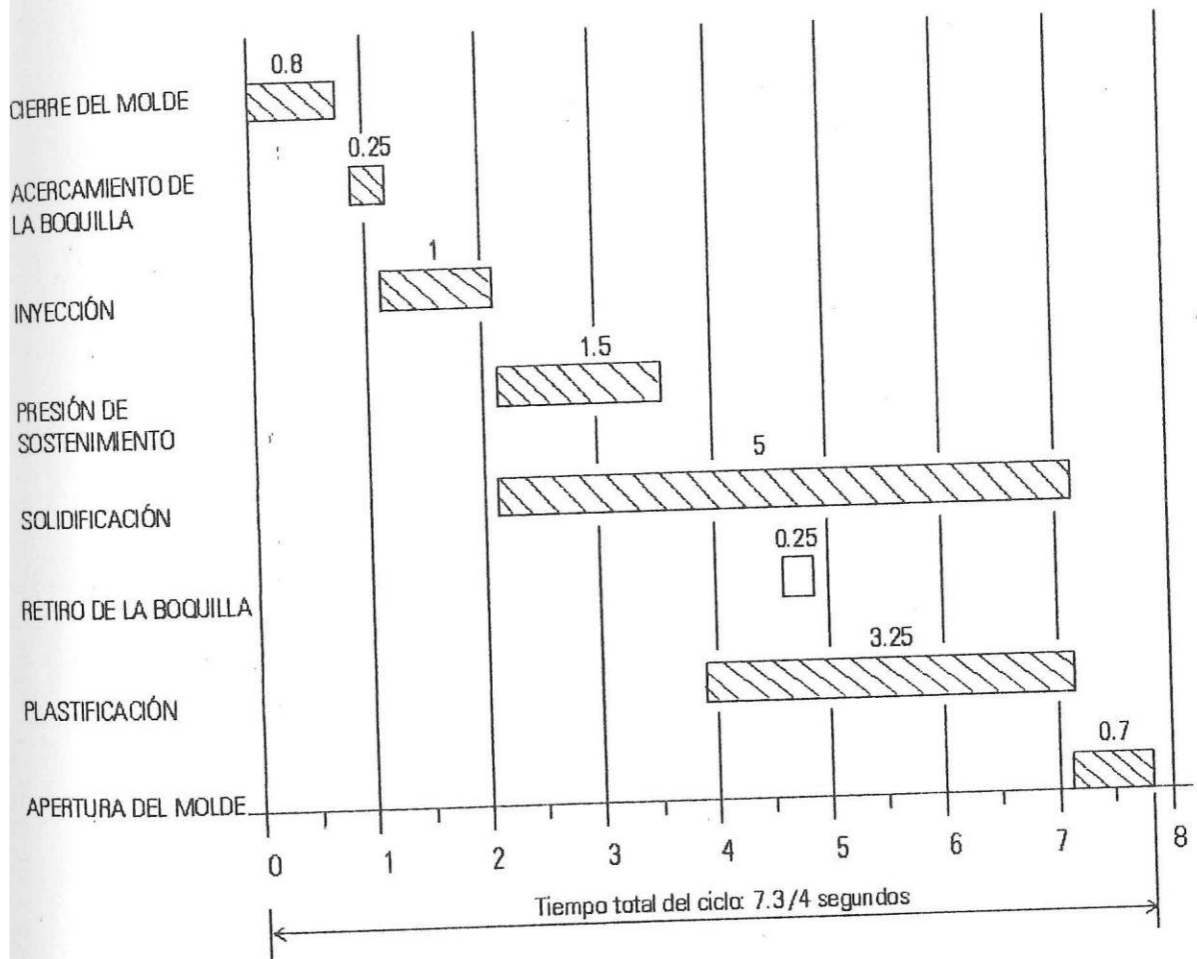
- Cierre del molde
- Acercamiento de la boquilla
- Inyección
- Presión de sostenimiento
- Solidificación
- Retiro de la boquilla
- Plastificación (dosificación del material)
- Apertura de molde y expulsión de la pieza inyectada.

1.6 EQUIPOS AUXILIARES DE PLANTA

1.6.1 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE AGUA

La planta dispone de una torre de enfriamiento la cual se encuentran ubicadas a 3m de altura, su operación se mide por la relación agua - aire seco (L/Gs). El agua entibiada por el paso a través de intercambiadores de calor, condensadores y similares, se enfría por contacto

FIG. 5.- DIAGRAMA DE LAS FASES DE OPERACIÓN Y SU TIEMPO PARA UNA MÁQUINA CON CICLO DE PRODUCCIÓN CON PIEZAS DE POLIESTIRENO CON PESO DE 22 GRAMOS



(Referencia: Moldes y Máquinas de Inyección para Transformación de Plásticos. Tomo 1)

con el aire atmosférico, que en este es inducido en contracorriente al flujo de agua por un ventilador ubicado en el tope de la torre, para luego ser utilizada nuevamente en recirculación.

El calor latente del agua es tan grande, que una cantidad pequeña de evaporación produce efectos de enfriamiento; Principalmente en épocas de verano, en que la humedad relativa del aire es más baja y por lo tanto da a lugar a que se produzca mayor evaporación.

Para requerimientos puntuales de mayor enfriamiento se utiliza los condensador de Chillers que son unidades compactas de refrigeración que poseen un sistema de enfriado a gas. Que puede mantener el agua hasta en dos grados centígrados, tiene un tanque incorporado el cual es bombeado en circuito cerrado hacia el objetivo de enfriamiento.

1.6.2 CALENTADORES DE AGUA

Generalmente utilizado cuando la complejidad del molde requiere determinada temperatura, estas unidades llevan incorporado un pequeño tanque de agua que es calentada por resistencias eléctricas controladas por un pirometro, El agua al operar el equipo es bombeada a presión hacia el molde de forma recirculante a temperatura regulada.



1.6.3 VARIACS (LIMITADORES DE CORRIENTE)

Vienen a ser elementos de control eléctrico que actúan sobre las resistencias eléctricas en los moldes que por su geometría de cavidades son diseñadas de este modo, el objetivo es mantener una temperatura constante. Su potencia varía entre 50 y 100 watts.

1.6.4 PIRÓMETROS DE MOLDE

Vienen a ser controladores de temperatura (Pirómetros) que utilizan los moldes que traen incorporada resistencias eléctricas. Permite una buena distribución de temperatura y una segura termoregulación. El conjunto Pirómetro consta de un controlador con termocuplas como sensores de temperatura.

1.6.5 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

La planta de industria plástica cuenta con un equipo de aire comprimido para sus requerimientos en el proceso de producción. Las áreas o equipos donde se consume aire comprimido son:

- Máquinas inyectoras (operación moldes particulares)*
- Máquinas de moldeo por compresión (limpieza)*
- Mezcladoras (limpieza)*

- *Mantenimiento (limpieza)*
- *Área de matriceria (equipos neumáticos)*

1.6.6 MOLINO DE MATERIAL REPROCESADO

Son máquinas que se encargan de triturar y reducir Los productos rechazados por control de calidad con el objeto de recuperar el material para ser reprocesado, con el 25% de material virgen.

Estructuralmente consta de un motor eléctrico que acciona cuchillas giratorias que trituran el material fallado que se introduce en ellas.

1.6.7 SECADOR POR AIRE CALIENTE PARA MATERIALES PLÁSTICOS

La humedad absorbida en diferente medida por la materia prima plástica durante el transporte o deposito en almacenes, puede causar durante el proceso de fusión y de inyección, inconvenientes que se manifiestan en las piezas moldeadas:

- *Disminución de la resistencia mecánica*
- *Variación de la contracción por moldeo*
- *Defectos superficiales (hojeado, ampollas etc).*

Para los materiales de moldeo con pocos o nula higroscopía y sobre los cuales puede

depositarse humedad en la superficie, se usan secadores de aire caliente.

El aparato ésta constituido por un grupo de ventilación y calentamiento controlado por un Pirómetro que a través de termopares controla la temperatura del aire forzado. Este equipo es colocado a un lado de la Inyectora, y de una tolva especial montada sobre la maquina secadora conectada por un grupo de mangueras. El sistema asegura la circulación forzada de aire caliente a través de los gránulos del material por secar.

Para materiales termofijos que se moldean por compresión se usa las estufas de alta frecuencia que son unidades equipados con un sistema que activa un magnetrón (válvula electrónica) el mismo que produce microondas; al ser expuesto el material a dichas microondas, eleva su temperatura permitiendo así evaporar la humedad presente en el material, el tiempo es controlado por un reloj que temporiza la aplicación. estos equipos son ubicados junto a las máquinas de moldeo por presión puesto que el secado es previo al moldeo.

1.6.8 PASTILLADORA

Es una máquina que se utiliza para comprimir en forma de pastilla un material termofijo en polvo, a fin de dosificarlo y facilitar el proceso de moldeo por compresión. Consta de un motor eléctrico que acciona un mecanismo de levas y componentes mecánicos que hacen que el material depositado en una tolva, que es parte de la máquina, sea transportado automáticamente hasta un cilindro pistón que lo comprime a la medida y peso graduado por el personal de operación.

CAPITULO II

EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA

Para estimar la eficiencia de la producción consideramos el tiempo neto de producción y el tiempo total de producción en los tres turnos.

$$E\% = TNP / TTP$$

donde:

TNP = tiempo neto de producción

TTP = tiempo total de producción programado

La tabla 3 muestra la eficiencia tomada de los reportes de planta en 6 meses.

2.1 GRADO DE UTILIZACIÓN

El grado de utilización en la industria plástica muestra cuanto, de la capacidad disponible en horas, ha sido usada para la producción.

TABLA 3.- EFICIENCIA DE LA PRODUCCION ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC EN UNA MAQUINA INYECTORA

MES	HORAS		MANTENIMIENTO		EFICIENCIA DE LA PRODUCCION
	NETAS DE PRODUCCION	HORAS PROGRAMADAS	HORAS NO PROGRAMADAS	HORAS DE LA PRODUCCION	
MARZO	275	350	75		78.57%
ABRIL	285	364	79		78.30%
MAYO	283	364	81		77.75%
JUNIO	279	350	71		79.71%
JULIO	272	350	78		77.71%
AGOSTO	275	350	75		78.57%
PROMEDIO SEMESTRAL	278.17		76.50		78.44%

En un año si la máquina es usada continuamente en los tres turnos la capacidad total es de 7560 horas.

$$Gu = HPP/HT$$

donde:

Gu : Grado de utilización

HPP : Horas programadas de producción

HT : Horas potenciales de producción (7560 hs)

Anualmente se programa 4032 horas de producción, Luego:

$$Gu = \frac{4032}{7560} = 0.53$$

Esto nos indica que la capacidad productiva de la máquina solo se utiliza en un 53%

2.2 FACTOR DE CARGA.

El factor de carga es un indicador de la relación entre la carga efectiva de trabajo y la carga máxima prevista.

En los equipos de inyección hay una relación entre la carga y el factor de tiempo en que es aplicado. ya que el tiempo de los ciclos de inyección es uno de los factores que los que depende la calidad del producto.

2.3. FALLAS E INTERRUPCIONES EN MÁQUINAS Y EQUIPOS

2.3.1 FALLAS MECÁNICAS

Las fallas mecánicas se manifiestan por diversas razones entre ellas:

- *El desgaste del sistema hidráulico.*
- *La obstrucción por partículas de plástico.*

2.3.2 FALLAS ELÉCTRICAS

Las fallas eléctricas son las que originan más percances en el funcionamiento de las máquinas inyectoras, (ver fig 6) estas fallas se dan:

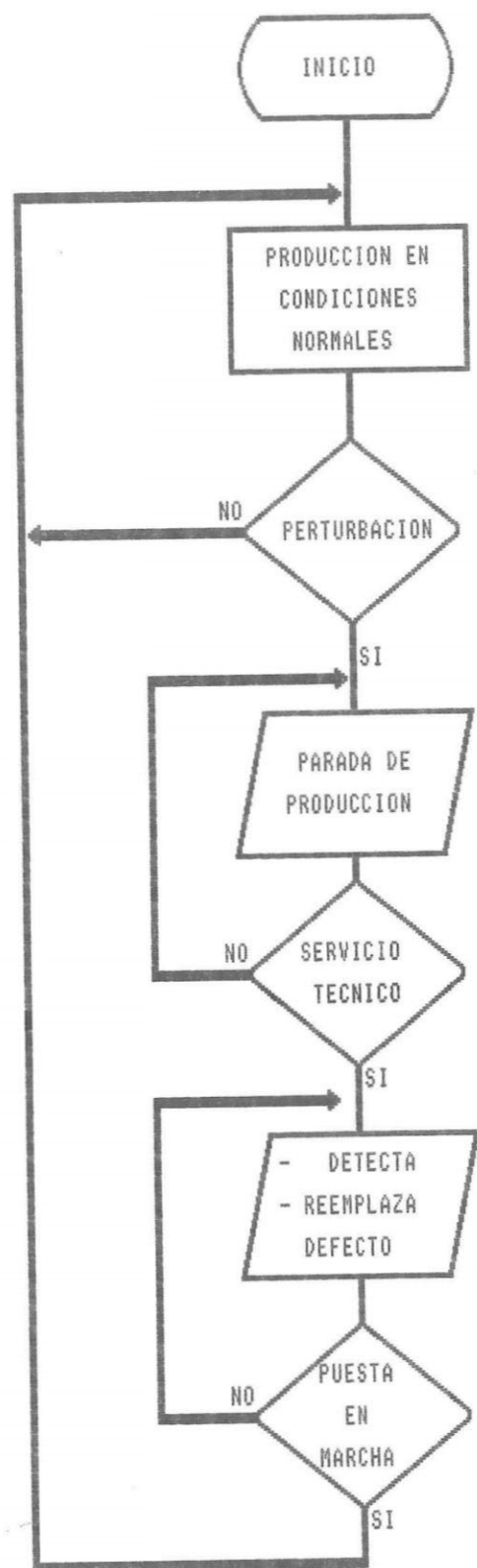
A. En la zona de temperatura:

Donde los controladores de temperatura (pirometros) presentan alteraciones en control de la temperatura enviando a las unidades calefactoras tensión por exceso o defecto sobre el punto de control preseteado lo que provoca fallas en el sistema de calentamiento del material.

B. En la zona de inyección:

Las fallas en los temporizadores o en los relés del tablero de control origina la paralización del proceso en su conjunto entre los componentes que presentan fallas están también pulsadores de control, los fines de carrera de control de

FIG. 6. - DIAGRAMA LOGICO DE UNA FALLA



posición y las bobinas de las electroválvulas hidráulicas que al fallar inutilizan el control hidráulico.

Las causas son la contaminación del ambiente, vida útil final de los componentes.

2.3.3 FALLAS DE OPERACION

Se consideran como fallas de operación los percances que se producen pues dependen de la regulación de los principales parámetros de la máquina, mala operación del personal, falta de material de inyección y la dificultad que se tenga al extraer el producto inyectado.

Entre las principales tenemos:

- *Anormalidades dimensionales.*

Se detectan variedades dimensionales entre ciclos de moldeo.

- *Anormalidades de expulsión.*

Las piezas se adhieren a los moldes, y al bebedero del molde.

- *Anormalidades de llenado.*

Llenado incompleto, vacío en las piezas, uniones débiles.

- *Anormalidades de calidad.*

Depósitos en el molde, partículas no fundidas.

- *Anormalidades de superficie.*

Manchas, rubor deslustrado y dobleces, mancha en el punto de inyección, efecto chorro, picadura de efecto de corteza de naranja, rugocidades, marcas de flujo.

2.3.4 CALIDAD DE PRODUCTO

Las causas que influyen en la precisión de las piezas moldeadas, pueden atribuirse a tres factores fundamentales.

- *El molde*
- *La materia prima*
- *La máquina.*

Si estos tres factores no están bien interrelacionados entre sí, entonces no se podrá hablar de precisión y consecuentemente de calidad; la máquina construida con la mayor precisión no podrá proporcionar los resultados esperados si el molde no es adecuado y si la materia prima tiene diferentes características de un lote a otro y peor aún de una bolsa a otra, pero también es fundamental que la máquina esté en sus óptimas condiciones de trabajo para garantizar los adecuados parámetros básicos del proceso.

El procesamiento para verificar incluye intervenciones en tres diferentes fases de producción.

1. Durante la fase de aceptación de la materia prima, para estar seguros que sus características y presentación corresponde a lo que se requiere.
2. Durante la fase de operación para verificar que los parámetros reales referentes a la transformación corresponden a los fijados en la máquina.
3. Durante la fase de prueba después que se termina la pieza para constatar que se cumple las especificaciones.

CAPITULO III

ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

3.1 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE PLÁSTICO.

La implementación de un PLC en el tablero eléctrico de las máquinas de procesos para plásticos exige el cumplimiento de normas y condiciones óptimas de las demás variables de las máquinas hidráulicas así como en las operaciones auxiliares para la efectiva explotación de sus cualidades.

EXIGENCIAS ACTUALES DE MANTENIMIENTO

ANTES:

- *Disminucion de paradas imprevistas (solución rápida y oportuna de problemas)*

- conocimiento especializado de los equipos críticos de producción (para saber que hacer)
- Atención equilibrada de usuarios para evitar reclamos.
- mantener la disciplina del personal a su cargo
- Elaboración y ejecución del mantenimiento preventivo a equipos críticos.

ACTUAL FUTURO:

- Optimizar los recursos disponibles para el mantenimiento (costos)
- Eliminar las paradas imprevistas de producción (disponibilidad)
- Elaboración permanente de planes y mejoras del proceso de producción y mantenimiento (calidad)
- mantener o mejorar el rendimiento de los equipos.
- Mejorar la calidad del trabajo realizado por mantenimiento mediante instrumentos, análisis de fallas
- Aumentar la calidad y productividad del área de Mantenimiento.

DEFINICION DE MANTENIMIENTO

PASADO:

Acciones que se ejecutan para garantizar la disponibilidad y seguridad de los sistemas

productivos así como la conservación del activo fijo.

ACTUAL:

Garantizar la disponibilidad de la instalación para atender el programa de producción con calidad, productividad y asegurar costos adecuados.

De este modo la visión actual del mantenimiento es desde el punto de vista de un proceso.

un proceso es el conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y tomados en conjunto producen un resultado.

de este modo mantenimiento visto como proceso nos obliga a:

- tener una visión del negocio
- tomar acción de mejora sobre los procesos.

3.1.1 TIPOS Y EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

a) **Mantenimiento correctivo** : Es aquel que interviene el equipo cuando es evidente o ya ocurrió la falla.

b) **Mantenimiento preventivo**: Es el conjunto de acciones planificadas que se realizan en periodos establecidos sobre el equipamiento.

- c) *Mantenimiento predictivo: se basa en un monitoreo regular de síntomas de los equipos mediante instrumentos controlando su estado de funcionamiento, se interviene para la reparación del equipo cuando es estrictamente necesario.*
- d) *Mantenimiento productivo total - T.P.M Es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, evita las averías y promueve el mantenimiento autónomo (quien opera el equipo, también lo mantiene)*
- e) *Mantenimiento clase mundial .- Es un enfoque que realiza la ejecución y administración de mantenimiento en forma eficaz y Eficiente.*

3.1.2 MODIFICACIONES Y ARCHIVOS

Cada programa de mantenimiento es diseñado y aplicado a la medida para satisfacer necesidades y requisitos individuales. Cada planta difiere totalmente en organización , políticas de producción y de personal, sin embargo los principios básicos y objetivos de todo programa son semejantes a partir de los principios básicos se elaboran funciones y sistemas de información y control que van a permitir evaluar y obtener conclusiones que sirven para reajustar y establecer nuevos planes y políticas de mantenimiento.

Específicamente lo que se espera obtener es :

- *Minimizar los paros imprevistos*
- *La depreciación excesiva de la planta y de los equipos.*

Para lo cual es necesario llevar un sistema de tarjetas de archivo o registros en base de datos, en la que haya información básica sobre la máquina, número de serie, marca, modelo etc.

- *Registro de reparaciones*
- *Registro de partes que deben inspeccionarse*
- *Un control de solicitudes de servicios*
- *Un control de repuestos o stock de almacenes*
- *Un control de materiales fuera de uso*
- *Un control de costos de mantenimiento preventivo.*

3.1.3 VIDA UTIL Y MORTALIDAD DE MAQUINARIAS

Cada maquinaria tiene un período de vida, cuya vigencia depende del mantenimiento que recibe, cumplido este período entra a ser considerado en el rubro de mortalidad; aumenta considerablemente el número de fallas y se hace necesario renovarlas por bloques o totalmente.

Generalmente se representa en un gráfico la tasa de daños (Fallas) de un conjunto homogéneo de

componentes al crecer la edad T (Figura 7).

El proceso que explica la curva es:

Al tiempo $T=0$; se pone en funcionamiento un gran número de partes y piezas todas nuevas.

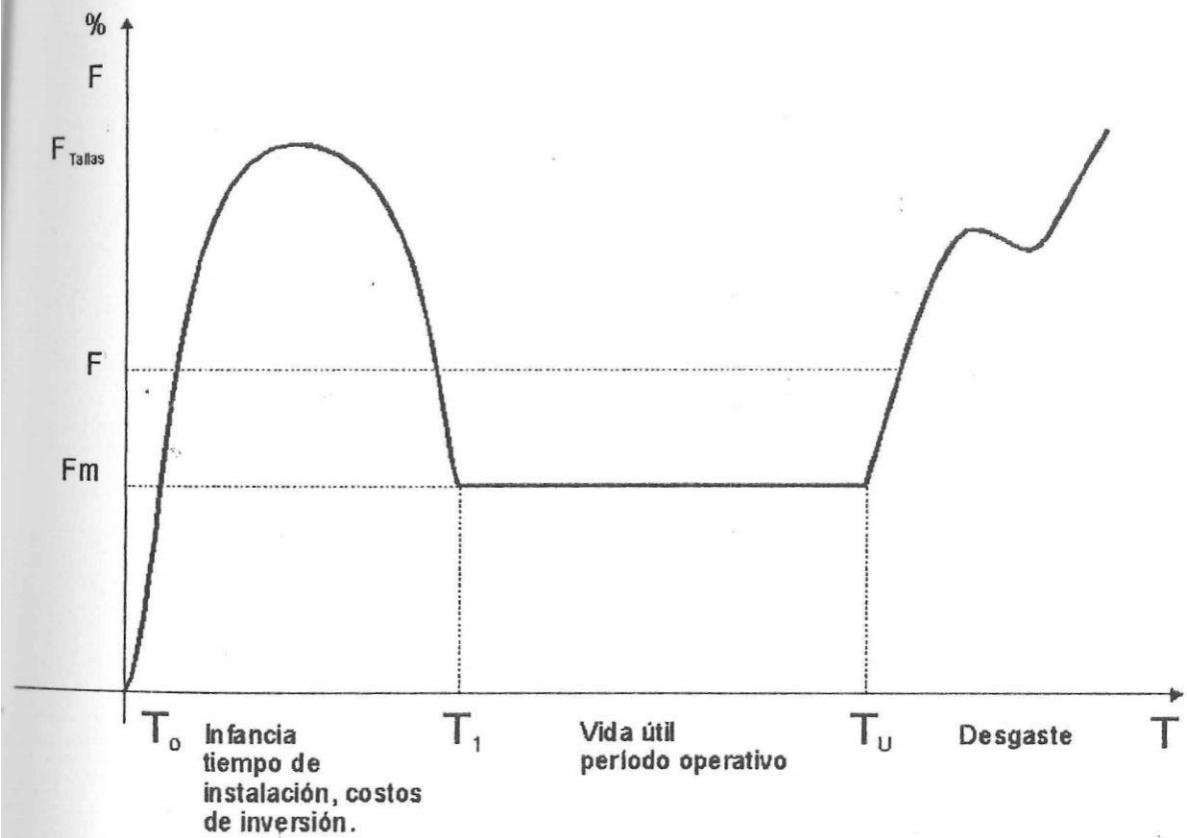
Si en la población de componentes están presentes pedazos de estructura más débil de lo normal, la curva indicará una alta tasa de daños inicial.

Durante un cierto período inicial llamado de asentamiento, los componentes débiles se van eliminando, la tasa del daño continua disminuyendo y se estabiliza con un valor casi constante en el tiempo T_1 . A tal tiempo se puede afirmar que todos los componentes de constitución débil se han gastado.

Después del asentamiento la máquina alcanza su valor más bajo de daños y éste valor queda aproximadamente por cierto período de tiempo al cuál se le da el nombre de vida útil.

Observamos, las ventajas que deben ser aprovechables para fines de mantenimiento al tener una tasa de daños constante. Cuando los componentes alcanzan la edad T_1 comienza a hacerse sentir el fenómeno del deterioro. Desde este momento en adelante, la tasa de daño crece rápidamente.

FIG. 7.- VIDA ÚTIL DE UNA MÁQUINA



3.1.4 SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROPUESTO Y SU EFECTO SOBRE LOS COSTOS

El costo que se le da a una planta de fabricación de artículos de plásticos tiene 3 rubros principales y son:

- *Mano de obra (mecánico, electricista, etc)*
- *Mantenimiento de maquinaria y equipo*
- *Materiales de reparación.*

Cuando el mantenimiento es de tipo no planificado estos gastos son muy significativos.

En los organigramas clásicos de la Empresa de procesos plásticos se tiene unidos a producción con mantenimiento.

Una modificación en esta estructura debería separarlos de modo de aliviar el departamento de producción, permitiéndole así una mayor concentración solo en lo que compete a producción propiamente dicha. A su vez estamos definiendo áreas específicas, conformando así la estructura que permitirá un crecimiento sólido de la empresa.

Así el departamento de producción contará con 2 secciones:

- *Control de calidad; y*
- *Planeamiento y control de producción coordinando acciones individuales y también interrelacionados.*

El planeamiento y control de producción se debe encargar de:

- *Tiempo de operación de las máquinas (períodos)*
- *Tiempo de trabajo del molde (período)*
- *Tiempo de cambio de molde y personal asignado (coordinado con el departamento técnico)*
- *Datos Técnicos de cada moldeado (temperatura, tiempos, presiones, etc)*
- *Establecer eficiencias de ciclo, máquina e incluso personal*
- *Determinar la cantidad de material a emplear*
- *Condiciones del material a emplear*
- *Control de producción en cada turno*
- *Solucionar fallas debido al material*
- *Constantemente buscar un mejoramiento de la producción*
- *Controlar el normal desempeño de los operarios.*

Es recomendable que estos puntos se controlen asistido por una computadora a través de software apropiados.

El departamento técnico estará avocado a las máquinas y moldes a través de sus 2 secciones de mantenimiento y matricería.

Este departamento debe ser dirigido a su vez, por una persona de altos conocimientos técnicos,

en el campo de mantenimiento. Personal de Ingeniería con experiencia en mantenimiento y dominio en los sistemas por computadora en el mantenimiento y sus variantes (mantenimiento preventivo, etc).

De esta forma se podrá implementar un mantenimiento con objetivos que definen el nuevo rol estos son:

- a. Eficiencia y eficacia en las labores de predicción.
- b. Eficiencia y eficacia en las labores de prevención.
- c. Optimización en el mantenimiento correctivo.

CAPITULO IV

LA AUTOMATIZACION COMO ALTERNATIVA DE INCREMENTO DE LA PRODUCCION

La producción es un Proceso organizado que se inicia con la captura de información (data) que es acondicionada para que sea útil y procesada para poder ejercer acciones sobre el sistema en que se basa dicho proceso.

La fabricación de un artículo se caracteriza por:

- Altos tiempos de preparación*
 - Altos tiempos de paso*
 - Altos capitales circulantes ligados a los tiempos de espera.*
 - Medidas de reacción ante factores de mercado, el estado de la tecnología y los problemas sociales.*
- Para la solución de estos problemas uno de los*

mejores aliados es la Racionalización de la producción.

La Racionalización significa reducción de costos de producción e incremento de la productividad con el fin de:

- *Mantener la capacidad competitiva*
- *Adecuación al desarrollo del mercado*
- *Satisfacción de las exigencias Humanas y sociales.*

La Racionalización se logra con:

MEDIDAS ORGANIZATIVAS

A través de estas medidas se puede reducir las pérdidas de tiempos de transporte, espera y estadía de los materiales, según el flujograma óptimo de procesos.

MEDIDAS TECNOLÓGICAS

Dentro de las medidas tecnológicas está la automatización de las diferentes etapas de la producción, como el diseño, preparación de la producción, fabricación y montaje.

4.1 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS

Control:

Es el conjunto de procedimientos o actuaciones que producen la acción y desempeño deseado en un proceso.

Automatización:

Automatizar en general, es disminuir la intervención humana en la ejecución de secuencias o procesos industriales, sobretodo en : Tareas monótonas de riesgo de vida y tareas con apreciable probabilidad de fallas. El hombre ha ido desarrollando técnicas de automatización con el fin de mejorar su trabajo haciéndolo más productivo y eficiente. En la actualidad se ha alcanzado un nivel muy bueno en dichas técnicas debido principalmente a la aparición de sistemas programables, cuya operación se basa en sistemas con microprocesador.

La automatización no es un tema reciente sino que su desarrollo va a la par con el desarrollo de nuevas tecnologías.

TAREAS DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN PLANTA

A. Supervisión:

Con esta tarea se controla que los parámetros o especificaciones de un determinado equipo o sistema se encuentre bajo un determinado rango de operación, en caso contrario debe dar alguna señal de alarma y/o actuar sobre el sistema. Los tiempos de respuesta corresponden a la dinámica de producción. Los primeros supervisores se limitaban

a dar señales luminosa o sonoras, actualmente existen sistemas que además comunican la ocurrencia de fallas a otros puntos remotos y son capaces de actuar ellos mismos.

B. Monitoreo:

Se visualizan al usuario las medidas de determinados parámetros al usuario para verificar la dinámica o el estado del sistema. Los sistemas de Monitoreo pueden ser uno o varios canales según el número de parámetros que se deseen visualizar: velocidad, tensión, temperatura, presión, etc. Constituyendo básicamente sistemas de medición. Las técnicas clásicas dan visualización analógica, actualmente la lectura puede ser también digital y, cuando se basan en sistemas programables, puede efectuar procesamiento de datos. A estos sistemas también se les denomina unidades de adquisición de datos.

C. Control de Lazos:

Se deben mantener uno o más parámetros del sistema a un determinado valor, conocido como "set point" o señal de referencia o consigna, para lo cual se sigue una estrategia o algoritmo de control. Estos algoritmos pueden ser desde muy básicos, como sistemas ON/OFF, u otros muy usados

a nivel de control de procesos y que son comerciales (por ejemplo, controladores proporcional integral derivativo: PID), hasta estrategias más complejas y eficientes como las basadas en algoritmos de control óptimo.

D. Mandos Secuenciales:

Son tareas que normalmente siguen una serie de secuencias predefinidas, las cuales consisten en activar o desactivar determinados mecanismos, cuando se verifican ciertas condiciones conocidas como condiciones de transición. Este tipo de comandos inicialmente se realizaban con componentes electromecánicos (relés, temporizadores, contactores, etc), su programación se basa en el conocido diagrama escalera o "ladder diagram". Como después veremos, los controladores programables inicialmente nacieron para reemplazar esos componentes electromecánicos, de frecuente uso industrial, alcanzando notable éxito.

4.2 CLASIFICACION DE PROCESOS DE AUTOMATIZACION

Existen diversos equipos que pueden efectuar las tareas de un sistema automatizado de planta. Según la aplicación y objetivos que se plantean se deberá seleccionar adecuadamente entre los siguientes sistemas:

1. Módulos o unidades locales

Actualmente existe en el mercado diferentes tipos de módulos que efectúan medición o control de parámetros físicos que pueden ser de naturaleza analógica o digital. Los más comunes son los referidos a temperatura cuyas entradas se adaptan a diferentes tipos de sensores:

Termocuplas, RTD, "strain gages", termistores, etc. Algunos de estos sistemas son capaces de transmitir información a puntos remotos, recibiendo el nombre de RTU, o también de realizar actividades no sólo de Monitoreo sino también de supervisión.

Los módulos basados en sistemas con microprocesador son muy potentes, flexibles y fiables, son capaces de efectuar incluso operaciones de control y secuencias de uno o varios sistemas próximamente ubicados. Estos sistemas se pueden adquirir en el mercado o también, para algunos casos particulares, se puede encargar a instituciones consultoras, el diseño e implementación; esto tiene la ventaja que el usuario especifica sus requerimientos de acuerdo a sus necesidades y posibilidades reales ya que sucede que los módulos comerciales no se adaptan exactamente a dichas necesidades, dado que puede ser diseñado para propósitos generales. La

capacidad de estos módulos es limitada en la forma de presentar la información y dependiendo del tamaño de la planta, la velocidad y procesamiento de datos.

2. Microcomputador

Sistema muy usado en supervisión y Monitoreo de equipos y procesos, tiene elevada capacidad de procesamiento de datos. Usualmente trabaja con una tarjeta de interfase interna conocida como tarjeta de adquisición de datos, la cual básicamente se compone de conversores analógicos digitales y sistemas de acondicionamiento de señales. Para efectuar el accionamiento o mandos industriales, sean de control o secuencial, requieren de equipos o interfases de potencia externas. Los equipos que normalmente se encuentra en el mercado no se adaptan a las condiciones ambientales de la planta industrial: vibración, ruido, limpieza, etc. Por tanto, si se opta por usar un microcomputador ubicado en planta debe ser pedido para trabajar en esas condiciones.

En supervisión y Monitoreo de equipos y/o procesos los microcomputadores son muy útiles por su capacidad de visualización y procesamiento; mostrar el estado de la planta en tiempo real, prever tendencias anómalas, permitir actuar y

controlar de manera inmediata las eventuales fallas. Tiene la ventaja de proveer reportes o almacenamiento de datos de una manera rápida y flexible, las estadísticas de fallas pueden ser reportadas a una impresora, visualizadas en el monitor o almacenadas en memorias de masa.

El buen uso y capacidad del microcomputador reside en el programa o paquete (software) que se implemente, puede ampliar su función a la de controlar procesos implementando algoritmos de alto nivel o incluso el comportamiento ideal y evaluarlo frente al sistema real identificando parámetros no conocidos. También con información adicional puede hacer la planificación de la producción e identificar las etapas o factores que elevan sus costos, para después ser evaluados por los directivos de la planta y tomar decisiones adecuadas.

Estos sistemas pueden conectarse a módulos locales, para lo cual se hace uso de un sistema de comunicación, normalmente serial: RS-232 para distancias cortas ó RS-485 para distancias grandes. De igual forma si los sensores o transductores están ubicados en puntos remotos entonces deben conectarse adecuadamente al microcomputador o PC.

En sistemas muy grandes en lugar de un microcomputador se usa un Host Computer o un Mainframe o un minicomputador los cuales tienen mayor capacidad de procesamiento de dato y sobretodo mayor memoria de masa.

3. Controlador Programable (PLC)

Es uno de los sistemas de mayor uso y aplicación industrial, se adapta a la mayor parte de las plantas y procesos de producción. por su estructura ha sido concebido para adaptarse inmediatamente a los sistemas industriales, por lo que no requiere normalmente de interfases de potencia u otras, pues éstas forman ya parte del sistema. Inicialmente reemplazo a los sistemas secuenciales realizados con lógica cableada (contactores, temporizadores, etc.) elevando la fiabilidad del sistema. Gracias al avance de la tecnología microelectrónica y microinformática los nuevos sistemas realizan operaciones de supervisión y de control discreto y analógico, tienen la capacidad de comunicarse a un sistema central y reportar el estado del sistema bajo su cuidado. los costos de estos sistemas han bajado bastante y su capacidad ha ido aumentando.

Dentro de la automatización también existen sistemas dedicados al diseño y fabricación de

piezas, de bastante uso en la industria automovilística, aeronáutica, metal-mecánica y otras, estos sistemas de automatización reciben el nombre de CAD/CAM (Computer Aided Design /Computer Aided Manufacturing), en los cuales el diseño se realiza con un paquete que facilita el cálculo y bosquejo mecánico.

4.2.1 CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO.

Un sistema automatizado involucra las siguientes partes:

1. Sensores o Transductores

Conforman los sistemas encargados de recolectar la información o las mediciones de los diferentes parámetros de la planta: presión, temperatura, de posición, de presencia, ópticos, etc. Pueden ser de naturaleza analógica o digital. Los criterios a tener en cuenta en su selección se resumen en:

- * Identificar y especificar claramente la naturaleza de los parámetros a medir: presión ya sea diferencial, absoluta o "gage", temperatura, presencia, etc.
- * Condiciones de trabajo: ruido, vibración, corrosión, mediciones dentro de líquidos,

presencia de elementos magnéticos, etc.

Instalación y compatibilidad de impedancias.

- * *Rango de trabajo y grado de precisión: límites máximos y mínimos a medir resolución.*

En algunos casos los sistemas de medición van acompañados de sistemas de transmisión de señales a procesadores o a sistemas de Monitoreo situados fuera del equipo, entonces se les denomina transmitter (transmisor).

2. Sistema Procesador

Local o central, es el "cerebro" del sistema, se encarga de ejecutar las operaciones de control, supervisión u otras que se le ha programado. Su configuración depende del tipo de sistema que se seleccione en base a las necesidades y objetivos planteados en el proceso de automatización. En su configuración deberá tomarse en cuenta:

- * *Número de entradas/salidas (inputs/outputs) y su respectiva naturaleza.*
- * *Dimensión de las operaciones por automatizar: esto normalmente se traduce en un programa el cual se almacenará en una memoria que tendrá que dimensionarse.*
- * *Complejidad del programa a realizar: determina el tipo de procesador a utilizar y*

si se requerirán complementos adicionales.

* *Interrelación del sistema automatizado con el usuario que involucra: formas en que el sistema proporcionará la información al usuario (impresoras, monitores, displays, señales luminosas, etc.); y la forma de operar el sistema (teclado, consola de operación, etc.).*

Este sistema deberá ser configurado teniendo en cuenta los requerimientos actuales y considerando futuras ampliaciones de la planta o posibles cambios en la forma de operación de las instalaciones.

3. Actuadores

Son los encargados de efectuar la acción necesaria para que el proceso controlado se comporte según los requerimientos. Pueden ser del tipo de dos estados (On/Off) como por ejemplo sistemas neumáticos o hidráulicos, motores de corriente alterna, etc. o del tipo proporcional con los cuales se consigue un control preciso sobre el sistema: electroválvulas proporcionales, motores de corriente continua o alterna con regulador de velocidad, motores paso a paso, servomecanismos, etc.

4. Sistemas o "bus" de comunicación

Esta opción deberá tomarse en cuenta cuando se configure un sistema distribuido, o se tengan "transmitter" o simplemente cuando se conecten entre sí dos equipos para intercambiar información. Debe considerarse que en todo sistema de comunicación hay un protocolo que estandariza la comunicación. Si tenemos dos sistemas con diferente protocolo no se puede realizar ningún intercambio de información.

Es pues necesario que entre los diferentes sistemas a comunicarse los protocolos de comunicación sean compatibles.

4.2.2 TIPOS DE CONTROL DE AUTOMATIZACION

Todos los sistemas mencionados anteriormente pueden trabajar en forma aislada o también si se trata de plantas de mediano o mayor tamaño, puede implementarse una combinación de esas técnicas o formas de automatizar. Por ejemplo, para una planta que dispone de tres procesos, en cada uno de los cuales hay un calentador y una línea de producción compuesta por fajas transportadoras, se puede disponer de tres pequeños PLC's para controlar cada uno de los procesos y los tres comunicados a un microcomputador ubicado en una

sala de control que supervisa y monitorea toda la planta.

Para una planta de regular o grandes dimensiones hay dos formas de estructurar el sistema de automatización como se detalla a continuación:

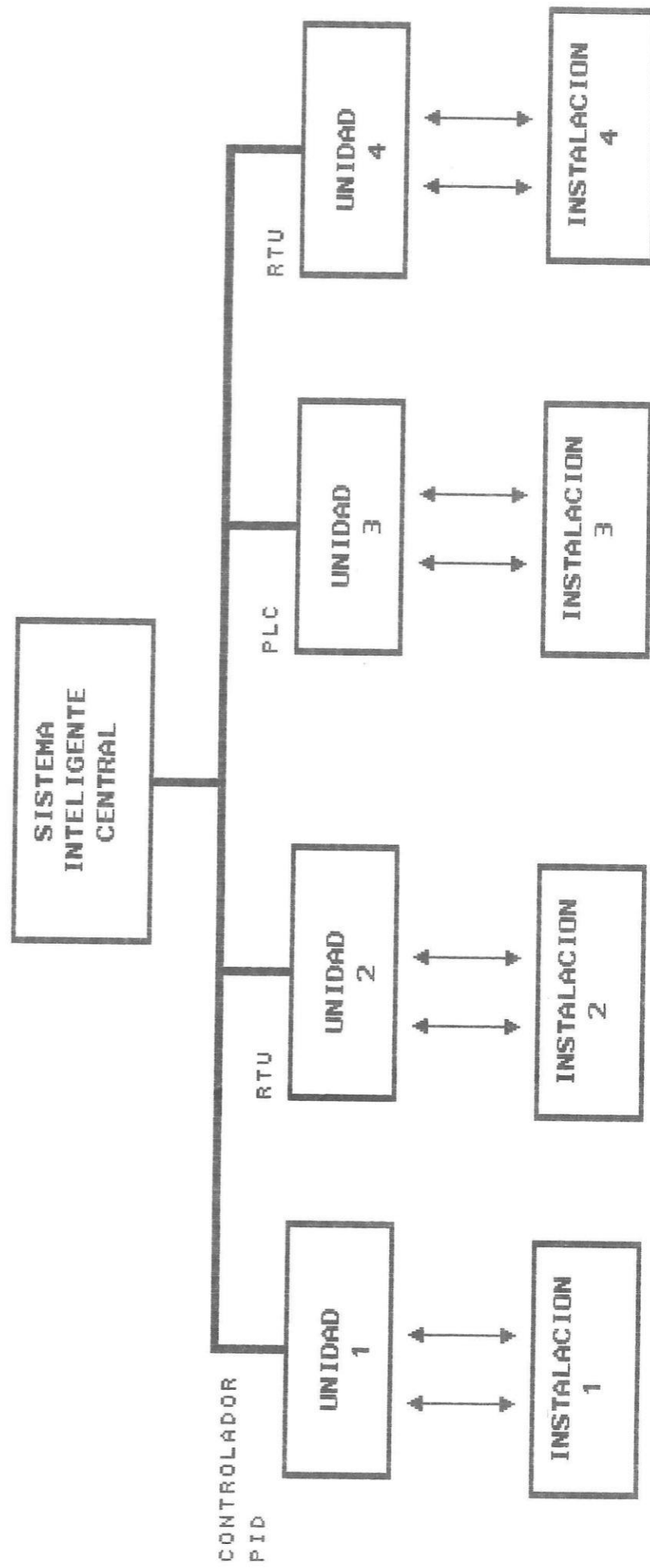
1. Sistema Centralizado

En que los transductores o sensores provenientes de las diferentes partes de la planta están conectados directamente al Host Computer o al que cumpla similar función, y de este sistema salen directamente las señales de mando o control o señalización en la planta. Tiene la ventaja que un solo sistema realiza todo, lo que permite explotar al máximo al sistema central. La desventaja está en el numeroso cableado a realizar y sobretodo en la fragilidad frente a fallas del sistema central.

2. Sistema Distribuido

En el cual se ponen unidades locales (módulos locales, RTUs, controladores etc. o PLC's) para automatizar determinadas partes de la planta fundamentalmente para realizar operaciones de adquisición de datos, control, mando secuencial y monitoreo de los parámetros críticos. Luego dichas

FIG. 8. - SISTEMA DISTRIBUIDO



unidades se comunican a través de un canal o bus adecuado, a un sistema central que puede ser un microcomputador o un Mainframe o similar, en éste se realiza la supervisión y monitoreo de toda la planta. El sistema central, en base a la evaluación y comportamiento de las diferentes partes de la planta puede alterar los parámetros de control u operación de cada una de las unidades locales optimizandolas.

Este sistema es mucho menos frágil frente a fallas, la desventaja está en que hay que configurar más elementos o sistemas de automatización.

El sistema distribuido puede ser más caro, pero el factor crítico que se debe evaluar es el costo de la parada de la planta frente a las fallas, que en algunos casos puede superar el costo de inversión en automatizar. (Figura 8)

4.3 NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN

Actualmente existen diferentes grados y niveles de automatización, cada uno de ellos se adapta a determinadas situaciones, objetivos, requerimientos y posibilidades de cada empresa o industria

En la operación industrial nos podemos encontrar con mejoras que se deseen realizar en un sistema o equipo específico, ya sea: un motor, un horno, un caldero, un secador, una máquina de producción o de procesamiento, etc. O también las mejoras se pueden realizar en un conjunto de esos sistemas. El tratamiento a seguir en uno u otro caso es diferente y las alternativas de automatizar también lo son, pero compatibles entre sí.

En todo caso las técnicas de automatización para uno o más sistemas abarca uno o más de los siguientes niveles (Figura 9):

NIVEL 5: GESTIÓN ECONÓMICA

Establece los planes de producción y políticas económicas a seguir en base a: pedidos, recursos, costos y mercado.

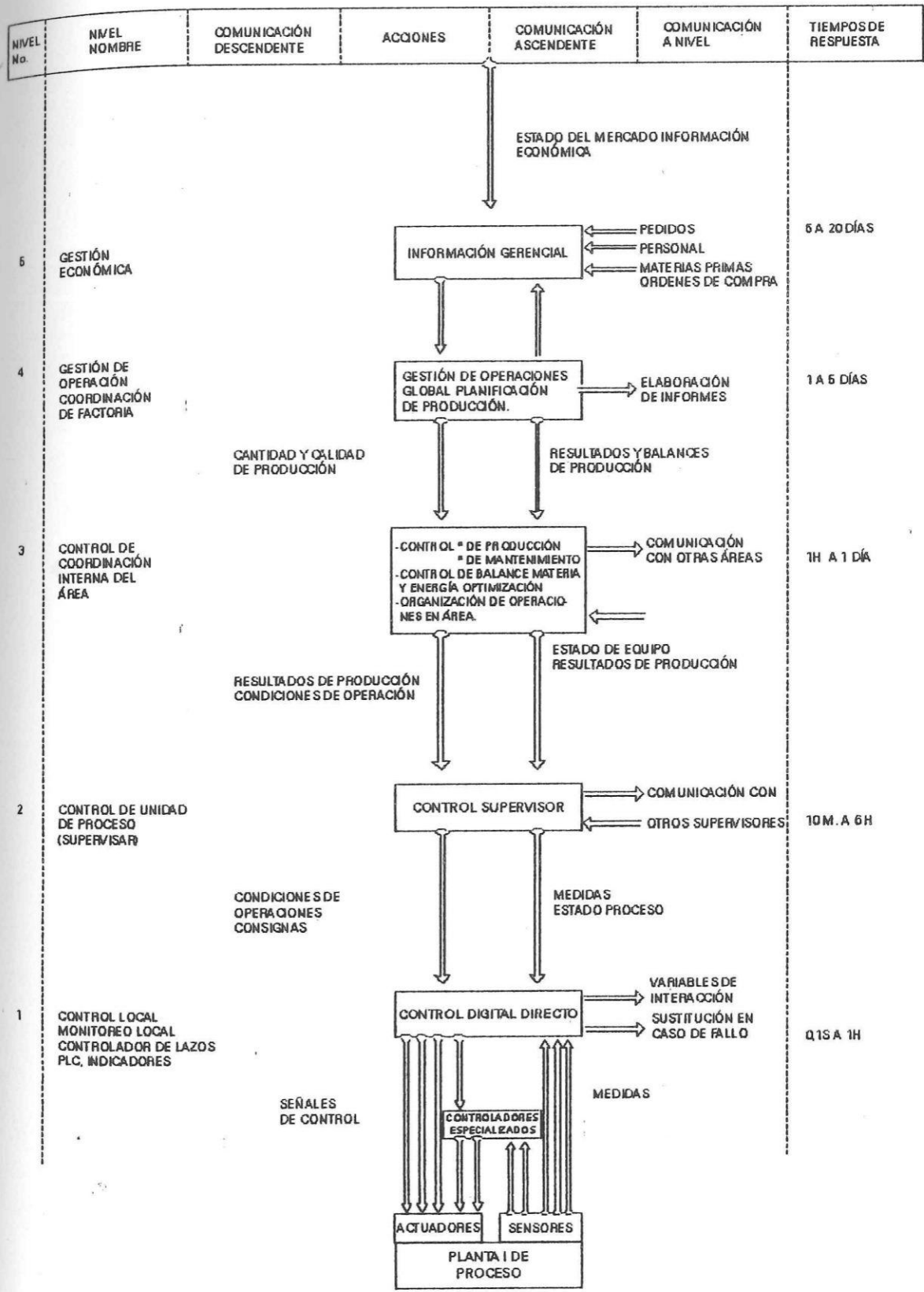
NIVEL 4: GESTIÓN DE FACTORÍA

Integra todas las Areas y planifica la producción del conjunto.

NIVEL 3: CONTROL COORDINADOR DE ÁREA

Controla la producción del Area completa, haciendo un balance de materia y energía que se encarga de optimizar.

FIG. 9.- NIVELES Y TAREAS DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN



NIVEL 2: SUPERVISIÓN

Verifica el funcionamiento de un proceso, con todos los lazos de control ligados a este proceso.

NIVEL 1: CONTROL O MONITOREO LOCAL

Comprende a los dispositivos y equipos conectados directamente al proceso (unidades locales). Los tiempos de respuesta corresponden a la dinámica del proceso. Involucra las tareas de monitoreo, control y mandos secuenciales.

4.4 SISTEMA DE CONTROL MULTINIVEL

Comprende una secuencia de análisis del planeamiento y control de cada uno de los procesos de transformación se trata de estructurar el control superando los problemas que se encuentran como son:

*** TÉCNICOS**

- *Delimitación del Area que se quiere automatizar*
- *Formas de operación*
- *Arquitectura*
- *Tecnología*
- *Metodología de trabajo*

*** ECONÓMICOS**

- *Recursos disponibles*
- *Amortizaciones*

- *Costos de instalación*
- *Costos de mantenimiento*

* **POLÍTICOS**

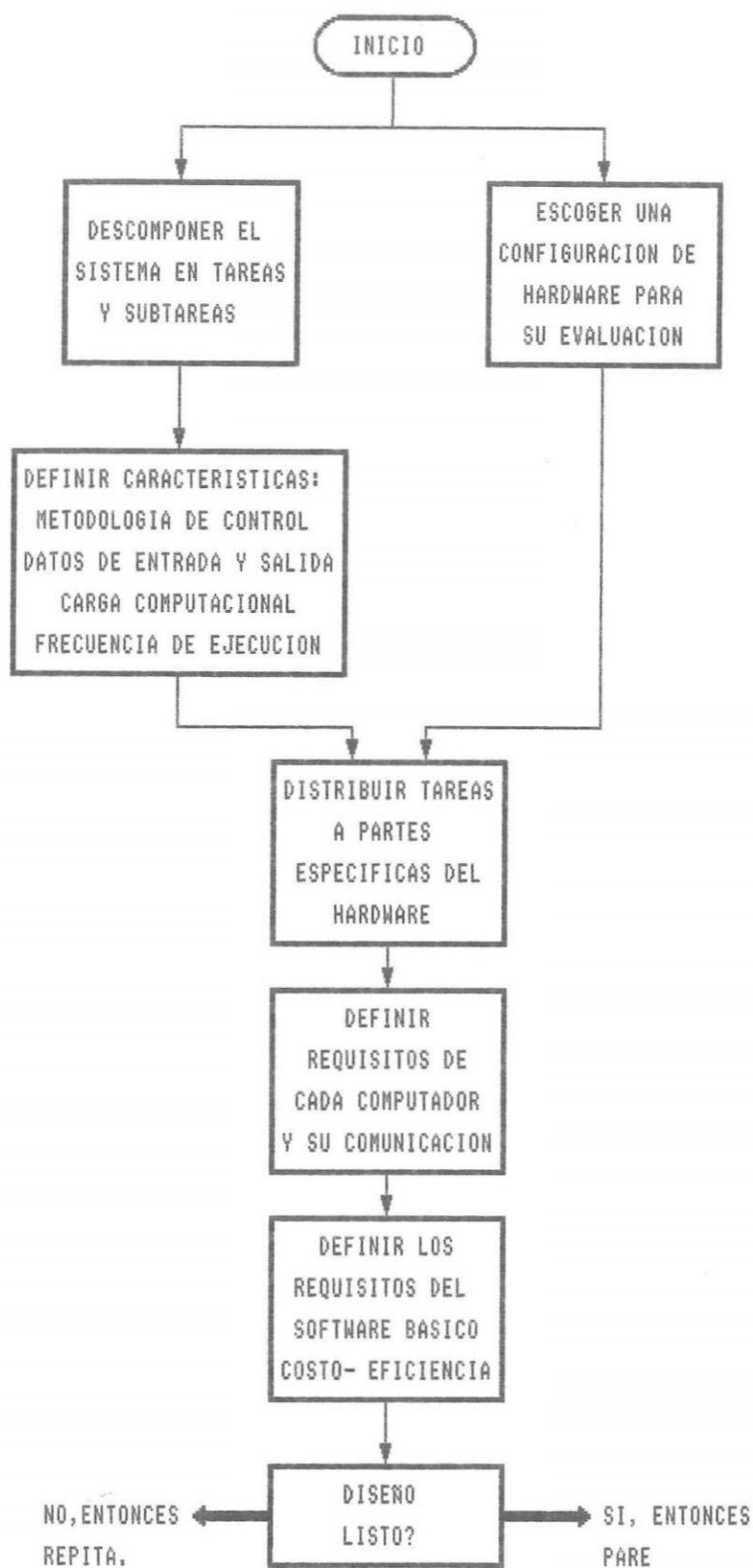
- *Plazos*
- *Proveedores*

Estudiados en detalle los aspectos donde se requiere tomar decisiones tales como inversiones, reajuste de métodos y procesos así como los temas sociales el diseño se forma tomando en consideración los siguientes puntos que se ilustran también en el flujograma (ver figura 10):

- *Descomponer el sistema en tareas y subtareas*
- *Definir las características de cada tareas o subtarea.*
- *Escoger una configuración de hardware para su evaluación*
- *Distribuir tareas y subtareas a partes específicas de la configuración del hardware*
- *Definir requisitos de cada computador y de su comunicación.*
- *Definir los requisitos del software básico y aplicativo costo del hardware y eficiencia.*

En este punto el diseño puede estar listo para implementación o reformularse de acuerdo a las observaciones de análisis.

FIG. 10. - DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL MULTINIVEL



4.5 ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA AUTOMATIZACION MANUFACTURERA

Los equipos utilizados en la automatización Manufacturera vienen a ser:

** El Computador de procesos.*

Para el control del sistema automático de la planta industrial.

** El Controlador Lógico Programable.*

Para obtener una secuencia lógica de ordenes y para funciones de control.

** El Robot.*

Para la manipulación y ejecución de tareas repetitivas.

** El CAE/CAD.*

Para la automatización del proyecto y diseño.

Así observamos que la estructura básica es un procesador y una unidad de entradas y salidas, lo que cambia es el software.

La manufactura integrada en computador o CIM (Computer integrated manufactiring) tiene aplicación en un amplio rango de operaciones, en la industria plástica, la CIM les permite a los productores ver en pantalla la fabricación en "vivo" de docenas de máquinas al mismo tiempo. Los productores instalan CIM en máquinas viejas para mejorar su productividad, en máquinas nuevas para

garantizar la calidad, y en operaciones grandes multiplanta para unificar los reportes de producción.

Hay por lo menos cinco niveles de sofisticación CIM:

1. El conteo de partes, que supervisa la eficiencia del ciclo de la máquina.
2. La verificación del proceso, que colecta los datos de operación de la máquina para efectos del mantenimiento preventivo.
3. El análisis de control estadístico del proceso (SPC), que procesa variables claves en gráficas de barras y en tablas.
4. Verificación del equipo auxiliar, que refina la información de la máquina y eleva la eficiencia;y
5. La Integración de los datos de planta con sistemas computarizados de la oficina, tales programas computarizados de la planeación de los requerimientos de materiales (MPR) o de la planeación de los recursos de manufactura (MPRII).

Las probabilidades son múltiples es posible por ejemplo tomar datos de los productos terminados con cámaras electrónicas para luego hacer correcciones en las temperaturas del sistema de calefacción y en el tiempo de acondicionamiento

de las preformas. La instalación del CIM puede apagar la máquina si el porcentaje de rechazos pasa de cierto valor crítico. El sistema cuenta el número de productos malos, y apaga la máquina si el número de productos malos excede determinado número de una cierta unidad de tiempo.

El computador de procesos se caracteriza (figura 11):

*** Unidad Central de Procesamiento (CPU)**

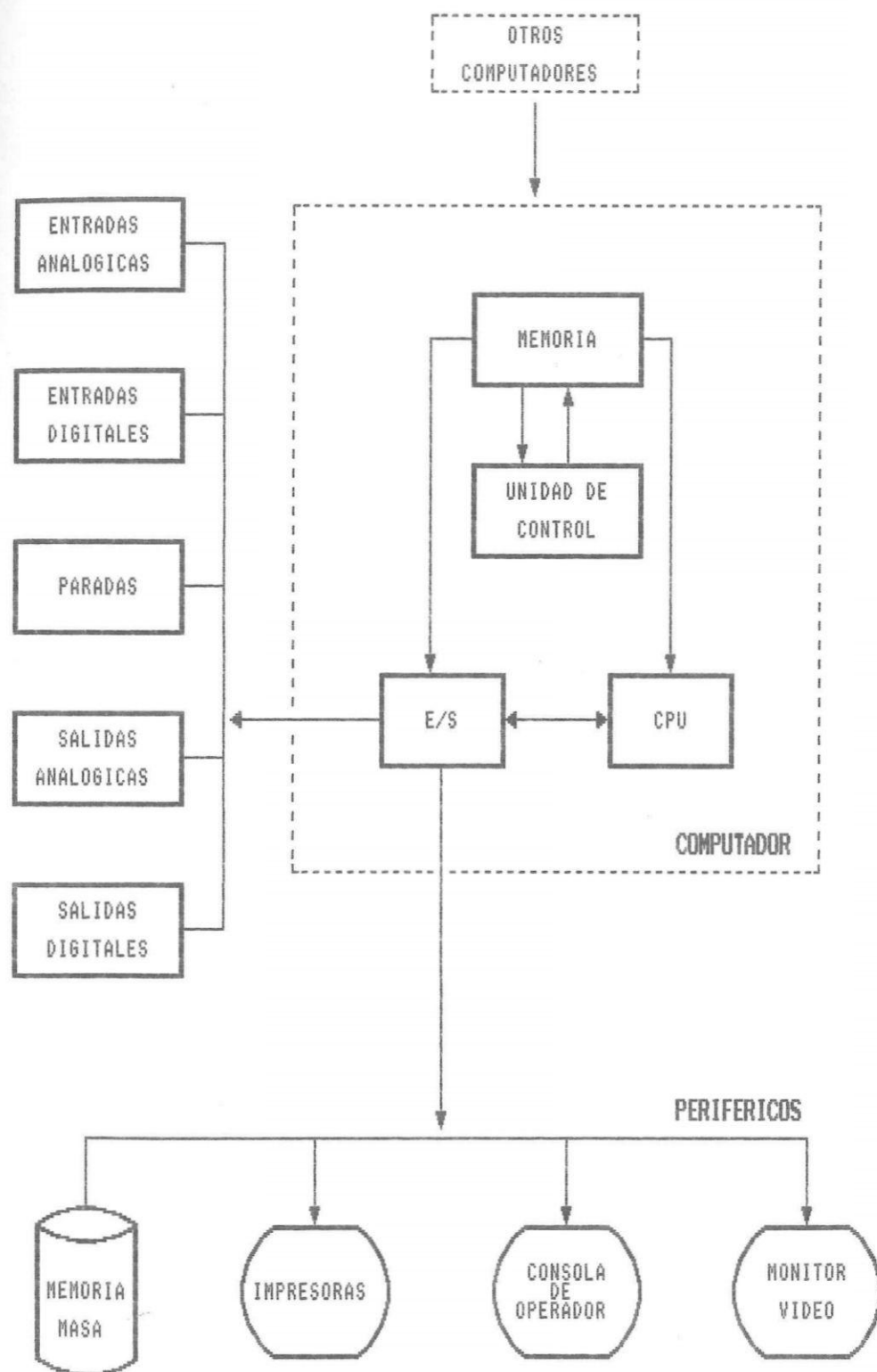
Es responsable por la ejecución de operaciones lógicas, aritméticas y de control de acuerdo con las instrucciones provenientes de programas. Las características importantes de la CPU incluyen:

- El tamaño de la palabra, el conjunto de instrucciones y métodos de orientación, transferencia de información e interrupción por prioridad.
- La velocidad efectiva de procesamiento y la utilización de la memoria son características que influyen la programación.

*** Almacenamiento de Datos**

Consiste en entidades principales: Memoria de acceso rápido (memoria Principal) y memoria auxiliar (memoria de masa). La memoria de acceso

FIG. 11.- EL COMPUTADOR DE PROCESOS



rápido es la porción de memoria del computador que contiene datos, programas y resultados que están siendo ejecutados en un instante de tiempo, junto con el sistema de operaciones y rutinas de servicio. Ella permite acceso aleatorio a la información, tiempos de acceso corto, operación del tipo "BIT-PARALLEL", y flexibilidad en la comunicación con muchos dispositivos de e/s asíncronos y la memoria auxiliar.

En muchos casos, por no usar memoria adicional de costo relativamente alto se utilizan discos magnéticos como memoria auxiliar, estos tienen un costo por byte menor, pero poseen tiempos de acceso mayores. Las unidades de disco operan asincrónicamente con la CPU y requieren equipos de transferencia de información.

* **Entradas y Salidas**

Posee canales de comunicación, medios por los cuales el sistema se comunica con el mundo externo, los canales analógicos proporcionan una interfase para la conversión de una señal continua proveniente del proceso a la forma digital que usa el computador y viceversa. La mayoría de los canales de E/S operan asincrónicamente y poseen velocidades de operación variables.

Los buffers son usados con los canales de E/S proporcionando ejecución simultanea de E/S y procesamiento tornando posible la superposición de tareas de procesamiento, E/S analógica, E/S digital y registro de datos.

*** Paradas**

La CPU debe determinar cuando un periférico posee un dato a enviar o si esta listo para recibir un dato.

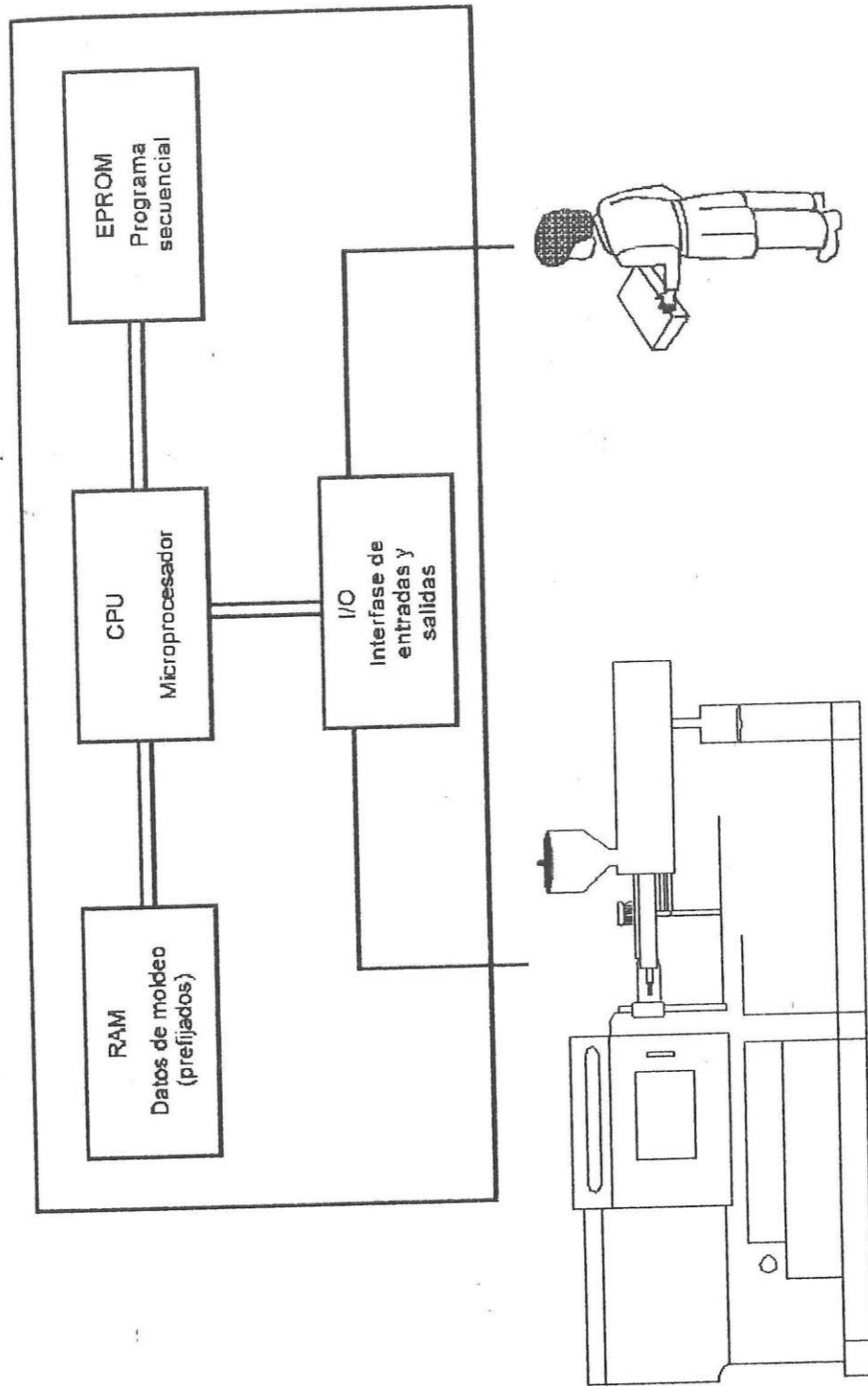
periféricos lentos (llaves, indicadores) no presentan problemas, periféricos mas rápidos (teclados, impresoras, modems, sistema de levantamiento de datos, etc) son casos aparte porque no son rápidos o suficiente en relación a la CPU ni tan lentos lo suficiente para ser tratado. Estos dispositivos pueden transmitir datos en forma sincrona o asincrona. Si la transferencia es sincrona, La CPU debe ser informada cuando el dispositivo esta listo para la transferencia. En el caso asincrono, la CPU debe inicializar el proceso de transferencia de datos y dar la temporización adecuada.

CAPITULO V

EL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

El Controlador Lógico Programable - en inglés Programmable Logic Controller, PLC - fue creado originalmente para reemplazar a los sistemas de control basados en relay's. Su aparición se remonta a 1968, cuando Ford y General Motors encargan el estudio de un sistema de control electrónico, fácilmente programable, sin recurrir a los computadores industriales ya en servicio en la industria; La rápida integración que ha tenido el PLC en el sector de manufactura, ha originado una "segunda revolución industrial" . Actualmente el PLC no sólo encuentra aplicaciones en la industria, sino también en el sector servicios; su diagrama en la aplicación orientada a las máquinas inyectoras puede visualizarse en la figura 12.

FIG. 12.- DÍAGRAMA DE UN SISTEMA DE CONTROL POR PLC



DEFINICIÓN DEL PLC

La definición NEMA para un PLC afirma:

" EL PLC es un aparato electrónico digital con memoria programable para almacenar instrucciones que implementen funciones específicas, tales como lógica secuencial, de tiempo, de cuenta, de calculo aritmético, etc Usado para el control de Máquinas y Procesos."

5.1 VENTAJAS DEL CONTROL CON PLC.

Las ventajas del uso de PLC incluyen :

- Reducción de costos de alambrado.
Dadas sus características de operación, permite reducir la cantidad de alambrados exteriores.
- Control flexible, Dado la posibilidad de reprogramación satisfaciendo mayor número de aplicaciones.
- Alta confiabilidad por la utilización de componentes integrados y de estado sólido.
- Memoria basada en microprocesadores que permite almacenar programas largos y gran cantidad de datos.
- Considerable reducción de consumo de energía eléctrica respecto a los tableros electromecánicos.

- *Permite detectar fallas por diagnóstico en el funcionamiento de las máquinas y procesos.*
- *Permite ser re-utilizado para una aplicación diferente al fijado inicialmente. A diferencia de un tablero de control electromecánico que requiere ser desalambrado y reconstruido para cumplir nuevas funciones; El PLC en la mayoría de los casos sólo requiere cambios en la elaboración de nuevos programas, realizado por el propio personal de la planta.*
- *Las aplicaciones rentables empiezan con diseños que precisarían 10 o más relés auxiliares.*

5.2 CARACTERISTICAS DEL PLC

Técnicamente un PLC es considerado como un instrumento de informática industrial:

- *Diseñado para realizar todas las funciones principales de automatización: operación, supervisión y regulación. El PLC puede usarse en muchas aplicaciones industriales, desde aquellas que requieren un simple control ON/OFF , hasta los más exigentes y complejos requerimientos secuenciales, de entradas y salidas analógicas, en manipulación de datos y regulación de variables físicas que controlan un proceso.*

- *Previsto para operar en tiempo real. el tiempo de ejecución de una instrucción está en el orden de los micro segundos, lo que garantiza una recolección casi instantánea de las señales de entrada y un procesamiento en tiempo real de las variables de control.*
- *Diseñado para trabajar en un ambiente industrial. La tecnología electrónica utilizada por los fabricantes de PLC's garantiza su operación dentro de un ambiente industrial, el cual se caracteriza por condiciones especiales de trabajo: ruido eléctrico, alta/baja temperatura, vibraciones mecánicas, etc.*
- *Son flexibles. Los PLC's se adaptan fácilmente a una gama de aplicaciones, debido a que su operación depende directamente del programa que se diseñe con el fin de controlar cada una de las operaciones que conforman un proceso. Si por algún motivo un proceso es ampliado y las tareas de control se ven incrementadas, el PLC puede ser reprogramado y reconfigurado con la finalidad de ajustarse a los nuevos requerimientos.*
- *Programable por persona no necesariamente informática pero sí con conocimientos de automatización, la programación de un PLC no*

requiere conocimiento de un lenguaje sofisticado, son capaces de funcionar en el medio industrial con versiones que utilizan el lenguaje de los electricistas: contactos "normalmente cerrados" y "normalmente abiertos". Incluyen funciones internas que facilitan la introducción de un programa, detectan, corrigen errores y supervisan la puesta en marcha del sistema.

- *Comunicación en red.* Pueden interconectarse a través de toda la planta, con un conjunto variado de dispositivos de entrada/salida como : *Controles locales en base a microprocesadores, microcomputadores. PLC's compatibles, periféricos, etc. permitiendo configurar un sistema distribuido de supervisión y control.*

5.3 CONFIGURACION DEL HARDWARE DE UN PLC

A. CONFIGURACION EXTERNA

En la estructura externa de un sistema programable se puede observar:

A.1 Estructura compacta.

Se caracteriza por presentar en un solo bloque todos sus elementos como fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas salidas. Su

unidad de programación puede ser:

Unidad fija o enchufable directamente en el automata,

Enchufable mediante cable y conector

Posibilidad de ambas conexiones.

La unidad de programación puede ser sustituida por un PC.

El montaje del Automata al armario que lo contiene se realiza mediante placa perforada o carril Din.

A.2 Estructura modular.

Este tipo de Automatas se divide en Módulos o partes que realizan funciones específicas. Aquí se diferencia la estructura americana y europea.

a) Estructura Americana Se caracteriza por separar las E/S del resto del automata de tal forma que en un bloque compacto estan reunidas la CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación, y separadamente las unidades de E/S en tarjetas necesarios.

b) Estructura europea su característica principal es la que existe un módulo para cada función: Fuente de alimentación CPU, E/S; La unidad de programación se une mediante cable y conector, la sujeción de los mismos se hace

bien sobre carril Din o placa perforada, bien sobre RACK, en donde va alojado el bus externo de union de los distintos modulos que lo componen.

B. ESTRUCTURA INTERNA

Los *Autómatas Programables* se componen esencialmente de tres bloques (ver fig 12A) :

- B.1 *La Unidad Central de Procesos o CPU.*
- B.2 *La sección de entradas*
- B.3 *La sección de salidas.*

Para que un *Autómata* sea operativo necesitamos otros elementos tales como:

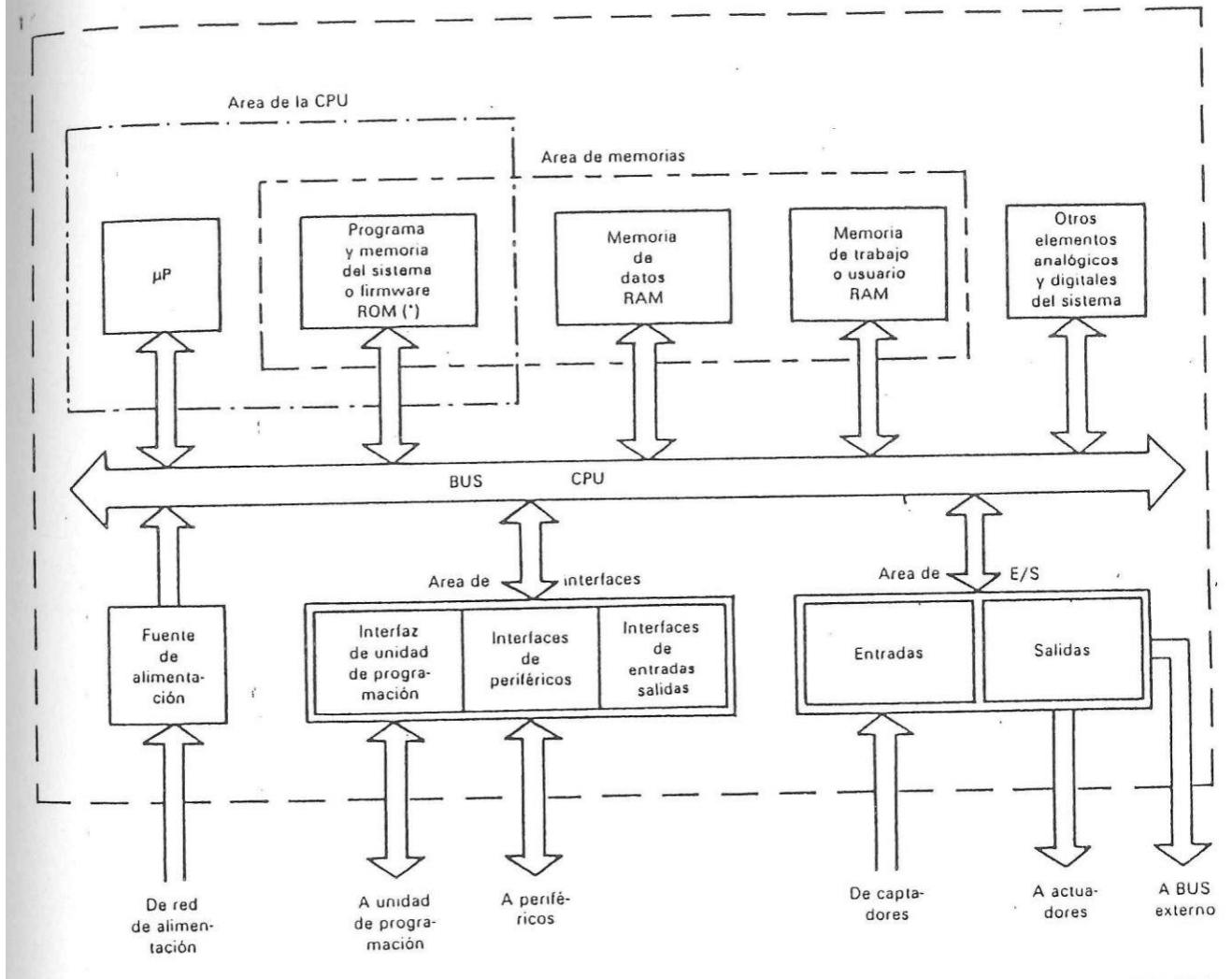
- B.4 *la unidad de alimentación*
- B.5 *la unidad o consola de programación*
- B.6 *los dispositivos periféricos*
- B.7 *Interfaces*

B.1 UNIDAD CENTRAL DE PROCESOS CPU

La *CPU* (*Central Processing Unit*) está constituida por los siguientes elementos:

- 1.- *Procesador*
- 2.- *Memoria*
- 3.- *Circuitos auxiliares.*

FIG. 12A.- CONFIGURACION DE PLC'S



El programa se encuentra en ROM y la memoria en RAM. Algunos fabricantes utilizan una única EPROM.

Arquitectura de un PLC.

1. PROCESADOR.

Está constituido por el microprocesador generador de impulso de onda cuadrada o reloj chip auxiliares, de comunicación con periféricos, interconexión con el sistema de I/O.

1.1 MICROPROCESADOR

Es un circuito integrado (chip) a gran escala de integración (LSI) que realiza operaciones como:

- a) operaciones de tipo lógico*
- b) operaciones de tipo aritmético*
- c) operaciones de control y transferencia de información dentro del autómata.*

Los circuitos internos del microprocesador son:

- a) Circuitos de la unidad aritmética y lógica o ALU; donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar el Autómata.*
- b) Circuitos de la unidad de control o UC; Organiza las tareas del microprocesador auxiliada por una memoria ROM.*
- c) Registros del microprocesador; son memorias en las que se almacenan temporalmente datos, instrucciones, direcciones, acumulador, contador de programa, de trabajo o de estado.*

d) *Buses*; son zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones, y señales de control, Se distingue buses internos y externos. Internos unen las diferentes partes del microprocesador, los externos son pistas de circuito impreso que unen Chips independientes.

1.2 MEMORIAS

Son dispositivos electrónicos que nos permiten almacenar información en forma de bits. los chips de memoria suelen estar organizados en forma de octetos y, a su vez, estos en palabras . cada palabra es normalmente de 16 bits (2 bytes) cada posición de memoria contiene 2 bytes de información cada palabra o registro define una instrucción, dato numerico o un grupo de estados de entrada y salidas. La cantidad de palabras de que dispone una memoria se expresa en k, que representa 1024 bytes.

se distingue dos tipos de memoria:

- memoria RAM (random access Memory)
- memoria ROM (Read Only Memory)

1.2.1 UTILIZACION DE MEMORIAS

Dependiendo de la función asignada se utiliza como:

- **memoria de usuario.-**

Se graba en memoria RAM por cuanto este es variado cuando el usuario lo desea, algunos Autómatas se auxilian de una memoria sombra de tipo EEPROM, de otro modo necesita estar constantemente alimentada por una batería tampón que impide su borrado.

- **Memoria de tabla de datos.-**

Tambien de tipo RAM en ella se encuentra por un lado la imagen de los estados de las entradas y salidas, y por otro los datos numericos y variables internas como contadores, temporizadores, marcas, etc.

- **Memoria y programa del sistema.-**

Es parte del CPU, se encuentra dividida en 2 áreas:

- a) Memoria de sistema .- que utiliza la memoria RAM,
- b) Programa de sistema o firmware, grabado por el fabricante en memoria ROM.

- **Memorias EPROM y EEPROM.**

Utilizado además como memorias copia para grabacion y archivo de programan de usuario.

B.1.1 FUNCIONES DEL CPU

Las funciones del CPU se basa en una serie de programas ejecutivos fijos, firmware o software del sistema grabados en memoria ROM a los cuales accederá el microprocesador.

El software consta de funciones básicas que realiza en determinados tiempos cada ciclo: en el inicio o conexión, durante el ciclo, y a la desconexión. En general contiene las siguientes funciones:

- Supervisión y control de tiempo de ciclo (watchdog), tabla de datos, alimentacion, batería.*
- Autotest en la conexión y durante la ejecucion de programa.*
- Inicio del ciclo de exploracion del programa y de la configuración del conjunto*
- Generacion del ciclo base de tiempo*

- Comunicacion con perifericos y unidad de programación*

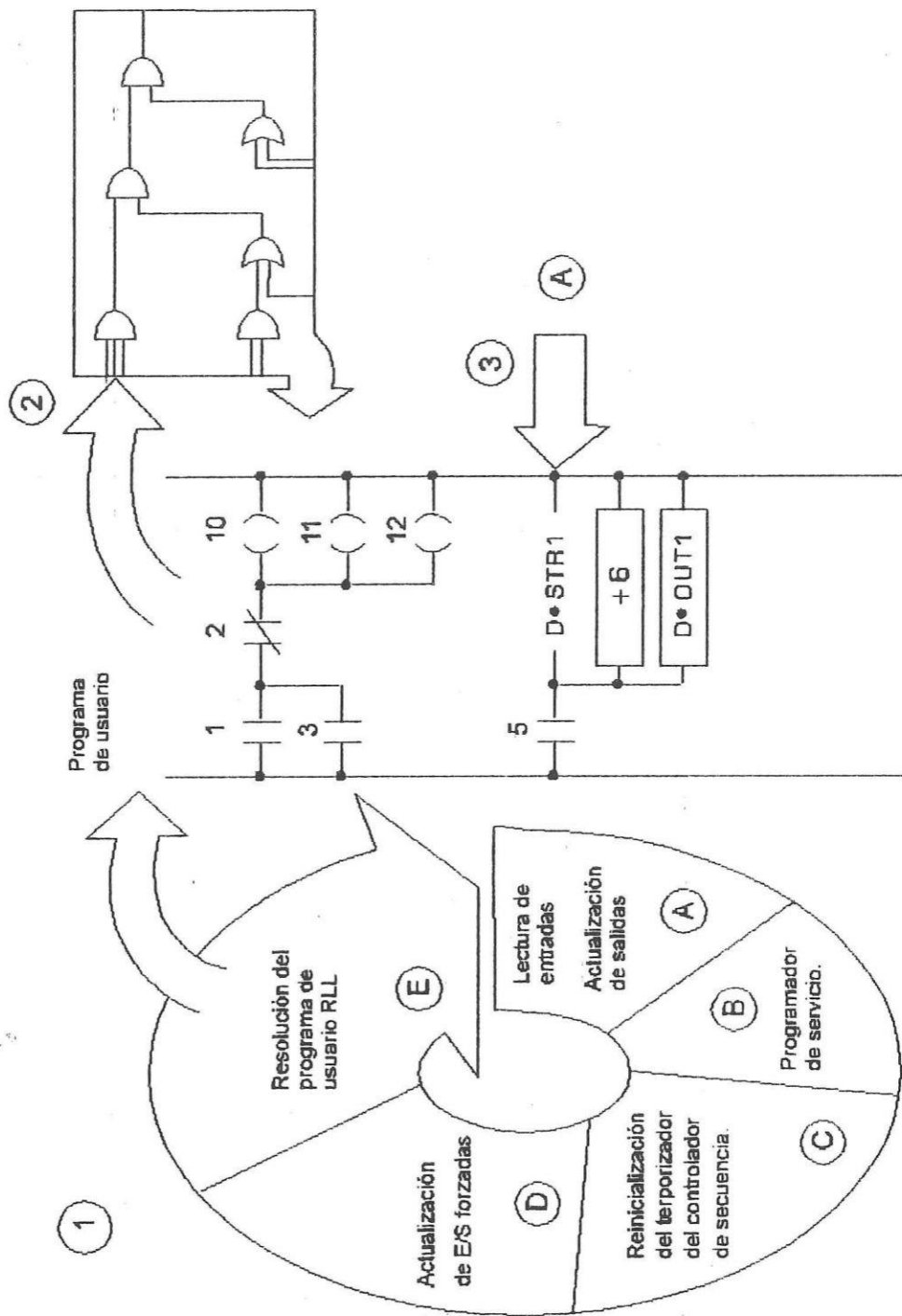
Hasta que el programa del sistema no se ha ejecutado todas las acciones necesarias que le corresponden, no se inicia el ciclo de programa de usuario.

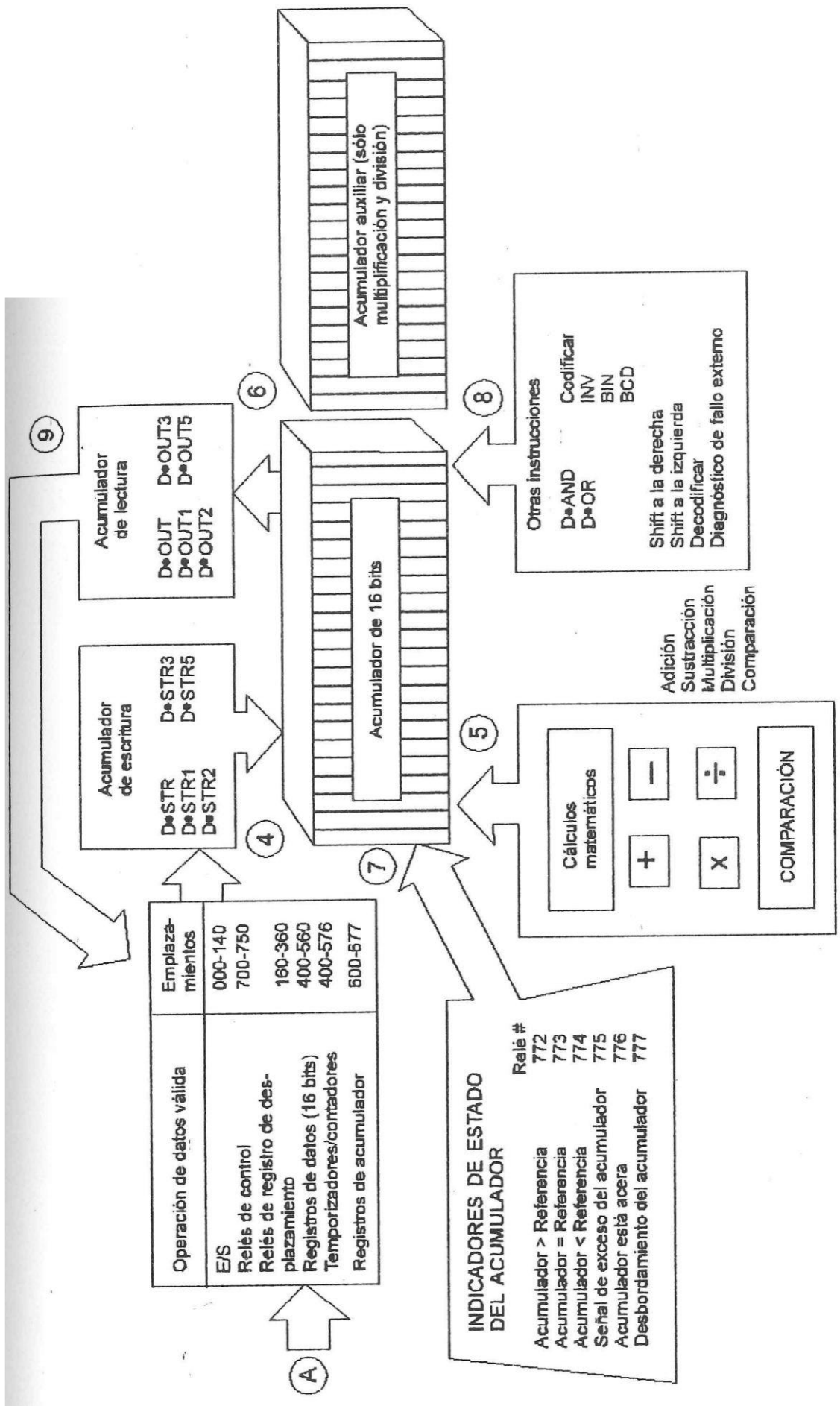
B.1.2 CICLO BASICO DE TRABAJO DE LA CPU

El ciclo basico de trabajo de elaboración del programa por parte de la CPU es el siguiente (ver fig 12B):

- A. Antes de iniciar el ciclo de ejecución, el procesador, através del bus de datos, consulta el estado 0 ó 1 de la señal de cada una de las entradas y las almacena en los registros de la memoria de entradas, esto es, en la zona de entradas de la memoria de la tabla de datos. Esta situacion se mantiene durante todo el programa.*
- B. A continuacion el procesador accede y elabora las sucesivas instrucciones del programa realizando las concatenaciones correspondientes de los operandos de estas instrucciones.*
- C. Seguidamente asigna el estado de señal a los registros de las salidas de acuerdo a la concatenacion anterior, indicando si dicha salida ha o no de activarse, situándola en la zona de salida de la tabla de datos.*
- D. Al final del ciclo una vez concluida la elaboracion del programa, asigna los estados de las señales de entrada a los terminales de entrada y los de salida a los de salidas, ejecutando el estado 0 ó 1 en estas últimas.*

FIG. 12B.- CICLO DE OPERACION DE PROGRAMA





Operación de datos válida	Emplazamientos
E/S	000-140
Relés de control	700-750
Relés de registro de desplazamiento	160-360
Registros de datos (16 bits)	400-560
Temporizadores/comptadores	400-576
Registros de acumulador	500-577

INDICADORES DE ESTADO DEL ACUMULADOR	Relé #
Acumulador > Referencia	772
Acumulador = Referencia	773
Acumulador < Referencia	774
Señal de exceso del acumulador	775
Acumulador está acera	776
Desbordamiento del acumulador	777

E. Esta asignación se mantiene hasta el final del siguiente ciclo, en el que se actualizan las mismas.

Dada la velocidad con que se realiza cada ciclo, del orden de 5 a 10 ms/1k instrucciones, se puede decir que las salidas se ejecutan en función de las variables de entrada prácticamente en tiempo real.

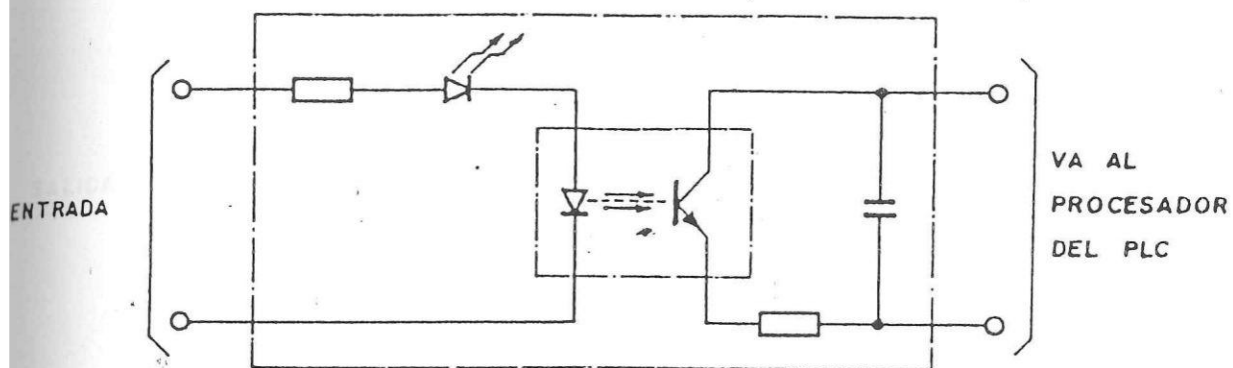
B.2 UNIDADES DE ENTRADA - SALIDA (E/S)

Dispositivos básicos por donde se toma la información de los captadores, en el caso de las entradas, y por donde se realiza la activación de los actuadores, en las salidas. (ver fig 12C)

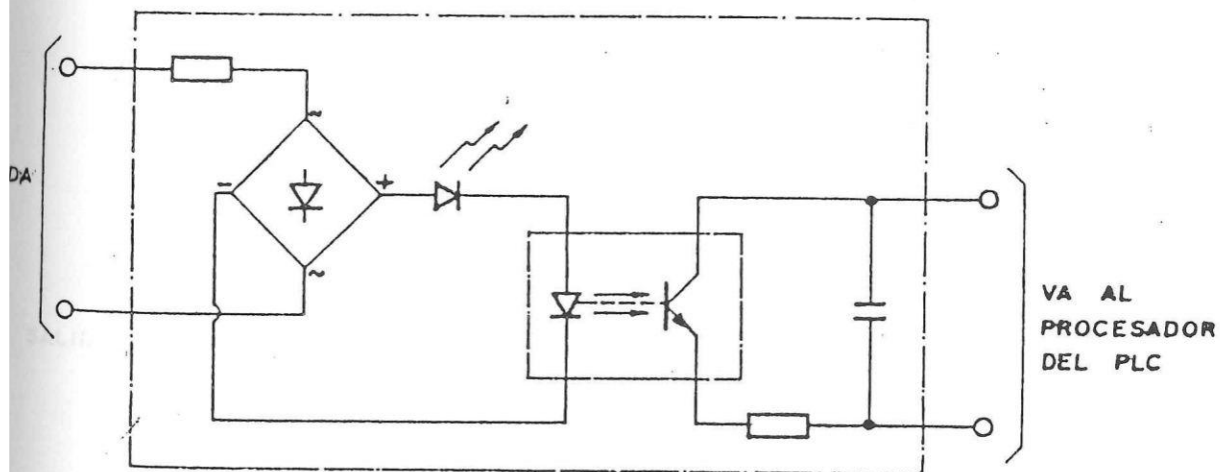
B.2.1 FUNCIONES

- a) Adaptar las tensiones e intensidades de trabajo de los captadores y actuadores a las de trabajo de los circuitos electrónicos del autómata.*
- b) Realizar una separación eléctrica entre los circuitos lógicos de los de potencia, generalmente a travez de optoacopladores.*
- c) Proporcionar el medio de identificación de los captadores y actuadores ante el procesador.*

FIG. 12C.- INTERFACES DE ENTRADA

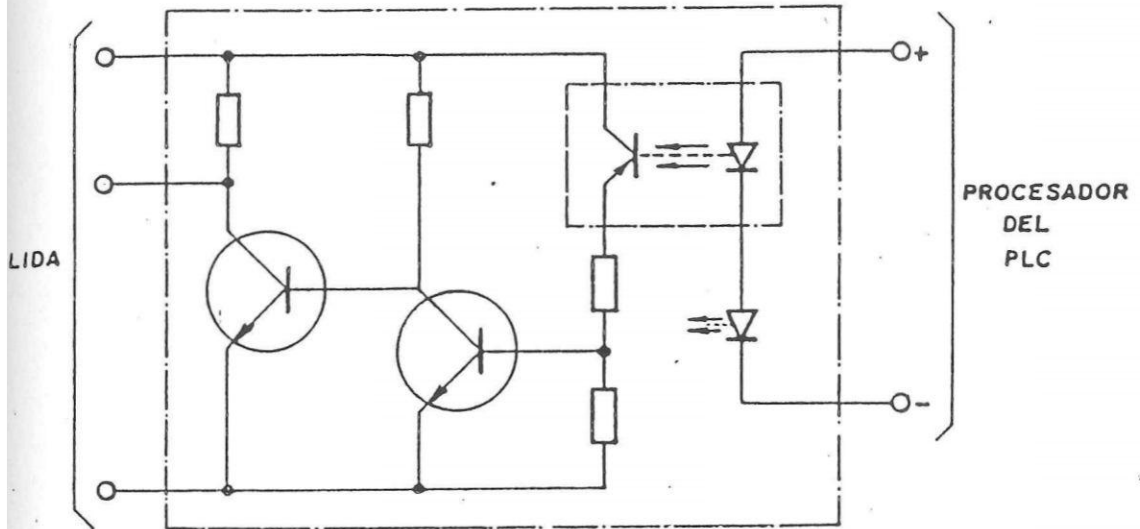


INTERFASE PARA ENTRADA DISCRETA D.C.

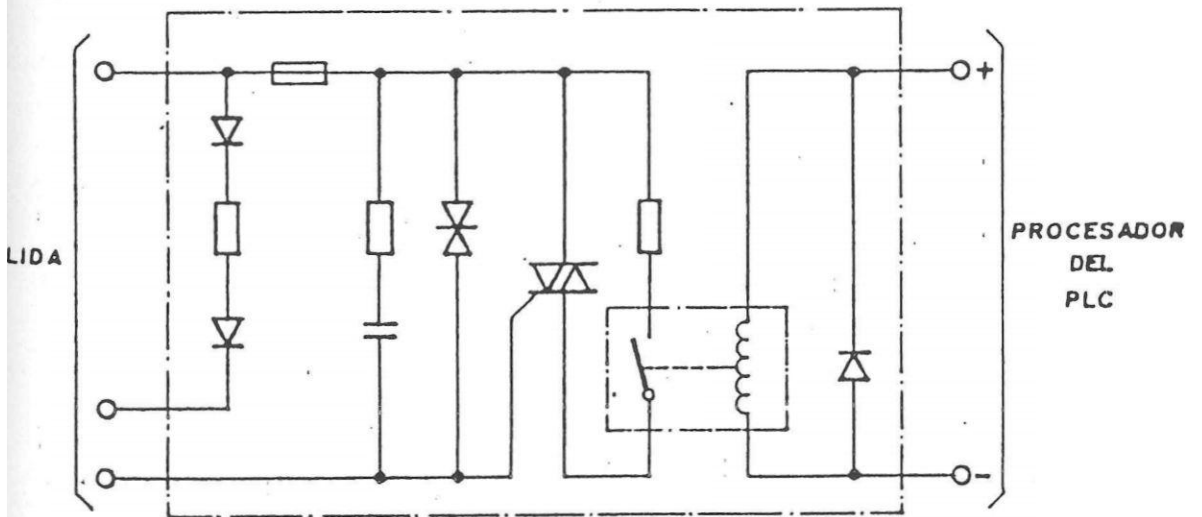


INTERFASE PARA ENTRADA DISCRETA A.C

FIG. 12C.- INTERFACES DE SALIDA



INTERFASE PARA SALIDA DISCRETA D.C. (Tipo transistor)



INTERFASE PARA SALIDA DISCRETA A.C. (Tipo relé)

B.2.2 ENTRADAS

Se caracterizan físicamente por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores, por su numeración y por su identificación "Input o Entrada; llevan además una indicación luminosa de activado por medio de un diodo Led.

En cuanto a su tensión de entrada puede ser de tres tipos:

- libres de tensión
- A corriente continua
- A corriente alterna.

En cuanto a la señal que reciben pueden ser:

a) Analógicas:

Su principio de funcionamiento se basa en la conversión de la señal analógica a código binario mediante el convertidor analógico digital (A/D)

b) Digitales

Son las más utilizadas y corresponden a una señal de entrada de nivel de tensión o a la ausencia de la misma.

B.3 SALIDAS

La indicación de las salidas es igual que el de las entradas en este caso es Output o Salida.

Es donde se conectan los dispositivos de salidas, incluye un indicador luminoso led de activado, y son de tres tipos:

- A relé*
- A triac.*
- A transistor.*

Las intensidades que soportan pueden variar entre 0.5 y 2 Amperios. Pueden ser:

- Digitales .- que es la más utilizada.*
- Analógica .- que requieren de un convertidor digital analógico (D/A) que nos realice la función inversa de la entrada.*

Cada módulo de entrada/salida puede estar conformado por 32, 24,16,8 ó 4 circuitos de aplicación específica, es decir, de entradas o salidas. Cada circuito tiene un terminal de conexión en el módulo.

Físicamente los módulos son conectados en slots (ranuras) que se encuentran instalados en la unidad base o principal del PLC; la disposición física de los módulos determina la dirección de referencia a la que es asociada durante el proceso de programación.

Cada terminal de conexión está asociado a un código de referencia. dependiendo de la posición del módulo en la unidad base y su posición dentro del módulo.

Generalmente la implementación de un sistema de automatización con PLC en procesos de mediana o alta complejidad requiere un número elevado de entradas y salidas. Los fabricantes de PLC's proveen la expansión de su unidad base a otras unidades a través de una interconexión, ampliando de esta manera su número de entradas/salidas.

La siguiente tabla 1 muestra dispositivos E/S de tipo discreto.

La tabla 2 muestra los rangos estandares de voltaje para interfases discretas.

TABLA 1

<i>DISPOSITIVOS DE ENTRADA</i>	<i>DISPOSITIVOS DE SALIDA</i>
<i>Selectores</i>	<i>Alarmas</i>
<i>Pushbuttons</i>	<i>Control de relays</i>
<i>Detectores foto eléctricos</i>	<i>Ventiladores</i>
<i>Micro switch</i>	<i>Luces</i>
<i>Sensores de proximidad</i>	<i>Hornos</i>
<i>Sensores de nivel</i>	<i>Válvulas</i>
<i>Contactos de relay</i>	<i>Arranque de motores</i>
	<i>Solenoides</i>

TABLA 2

<i>INTERFASES DE ENTRADA</i>	<i>INTERFASES DE SALIDA</i>
<i>24 Voltios AC/DC</i>	<i>12 - 48 Voltios AC</i>
<i>48 Voltios AC/DC</i>	<i>120 Voltios AC</i>
<i>120 Voltios AC/DC</i>	<i>230 Voltios AC</i>
<i>230 Voltios AC/DC</i>	<i>12 - 48 Voltios DC</i>
<i>Nivel TTL</i>	<i>Voltios DC</i>
<i>No - voltaje</i>	<i>120 Voltios DC</i>
<i>Entrada aislada</i>	<i>Relay</i>
	<i>Salida aislada</i>
	<i>Nivel TTL</i>

B.3.1 DESCRIPCIÓN DE INTERFASES TÍPICAS PARA E/S DISCRETAS

Circuito de Entrada AC/DC:

Está compuesto por dos partes:

La parte de potencia y la parte lógica, acopladas por un circuito que los aísla eléctricamente. (Figura 16)

La parte de potencia realiza la función de convertir la señal de entrada (230 VAC, 115 VAC, etc.) que proviene del dispositivo sensor, en un nivel lógico DC apropiado para ser usado por el procesador.

Módulo de Entrada a 24 Vcc

La alimentación de 24 Vcc para detectar el estado de la entrada, que son contactos aislados de la parte interna del controlador, es proporcionada por la fuente de la unidad base, por lo que no requiere alimentación externa.

Módulo de Salida a Relé.

Se emplea para corriente continua y corriente alterna, por ejemplo comando de contactores, electroválvulas, relays, motores, etc.

Interfases de E/S para Datos Analógicos

El microprocesador en la arquitectura de un PLC permite la posibilidad de realizar operaciones

aritméticas y la manipulación de datos numéricos provenientes de transductores analógicos y convertirlas en señales digitales para ser procesadas por el microprocesador; de igual forma, convertir señales digitales en señales analógicas para la manipulación de actuadores proporcionales.

La tabla siguiente lista los dispositivos típicos que son interfazados al controlador a través de módulos analógicos.

<i>ENTRADAS ANALÓGICAS</i>	<i>SALIDAS ANALÓGICAS</i>
<i>Transductor de temperatura</i>	<i>-Actuadores analógicos</i>
<i>Transductor de presión</i>	<i>-Válvulas proporcionales</i>
<i>Transductor de celda de carga</i>	<i>-Actuadores para motores eléctricos.</i>
<i>Transductor de humedad</i>	
<i>Transductor de flujo</i>	<i>-Medidores analógicos</i>
<i>Potenciométricos</i>	

Las interfases analógicas pueden ser de un tipo unipolar (solamente rango positivo), Bilopar (rango positivo y negativo) y diferenciales.

En muchos casos, un módulo de entrada o salida contiene dos o más rangos y puede satisfacer los requerimientos ya sea de corriente o voltaje. Los diferentes rangos son

seleccionables mediante hardware (dip switches o jumpers) o por software.

Módulos E/S Especiales

Utilizados para interfazar cierto tipos o información en forma eficiente: como por ejemplo señales analógicas de bajo nivel (del orden de los milivoltios), las cuales no se puede ingresar usando interfases E/S estándares. Los módulos E/S especialmente pueden incorporar en su circuitería interna un microprocesador con el fin de añadir "inteligencia" a la interfase. Estos módulos "inteligentes" pueden realizar una tarea completa de procesamiento, independiente del CPU que contiene el PLC.

Los módulos de interfase especiales más utilizados en un sistema de automatización industrial en base a PLC son:

- 1.- Entradas de termocupla: Acepta señales directamente desde el transductor.
- 2.- Amplificadores Strain Gage Usados para interfazar transductores de presión, temperatura, desplazamiento, torque, flexión, etc. La señal de salida de estos transductores es muy baja y necesita ser amplificada.

- 3.- Salida para de control de motores paso a paso. Se generan señales de comando para el control de posición angular.
- 4.- Interfase para servo mecanismo: Sistemas mecánicos que realizan control de movimiento.
- 5.- Modulo de pocicionamiento en ejes.
- 6.- Módulo PID: Aplicado para operaciones de control que requieren un control continuo a lazo cerrado.
- 7.- Módulo de procesamiento de datos.
- 8.- Módulo interfase de redes: Permite interfasar por medio de una línea de comunicación el PLC con otros dispositivos inteligentes.

Asi existen módulos que permite establecer comunicaciones via radio en caso de estaciones remotas usando protocolos de comunicaciones y modulación como el M13K para casos requeridos.

B.4 LA UNIDAD DE ALIMENTACION

Encargado de adaptar la tensión de red 220 V y 60 Hz a la de los circuitos electrónicos internos del PLC. Asi como para producir los niveles de tensión continua necesarios para el funcionamiento de los dispositivos de entrada generalmente 24 V.

B.5 CONSOLA DE PROGRAMACION

Tiene como finalidad esencial traducir el lenguaje técnico de automatización (lenguaje de programación) en lenguaje máquina, propio de la unidad central de proceso. Constituye, por tanto, un periférico fundamental que aporta una gran ayuda en la programación, señalando: errores de sintaxis, errores de configuración, errores de manipulación.

La consola realiza, además de la programación, otros tipos de operaciones:

- Visualización dinámica en tiempo real de las entradas y de las salidas.
- Modificación del programa.
- Modificación de los datos.

- Ejecución del programa, paso a paso, línea por línea o instrucción por instrucción.

Ciertas consolas son similares a una microcalculadora: Hand held. Estos son usados para trabajos en planta.

B.5.1 Display de Visualización

Algunas consolas de programación incluyen "display" de visualización en forma de líneas fijas, otras por el contrario, son unidades independientes que van desde

pantallas de cristal líquido hasta monitores monocromaticos a color.

DEFINICIÓN DE ENTRADAS/SALIDAS (DIMENSIONAMIENTO)

Una vez que ha sido tomada la decisión para automatizar algún proyecto, sea total o parcial la determinación del número de entradas y salidas es el primer problema que debe ser analizado.

Para determinar el total de I/O se debe contar con dispositivos discretos y/o analógicos que serán monitoreados, controlados y/o procesados, esto determinará las restricciones de mínimo tamaño del controlador.

Para el cálculo del mínimo de I/O es preferible disponer de un esquema eléctrico de la máquina o planta (ver figura 12D y apéndice i).

La selección de los módulos con diferentes características niveles de tensión en c.c. ó en c.a. y con densidades variables (mínimo de 8 puntos I/O por módulo) se hace de la siguiente manera.

Existen módulos a baja densidad (4,8 puntos) y a alta densidad (16,32,64 puntos).

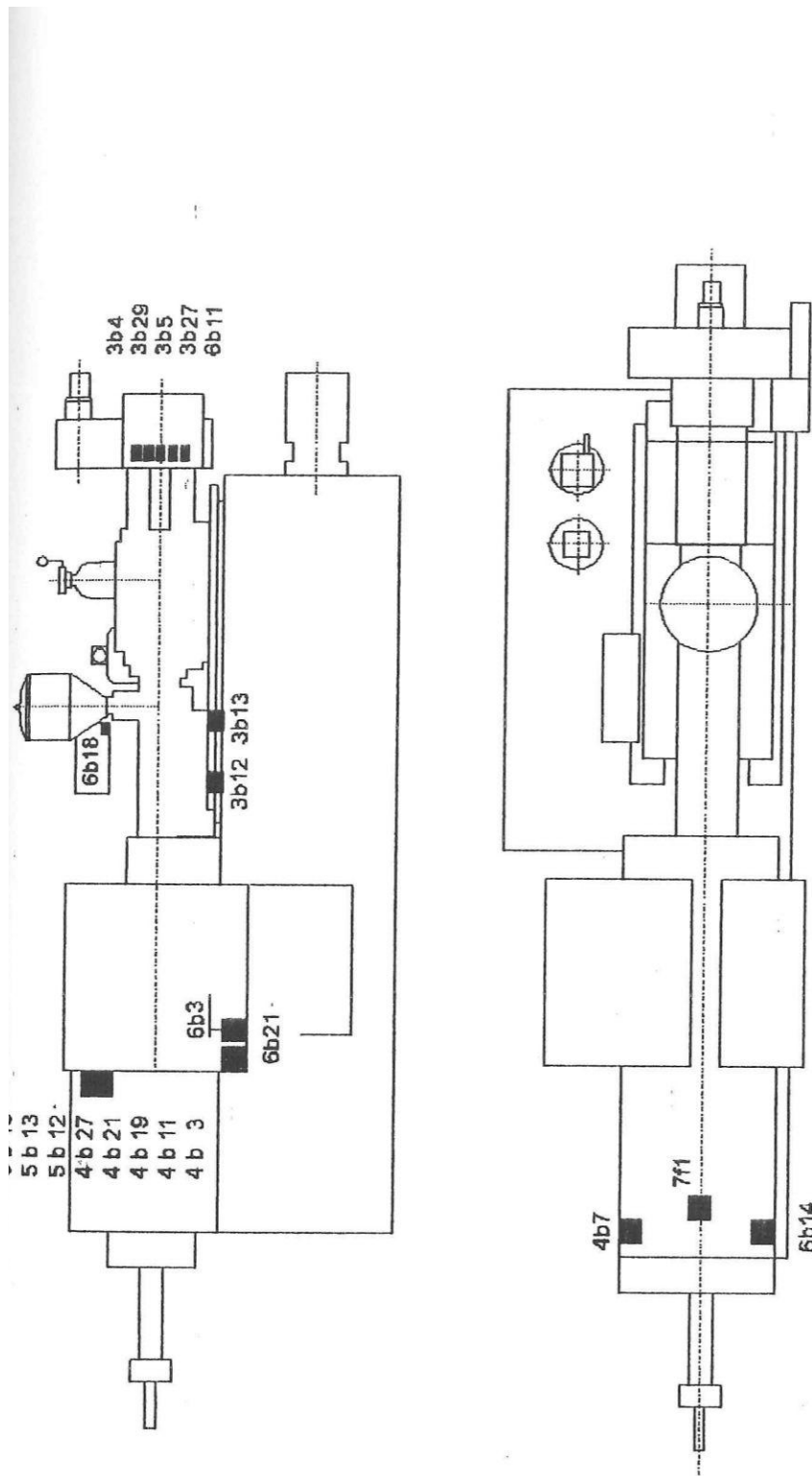


FIG. 12D.- ENTRADAS DE CONTROL EN MAQUINA

Para determinar el número de módulos necesarios se procede a dividir cada total de entradas/salidas por el número de puntos aceptable por módulo.

En la máquina Inyectora se tiene un total :

- Entradas analógicas 4
- Entradas digitales 45
- Salidas digitales 40

Se disponen módulos de PLC en Vca :

- 1 modulo de 4 puntos para entradas analógicas
- 6 modulos de 8 puntos para Entradas digitales
- 2 módulos de 16 puntos más
- 1 Modulo de 8 puntos para las salidas digitales.

Cuando se evalúan las salidas discretas se deben contemplar las siguientes características: salidas con fusibles, protección contra picos transitorios y aislamiento entre los circuitos de potencia y lógicos. Se debe supervisar los rangos de la corriente de salida y la temperatura de operación especificada (típicamente el límite de temperatura es cerca de 60 grados centígrados).

La selección en el caso de las señales analógicas es similar con el mismo procedimiento.

Para la máquina Inyectora se tiene 4 zonas de calentamiento. esto determina 4 entradas de señal de termocupla, por lo que se determina la selección de un módulo analógico.

Por último se debe considerar, además de los módulos I/O, escogidos según criterios anteriores, el módulo de la CPU y el de alimentación. En la unidad base de un PLC común se pueden soportar 4,8 ó 10 tarjetas a la vez, esto también determinará algunas consideraciones especiales del total de módulos necesarios para una aplicación.

El caso de la máquina inyectora según el rango de PLC's corresponde a un pequeño PLC con características de rango superior.

DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE MEMORIA

El total de memoria requerida para una aplicación dada es una función del número total de entradas y salidas a ser manipuladas y de la complejidad del programa de control, por ello se debe considerar la capacidad y tipos de memorias que se necesitarán.

}

La complejidad se refiere al total de funciones aritméticas y de manejo de datos que serán ejecutados. Los fabricantes normalmente tendrán una fórmula para cada uno de sus productos que le ayudarán a realizar una aproximación del requisito de memoria.

Una forma de estimar dicho total de memoria es conociendo el número total I/O por manejar, multiplicar este número por una constante variable entre 6 y 10 (según la complejidad del programa por realizar).

Considerando la máquina inyectora:

44 entradas + 45 salidas, dan un total de 89 I/O, con lo que se puede necesitar de 1k de memoria programa (1000 palabras) para una aplicación básica, a lógica exclusivamente electromecánica o booleana; ó hasta 1500 palabras para un programa complejo con señales analógicas: control de ejes, comunicaciones en red, lazo de regulación, etc.

Se debe tener en cuenta que los criterios varían dependiendo de la longitud de la palabra (8 bits ó 16 bits).

Otra forma de Seleccionar la memoria es una vez elaborado el programa, contar el número de instrucciones y evaluar el número de palabras necesarias por cada instrucción. Sin embargo esto requeriría un conocimiento mínimo de programación.

Por último, se debe analizar el tipo de memoria que se requiere: volátil (CMOS-RAM) ó no volátil (EPROM) o una combinación de ambos. En el caso de memoria volátil, muchas veces se usa una batería tampón, de manera que si se apaga la CPU; esta conserva su contenido y no hace falta recargar el programa. Esta batería no es usada durante el funcionamiento normal del sistema con alimentación externa y tiene una duración de aproximadamente 3 años (si el PLC no es usado), con la característica de ser recargable, lo que le permite ser recargada durante el funcionamiento del PLC.

CONSIDERACIONES DE SOFTWARE

Durante la implementación del sistema, el usuario se verá enfrentado con la programación del PLC. Generalmente las capacidades de software de un sistema están ligadas al manejo del hardware del control que es disponible con el controlador. Por otro lado, una aplicación puede involucrar un

control especial o funciones de adquisición de datos que requieran de cálculos numéricos complejos y manejo de datos. El conjunto de instrucciones elegido determinará la facilidad con el cual la tarea de control puede ser implementada.

En el mercado actual existen una infinidad de paquetes, los cuales facilitan el trabajo del usuario en muchos aspectos.

- a) *Programación:* Además de permitir la programación según diferentes niveles :
Lenguaje a escalera, booleano, alto nivel Grafcet, etc; Existen en el mercado algunos paquetes que incluso permiten la programación en los lenguajes basic y C, el cual es luego convertido adecuadamente para el PLC escogido.
- b) *En supervisión:* se pueden hacer diagramas de cableado (I/O wiring), monitoreo de las señales controladas, emisión de mensajes de error, diagnostico, etc.
- c) *Soporte:* Se puede hacer la conversión de la lógica entre dos o más controladores programables.

Tiempo de Barrido (scan time)

El tiempo de barrido describe el modo en el cual la CPU ejecuta los cálculos que le han sido asignados procediendo en secuencia a través de todas las direcciones de memoria y siguiendo las instrucciones insertadas por el usuario (contactos a relés, temporizaciones, movimiento de datos, conteo, etc.). Al final del barrido la CPU efectúa un rápido control de sus circuitos y regresa al inicio del programa Operación que es repetida mientras que es alimentado.

El tiempo medio de barrido (pocos ms) es referido normalmente a 1000 palabras de memoria.

Conocer el tiempo de barrido de una CPU es determinante para aplicaciones en las cuales se requiere una actualización de datos en un límite de tiempo predefinido Este tiempo es indicativo y variable con la longitud del programa.

Para el caso de velocidades particularmente veloces (provenientes por ejemplo de encoders) se usan módulos particulares, llamados módulos a conteo veloces, que elaboran directamente estas señales teniendo actualizada la CPU.

CONSIDERACIONES FÍSICAS Y AMBIENTALES.

Las características físicas y ambientales de los diferentes componentes del controlador tendrán

un impacto significativo sobre la fiabilidad y facilidad de mantenimiento del sistema total.

La ubicación adecuada del controlador programable es un paso muy importante en la selección definitiva del mismo. Si el ambiente de operación es reducido, las dimensiones del PLC deben considerarse a menos que se pretenda hacer un control remoto.

Las condiciones ambientales tales como: temperatura, humedad, nivel de suciedad, etc. Pueden también afectar la capacidad del controlador para operar apropiadamente, por esto cuando se está especificando el controlador y su sistema I/O, es importante determinar los parámetros de operación.

PLC's COMERCIALES

La aplicación de PLC's en la automatización industrial se ha incrementado considerablemente; debido a que sus características de diseño y fabricación, han permitido implementar sistemas de control en sectores tecnológicos que inicialmente, por su estructura y complejidad en el manejo de las variables que definen el proceso, era casi imposible.

Esto se ha logrado gracias al empeño puesto por los fabricantes de PLC's con el fin de cubrir las necesidades más exigentes del usuario en la implementación de un proyecto de automatización industrial.

A pesar de que existen una gran variedad de marcas de PLC's son siete los fabricantes que actualmente controlan más del 80 % del mercado mundial.

Japón : Mitsubishi y OMRON
Alemania : Siemens
Estados Unidos : Allen Bradley, General Electric, modicom.
Francia : Telemecanique

Entre muchas otras.

Ver tablas del apéndice A2.

CLASIFICACIÓN DE PLC's

Antes de evaluar los requisitos del sistema se necesita conocer los diversos rangos de productos de controladores programables y características típicas que se encuentran dentro de estos rangos. Esto capacita al usuario a identificar rápidamente el área general en el cual las especificaciones para una aplicación pueden ser encontradas y, elegir el producto que esté más relacionado con los requisitos del controlador.

Según la figura 13, se pueden diferenciar tres grandes áreas constituyendo los llamados controladores programables:

Low-end, médium-range, y high-end, incluyendo en dicho esquema una superposición de fronteras. La base para la segmentación de las áreas del producto es el número de posibles entradas y salidas que el sistema puede tener (total I/O), el total de memoria disponible para el programa de aplicación y la estructura del software y hardware general del sistema. Cuando el total de I/O crece, la complejidad y el costo del sistema también se incrementa. Del mismo modo cuando la complejidad del sistema crece, también lo harán: la capacidad de memoria, la variedad de módulos I/O y las capacidades de set de instrucciones.

Las áreas sombreadas A y B reflejan la posibilidad de un controlador con características (no estándar) de un rango o superior. Productos que caen en este solapamiento siempre permitirán al usuario elegir el que este más cercano a los requisitos, sin tener que elegir un producto más grande al menos que sea necesario.

FIG. 13.- CLASIFICACION DE LOS PLC'S



Segmento 1. PLC's pequeños (low end)

Estos pequeños controladores, incluyendo micro PLC's son usualmente aplicados en controles del tipo ON/OFF para realizar básicamente funciones de secuenciamiento lógico y de temporización; Ampliamente usados para el control individual de pequeñas máquinas. A menudo estos son controladores de una simple tarjeta, con las características generales siguientes:

Número de I/O hasta 256, procesador de 8 bits sólo es un sustituto de relays o boleano.

Area A:

Esta área sombreada incluye controladores que son capaces de tener hasta 256 I/O pero también tienen características normalmente encontradas en controladores de tamaño medio por ejemplo: control analógico, matemática básica, LANs, y/o manejo de datos limitado.

Segmento 2. PLC's medianos (medium range)

Son aplicados cuando son necesarios más de 256 I/O. Las características generales son:

Soportan hasta 2048 I/O, las cuales pueden ser digitales y analógicas, usan procesadores de 8

ó 16 bits, pueden realizar control analógico y tienen capacidad de memoria de 4k palabras expandible a 8k, pueden usar módulos especiales de I/O, módulos PIC, puertas de comunicación RS232 y red de área local (LAN), soportan lenguaje escalera, boleano y de alto nivel, tienen capacidades matemáticas superiores a las del rango inferior.

Area B:

En general el área B contiene productos en segmento 2 que tienen más memoria manejo de tablas, PIC, capacidades de subrutina y más instrucciones aritméticas o de manejo de datos. Estas características son típicamente del estándar en segmento 3.

Segmento 3. PLC's grandes (high-end)

Usados en tareas de control más complicados que requieren de grandes manejos de datos adquisición y reporte. Enriquecimiento posterior de software permite a estos productos realizar más cálculos numéricos. Las características generales son:

Número mayor de I/O (hasta 8192)

Procesador de 16 o 32 bits memoria hasta 32k (expandible), capacidades matemáticas superiores

a las de los rangos inferiores, además de las capacidades de comunicación antes descritas para realizar diagnóstico de máquinas y otras funciones especiales.

REDES DE COMUNICACIÓN PARA PLC'S

En una red local, un número de usuarios (Computadores, periféricos, etc.) comparten el uso de un medio de transmisión, como puede ser un cable coaxial, o un BUS más complejo. En línea general, cada uno de los usuarios puede enviar un mensaje a cualquier otro en cualquier instante.

Es necesario que en cada momento, haya un solo mensaje transmitido por el medio de comunicación. De otra forma, se va a recibir mensajes incorrectos.

Para asegurar la gestión del medio de comunicación, se han desarrollado diferentes estándares.

Los más usados son el token Ring y el Csma/Cd (Carrier sense multiple access with collision detection), más conocido como Ethernet.

Token Ring

En el sistema "token ring", la conexión entre los usuarios forma un anillo, en el cual cada usuario tiene dos vecinos. Cuando nadie está transmitiendo, en el anillo circula un mensaje o código siempre igual, que se llama "token". Cada usuario recibe el "token" de uno de sus vecinos y lo transmite a otro. Ver figura 14.

Es necesario que en el anillo circule solamente un "token" a la vez. El "token" recorre el anillo, pasando de un usuario a otro siempre en el mismo sentido.

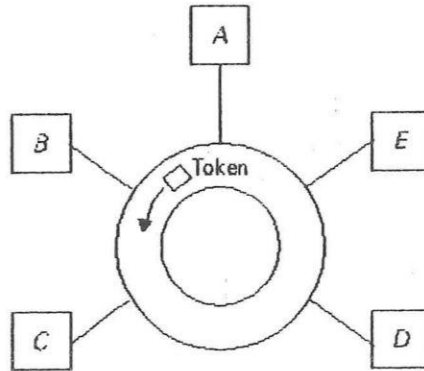
Cuando un usuario quiere transmitir, espera hasta que reciba el "token" y en vez de transmitirlo, transmite su mensaje. Al terminar, transmite de nuevo el "token".

De esta forma, como sólo hay un solo "token" circulando en la red, no puede haber conflicto entre dos usuarios transmitiendo al mismo instante.

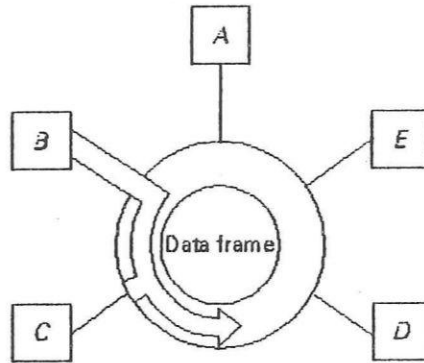
Se pone un límite máximo al tamaño de los mensajes que se pueden transmitir, de modo que se garantiza que un usuario que quiera transmitir pueda hacerlo antes de un tiempo máximo .

FIG. 14.- TOKEN-ACCESS CONTROL MECHANISM.

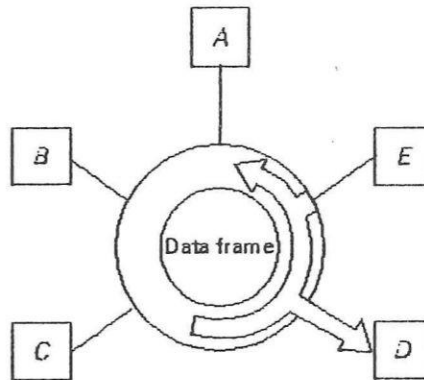
(a) Sending station B waits for the token



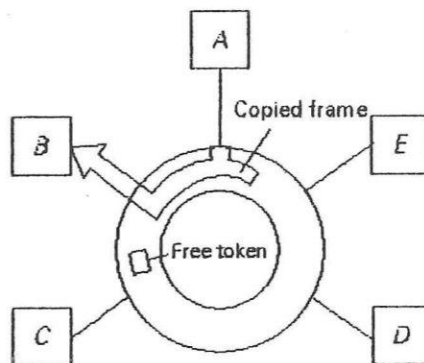
(b) Station B changes free token to busy token, and adds data and addresses.



(c) Receiving station D copies data addressed to it, and sets "frame-copied" bits



(d) Sending station B removes data and generates a free token.



Si el número de usuarios es muy grande, el tiempo de recorrido del "token" puede ser largo generando así un tiempo de espera grande, aunque nadie este transmitiendo, pero lo más importante es que el "token ring" siempre garantiza la transmisión entre un tiempo máximo, aún bajo condiciones de fuerte empleo del medio de comunicación.

El sistema de pase "token" se puede utilizar también cuando los usuarios no están conectados en anillo. En este caso, es necesario fijar un orden entre dos usuarios (dando a cada uno de ellos un número o dirección), para que cada uno sepa a quien transmitir el "token". En este caso se habla de Token Bus.

Un sistema "token ring" o "token bus" es indicado cuando los usuarios tienen que enviar mensajes breves pero con gran frecuencia. La garantía que el tiempo de espera no pueda sobrepasar un máximo es de gran interés en las aplicaciones en tiempo real.

ETHERNET

Ethernet es la denominación comercial del sistema CSMA/C. Las dos características del sistema son el chequeo previo (Carrier Sensing) y

la detección de colisiones (*collision Detect*),
(Ver figura 14-A).

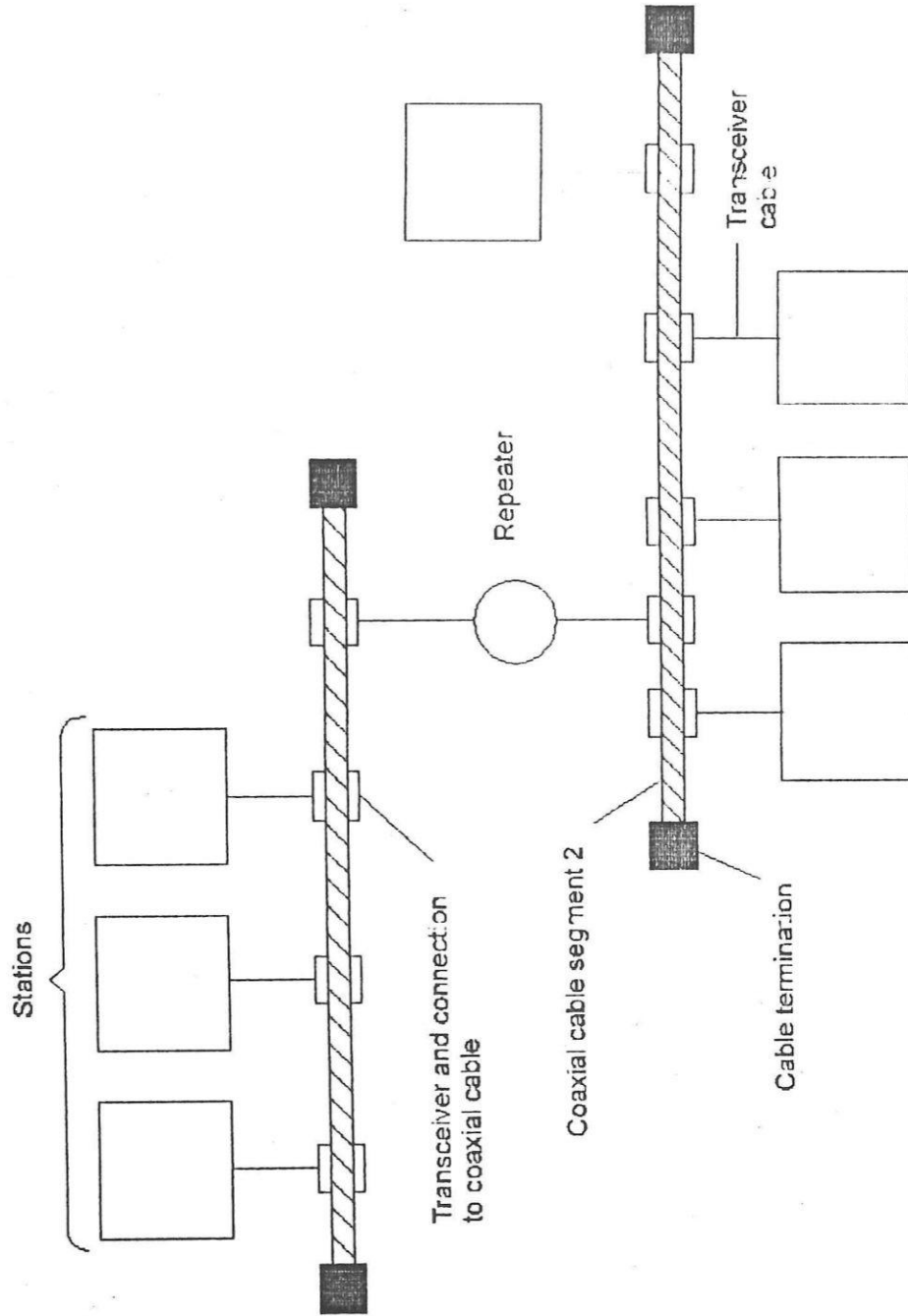
En este sistema si un usuario quiere transmitir, supervisa previamente el medio de transmisión para ver si alguien ya esta transmitiendo. Si el medio esta libre, transmite, de lo contrario espera.

Si dos usuarios transmiten al mismo tiempo (*colision*), en el medio de comunicación aparece un mensaje errado. Cada uno de los usuarios pueden darse cuenta que hay una colisión comparando lo que transmite con lo que aparece en el medio. Al detectar una colisión, cada usuario deja de transmitir y espera un tiempo casual.

De esta forma, no existe un límite máximo al tiempo de espera, que puede ser muy grande (aunque con probabilidad muy baja).

Si muchos usuarios quieren transmitir se verifican muchas colisiones y el tiempo promedio de espera se puede volver muy largo: existe un limite de "colapso" en el cual el número de colisiones es tan grande que la red no puede funcionar. Por lo contrario, si hay pocos mensajes, el sistema es más rápido que uno de pase

FIG. 14-A.- MEDIUM-SIZED ETHERNET LAYOUT



"token" ya que no se debe esperar que el "token" recorra el anillo.

El sistema Ethernet es indicado cuando los usuarios se envían mensajes largos pero con baja frecuencia.

En el campo industrial, Hay empleos de conexiones de sistemas de control con ambos sistemas, uno de ellos es el sistema MAP.

MAP

El sistema MAP (Manufacturing Automation Protocol), desarrollado por General Motors, permite conectarse en red de computadores y sistemas de control industrial. En el mercado están disponibles circuitos integrados de interfase MAP, y Tarjetas para computadores más difundidos.

El estándar MAP utiliza un sistema Token Bus y es posible que se ha adoptado como estándar internacional para aplicaciones de control industrial, supervisión de plantas y CAM.

Este sistema permite la comunicación de los datos entre productos provenientes de diferentes fabricantes y es ampliamente usado por PLC's. Existe una versión, Mini MAP, el cual permite la comunicación de tiempo real, a mayor velocidad que la red MAP.

El siguiente cuadro resume las características de las redes mencionadas.

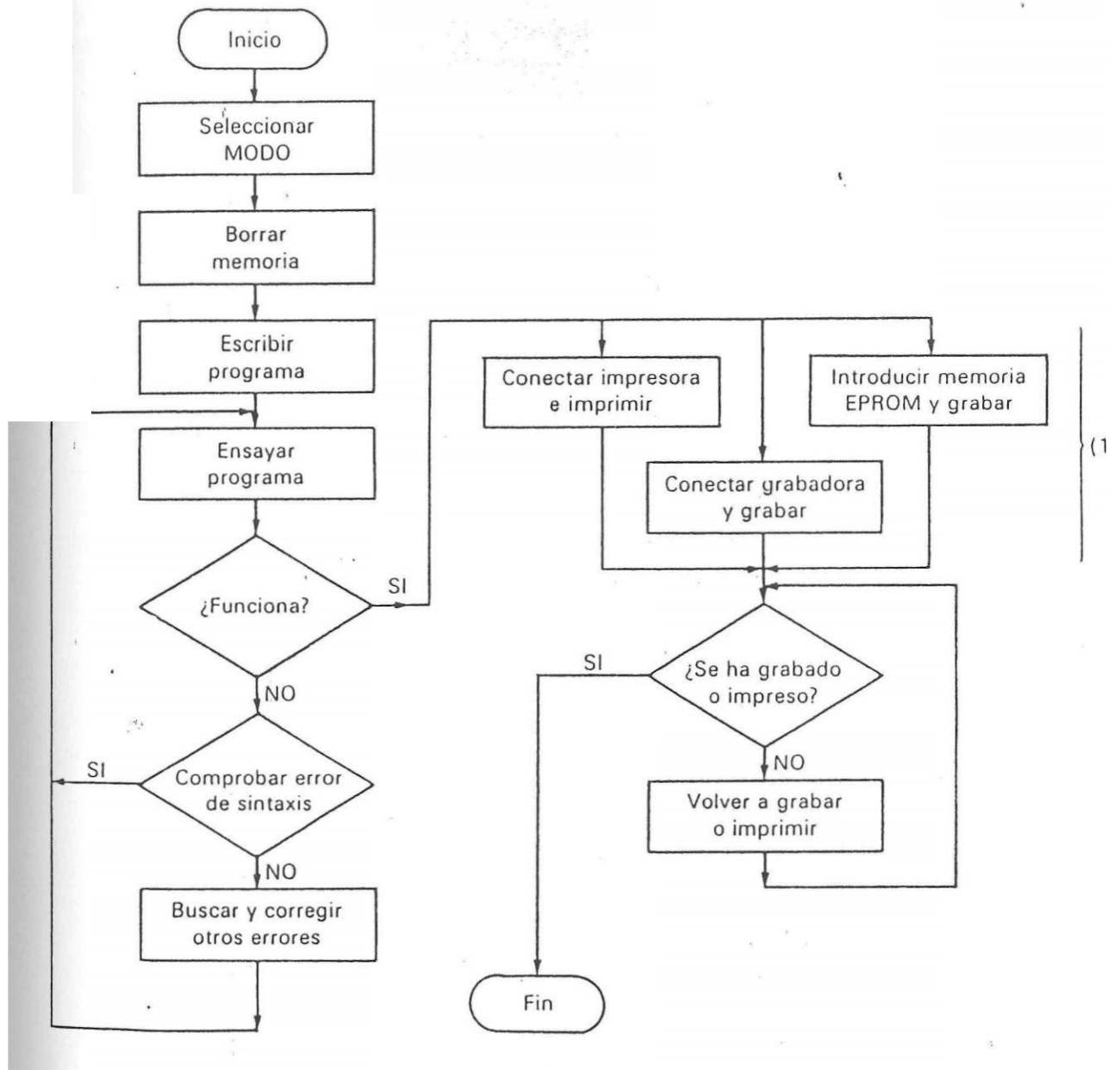
COMPARACIÓN ENTRE TOKEN RING, TOKEN BUS Y ETHERNET

	<i>Token ring</i>	<i>Token bus</i>	<i>Ethernet</i>
<i>Conexión</i>	<i>Anillo</i>	<i>BUS</i>	<i>BUS</i>
<i>Condición Inicio transmisión</i>	<i>Recepción token</i>	<i>Recepción token</i>	<i>Medio libre</i>
<i>Garantía acceso en un tiempo máximo</i>	<i>Sí</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>
<i>Proceso de corrección error</i>	<i>Complicada</i>	<i>Complicada</i>	<i>Simple</i>
<i>Proceso conexión nuevo usuario</i>	<i>Difícil</i>	<i>Difícil</i>	<i>Fácil</i>
<i>"colapso" por congestión</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Sí</i>

5.4 PROGRAMACIÓN DE PLC's

La flexibilidad y versatilidad característica en los controladores programables se debe en gran parte al software asociado que nos permite definir la estrategia de control de acuerdo a las necesidades específicas y redefinir (reprogramar) la operación del PLC de ser necesario. (Ver figura15)

FIG. 15 ORGANIGRAMA DE PROGRAMACION DEL PLC



MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN

Con los PLC's se puede elegir entre dos métodos de programación (Figura 16):

- a) *Programación Lineal* .- Es cuando las instrucciones son ejecutadas ciclicamente en forma sucesiva. Es posible programar hasta una longitud de 2k bytes.
- b) *Programación Estructurada*.- Permite dar un carácter más panorámico al programa siendo posible dividirlo en partes asignadas a diferentes procesos tecnológicos.

MODOS DE REPRESENTACIÓN DE PROGRAMAS

Los programas de usuarios se pueden representar en tres modos de representación (ejem fig. 17):

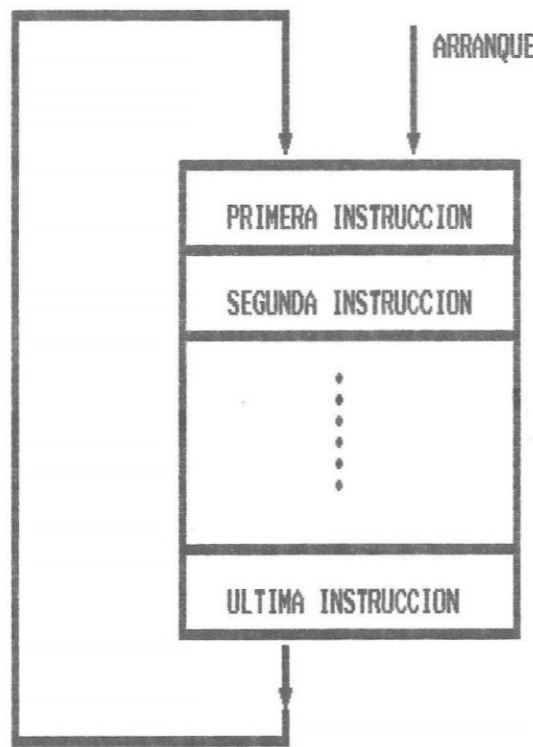
- *Lista de instrucciones.*
- *Plano de contactos.*
- *Plano de funciones.*
- *Ecuaciones Booleanas.*
- *Grafcet.*

LISTA DE INSTRUCCIONES

Una instrucción es una abreviación nemotécnica de las designaciones de funciones corresponde a DIN 19239.

FIG.16 METODOS DE PROGRAMACION

PROGRAMACION LINEAL



PROGRAMACION ESTRUCTURADA

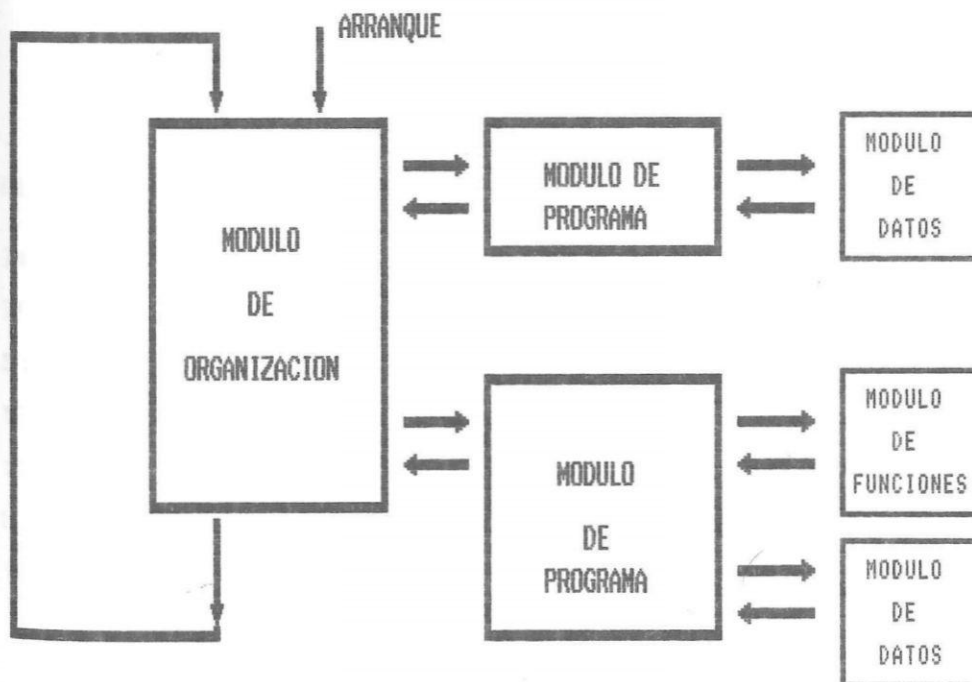


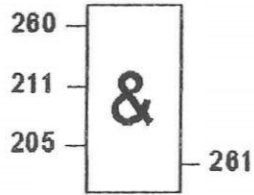
FIG. 17.- MODOS DE PROGRAMACION

COMBINACIÓN Y

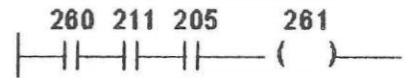
LISTA DE INSTRUCCIONES

STR 260
AND NOT 211
AND 205
OUT 261

PLANO DE FUNCIONES

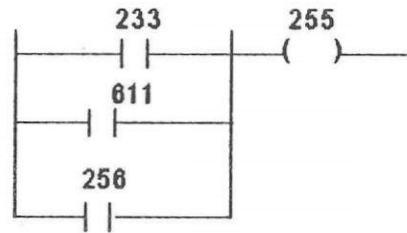
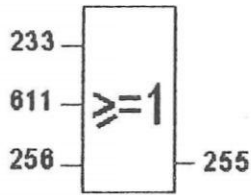


PLANO DE CONTACTOS



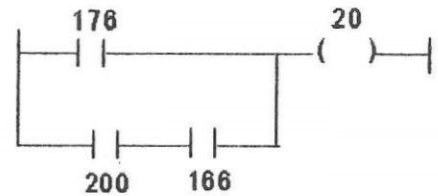
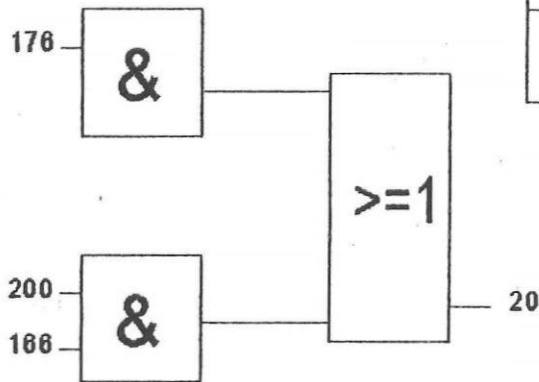
COMBINACIÓN O

STR 233
OR 611
OR 256
OUT 255



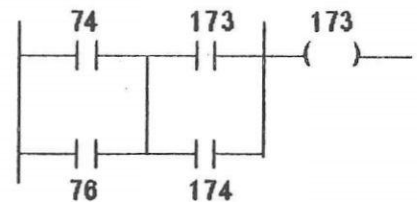
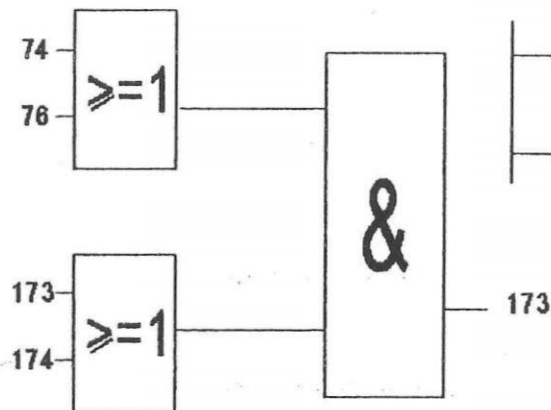
COMBINACIÓN Y DELANTE DE O

STR 176
OR 200
AND 166
OR STR
OUT 20



COMBINACIÓN O DELANTE DE Y

STR 74
OR 76
AND STR
STR 173
OR 174
AND STR
OUT 173



Un programa es una sucesión ordenada de instrucciones que tienen la siguiente estructura:

- La primera parte (operación) indica al PLC lo que tiene que hacer.*
- La segunda parte dice al autómatas programable conque es lo que debe hacer algo (operando).*

Un operando se compone de una letra o número característico de operando, y del parámetro que a su vez se compone del número del puesto de enchufe y del número de canal (0 a 7) de la entrada/salida. (Ver figura 18).

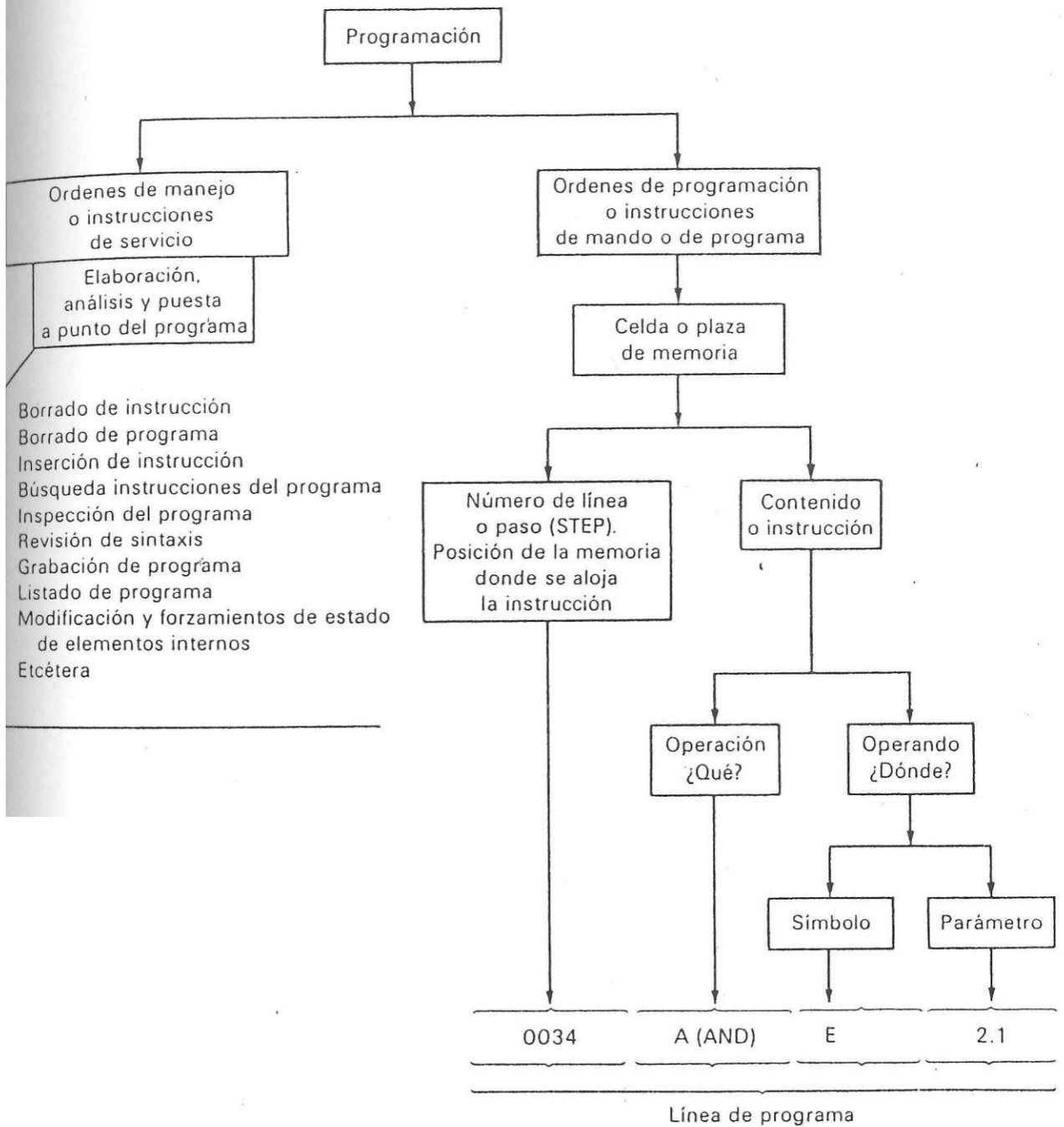
PLANO DE CONTACTOS

Esta compuesto de símbolos gráficos como en el esquema de circuitos, corresponde a DIN 19239. Cualquiera que sepa leer un esquema eléctrico puede programar un esquema de contactos.

PLANO DE FUNCIONES

Se elegirá esta forma si tiene preferencia por la representación lógica de la marcha del proceso. Para cada función de automatización se dispone del símbolo lógico gráfico correspondiente. Corresponde a DIN 40700, DIN 40719, DIN 19239.

FIG. 18.- ESTRUCTURA DE LAS INSTRUCCIONES DE PROGRAMACION DE UN AUTOMATA PROGRAMABLE



Estructura de las instrucciones u órdenes de manejo y programación de un Automata Programable.

ECUACIONES BOOLEANAS.

Constituyen un número ilimitado de operaciones fundamentales, particularmente adecuado para definir fenómenos característicos en procesos secuenciales. Las ecuaciones lógicas se basan en las diez operaciones fundamentales:

- Afirmación*
- Negación*
- AND*
- OR*
- Inhibición*
- NOR*
- NAND*
- OR exclusivo*
- Implicancia*
- Equivalencia*

Una ecuación lógica se define como la relación que asocia un resultado a una o dos variables lógicas, siendo una variable lógica aquella que puede tener solamente dos estados :

1 : Si está presente (verdadero)

0 : Si está ausente (falso)

y generalmente se define con una letra.

EL GRAFCET

El grafcet no es un simple lenguaje de programación para PLC por el contrario, abarca tres diversos conceptos.

- *Una metodología general para el desarrollo de un sistema de automatización.*
- *Un lenguaje de programación de alto nivel para PLC.*
- *Un método de descripción funcional, particularmente útil para determinar fallas y facilitar el mantenimiento.*

LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

El lenguaje de programación depende del tipo de controlador lógico programable que se utilice y del método empleado para obtener la descripción de funcionamiento del proceso. Los lenguajes se pueden dividir en dos niveles.

1. Bajo Nivel.

Siendo los más utilizados el lenguaje booleano y el de escalera. Los PLCs cuentan con un adecuado número de instrucciones que permiten implementar cualquier programa de automatización que se obtiene a partir de diagramas lógicos o escalera. Las instrucciones más utilizadas son:

- Operaciones lógicas AND, OR, NOT
- Envío de señales de control : OUT
- Conteo de eventos : CNT
- Temporización o de las señales de control : TMR.

2. Alto Nivel.

Depende del fabricante del PLC. Algunos soportan instrucciones en inglés muy parecidas al lenguaje BASIC, utilizado en la programación de computadoras y se obtienen a partir de organigramas. otros sistemas permiten realizar directamente el diagrama escalera y/o diagramas lógicos.

a) Los organigramas

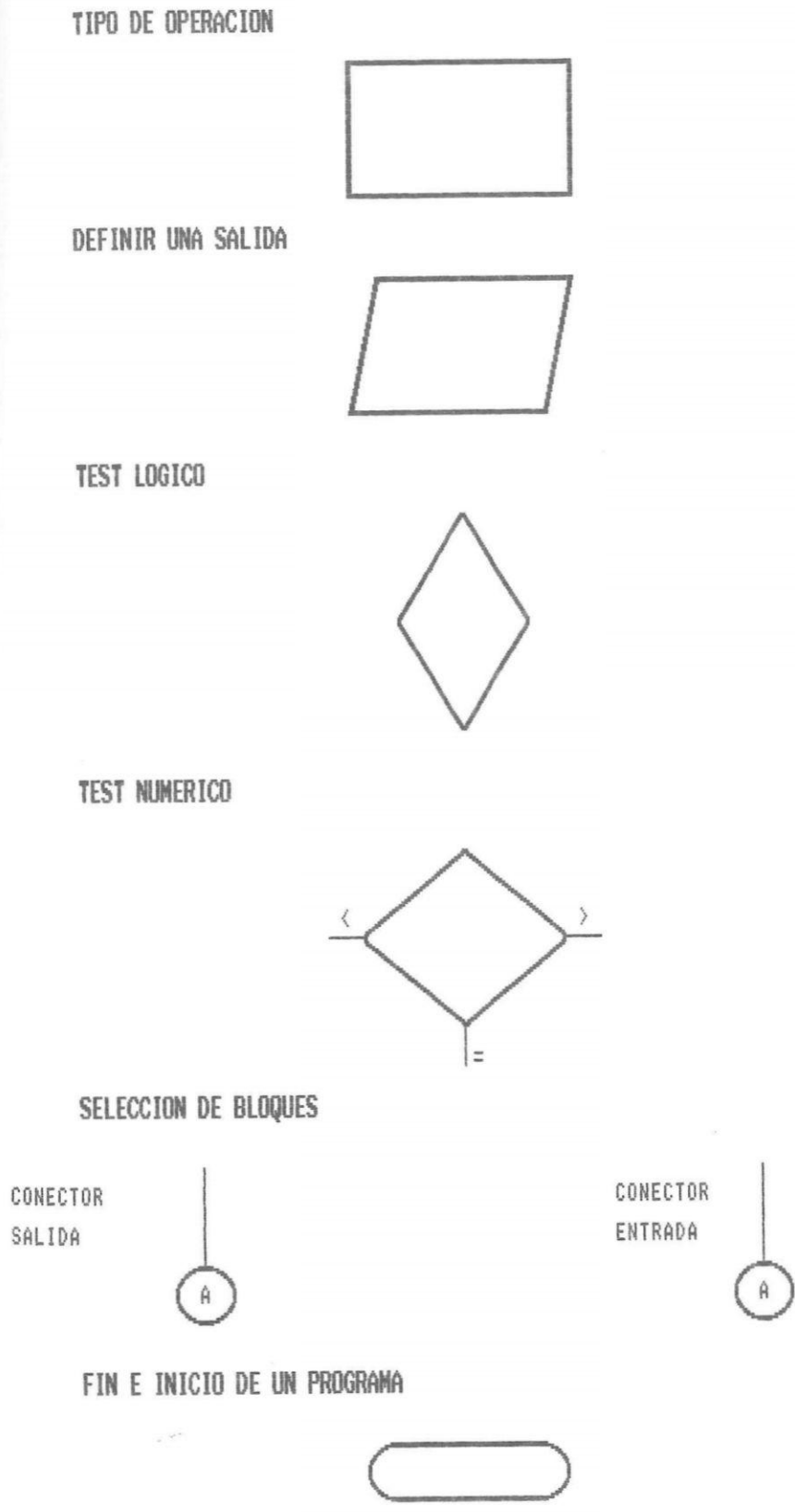
Describen el encadenamiento y la evolución de la información y de la operación relativa al procesamiento de la información (ver fig 19).

Un organigrama está compuesto por:

- Símbolos de procesamiento, indican el tipo de operación a efectuarse.
- Símbolos lógicos, definen la condición lógica o numérica de evolución.
- Líneas de enlace.
- Símbolos auxiliares.

El tipo de operación que comprenden el procesamiento de la información es descrito en el interior de un rectángulo.

FIG. 19.- ESTRUCTURA DE UN ORGANIGRAMA



Para definir una salida se reemplaza el rectángulo por un paralelepipedo.

Para verificar si es oportuno o no continuar con una determinada operación, se efectúa un test (numérico o lógico) y se utiliza como símbolo un triángulo.

Para un test lógico, la condición de salida sólo puede tener dos estados:

- Si el test es verdadero : enlaza con SI;
- Si el test es falso : enlaza con NO

Para un test numérico, la condición de salida puede tener 3 estados:

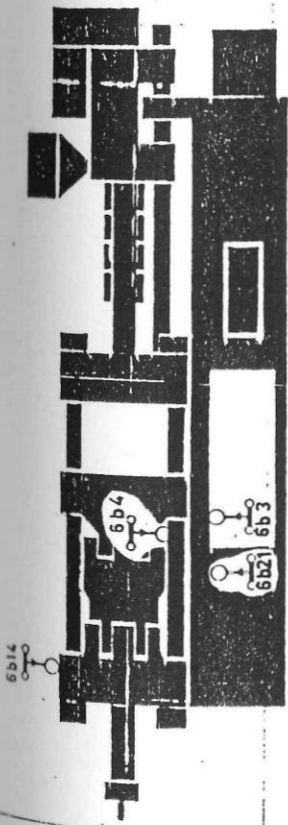
- El valor verificado es igual al valor de referencia: enlaza con IGUAL (=)
- El valor verificado es menor que el valor de referencia: enlaza con MENOR (<).
- El valor verificado es Mayor que el valor de referencia: enlaza con MAYOR (>)

Para seleccionar varios bloques dentro de un organigrama se utilizan conectores:

Un símbolo horizontal indica el inicio y el fin de un organigrama.

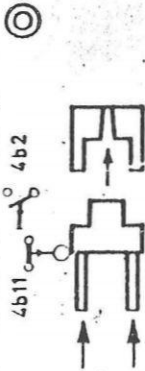
DIAGRAMAS DE BLOQUE DE CONTROL DE LA MÁQUINA DE MOLDEO

A continuación se detalla el control de cada secuencia de funcionamiento de una máquina inyectora.

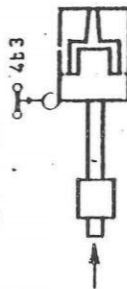


Vorbedingung: Schutzverdecke geschlossen

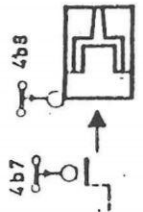
1. Form schliesst mit Hilfszylindern



2. Form geschlossen

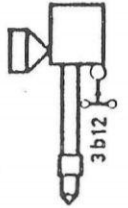


3. Form unter Druck

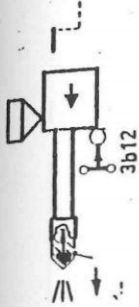


eingestellte Menge dosiert

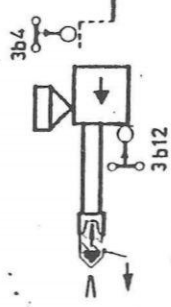
Spritze regt an der Form



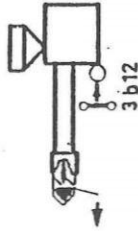
4. Spritzdruck
4 + 5 zusammen zeitabhängig einstellbar



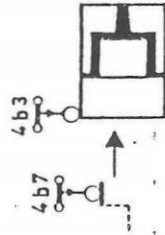
5. Nachdruck, Einleitung hubeabhängig



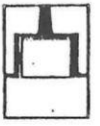
6. Entlastung, zeitabhängig einstellbar



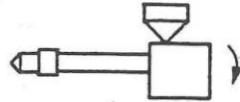
7. Kühlen, zeitabhängig einstellbar



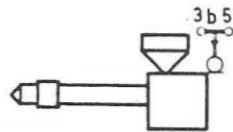
8. Form öffnet.



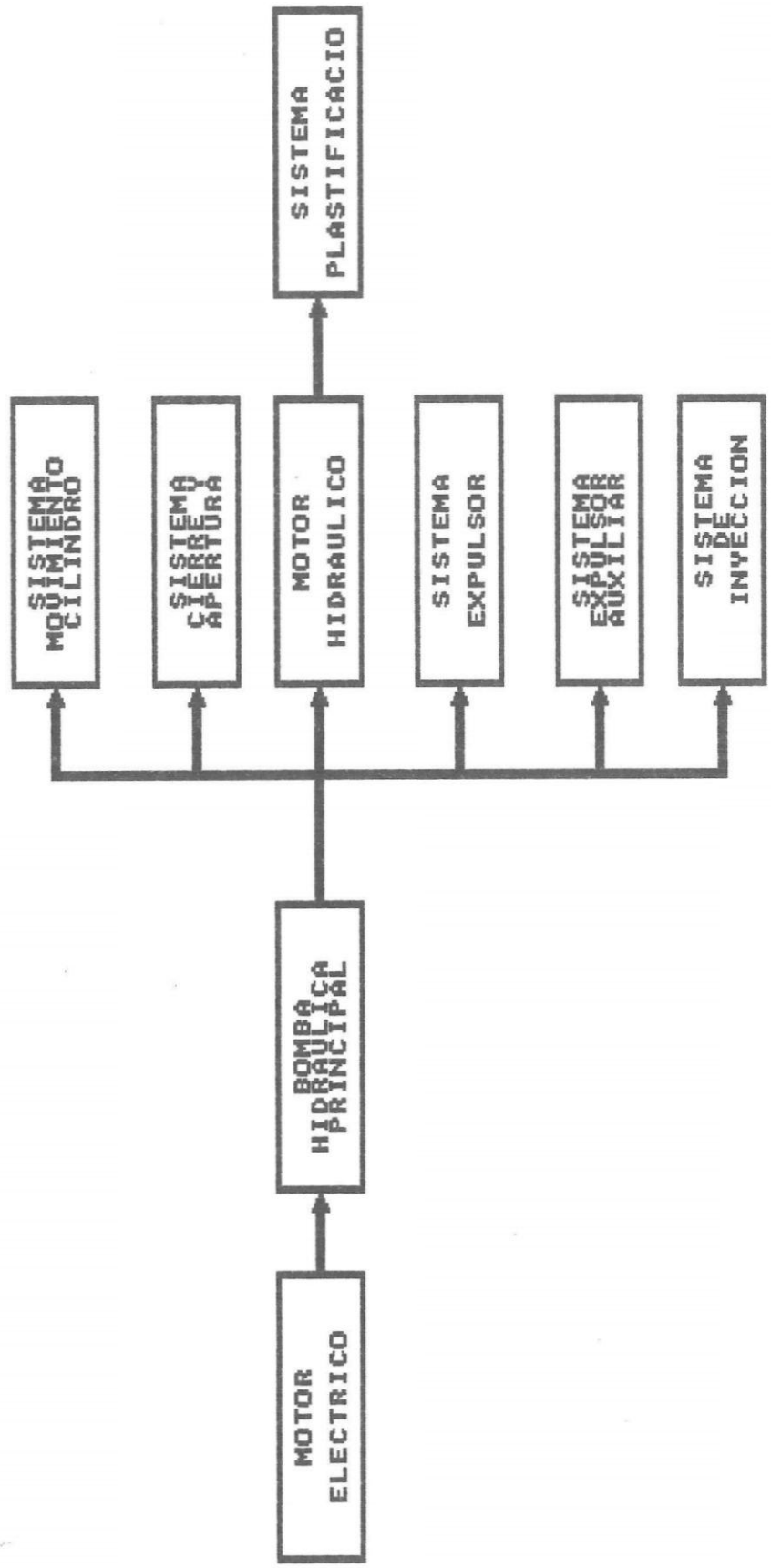
9. Dosieren



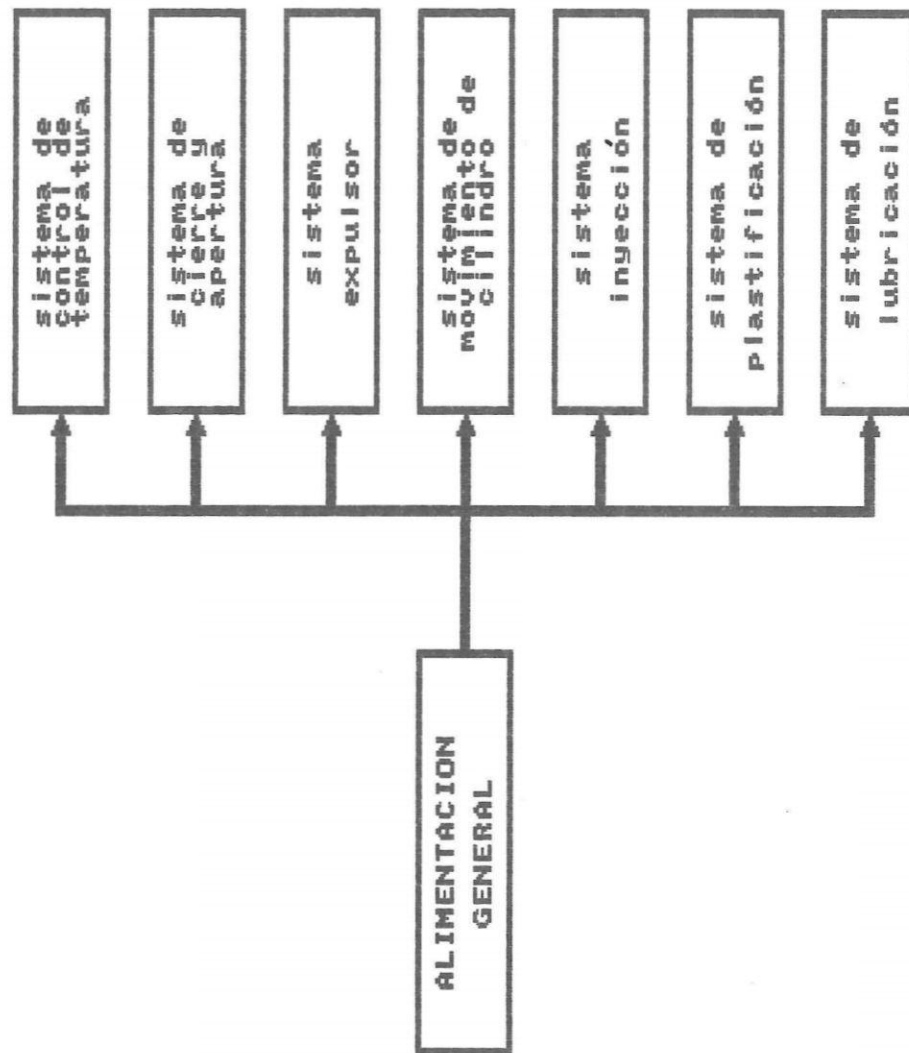
10. Fertig dosiert, bereit zum Auspritzen
hubabhängig einstellbar.



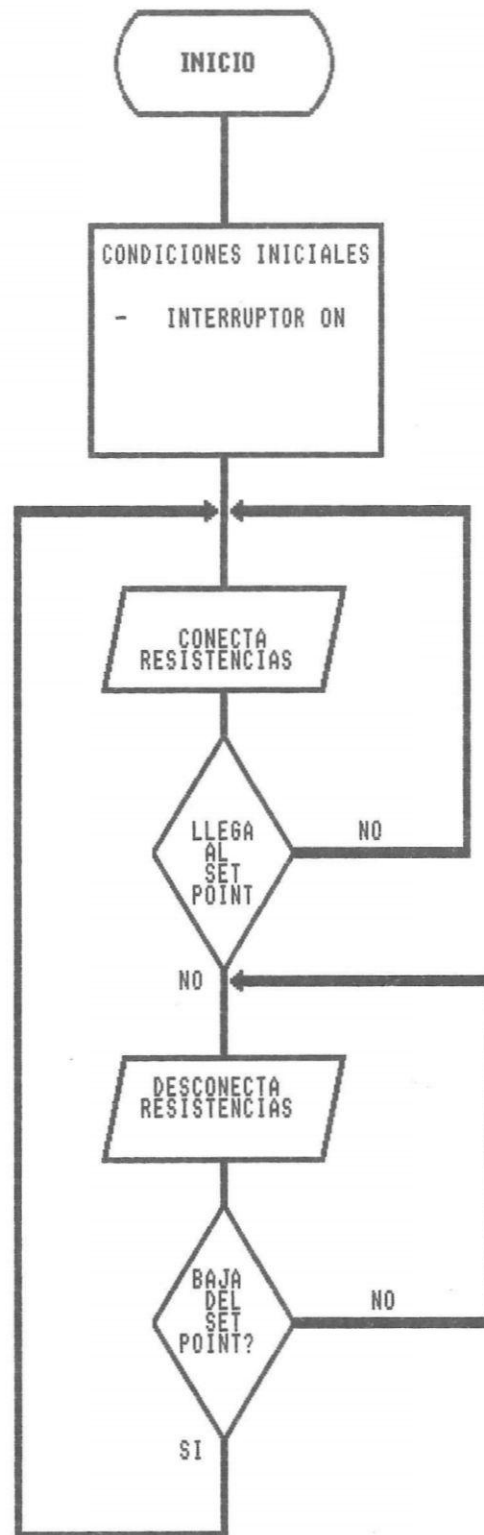
SISTEMA HIDRAULICO DE UNA INYECTORA



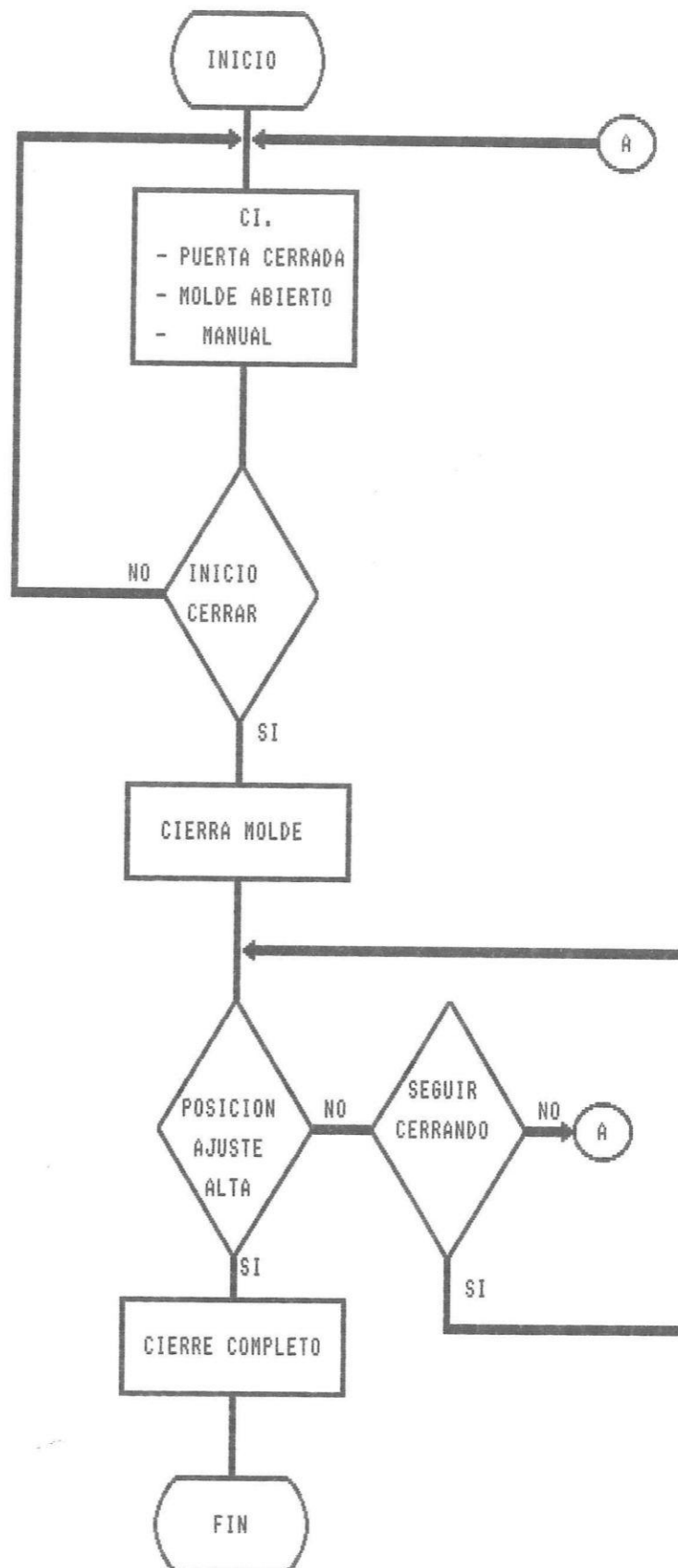
SISTEMA ELECTRICO



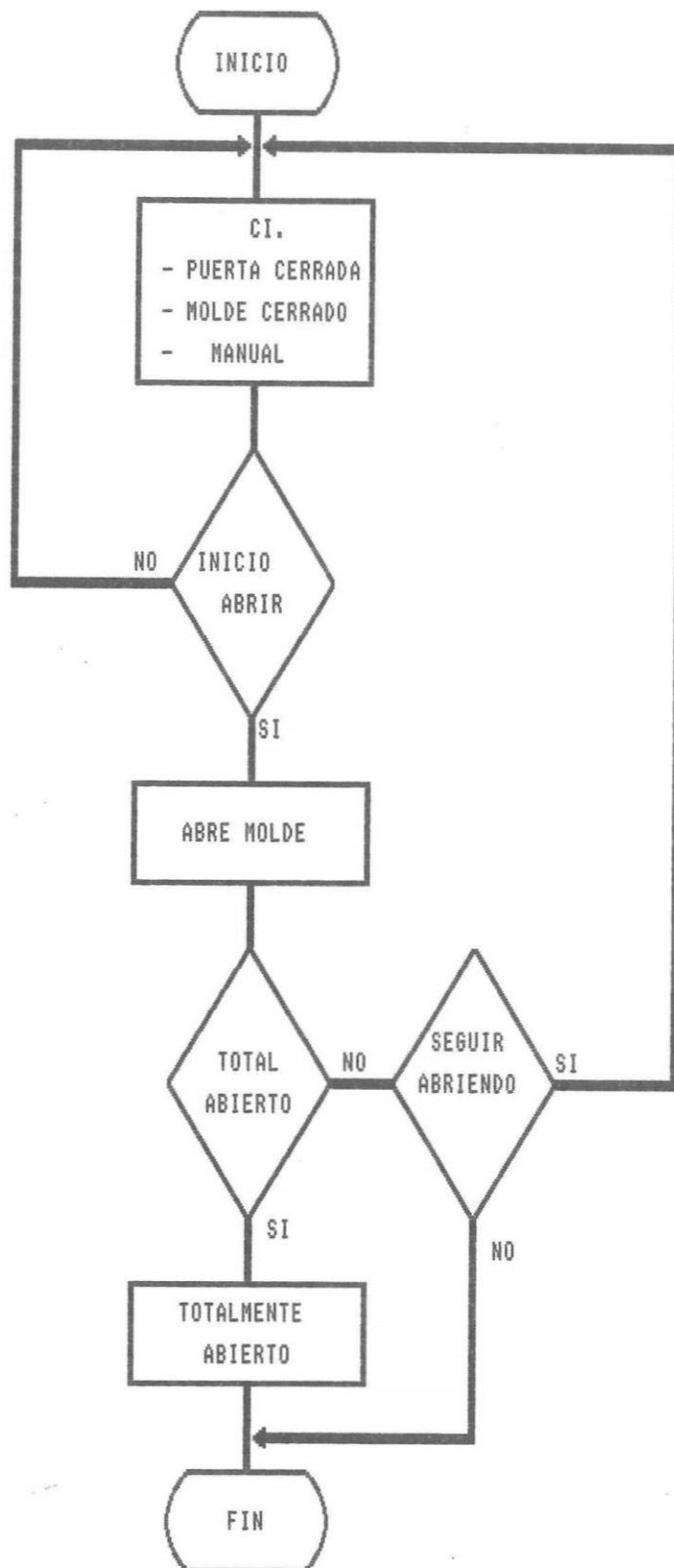
CONTROL DE TEMPERATURA



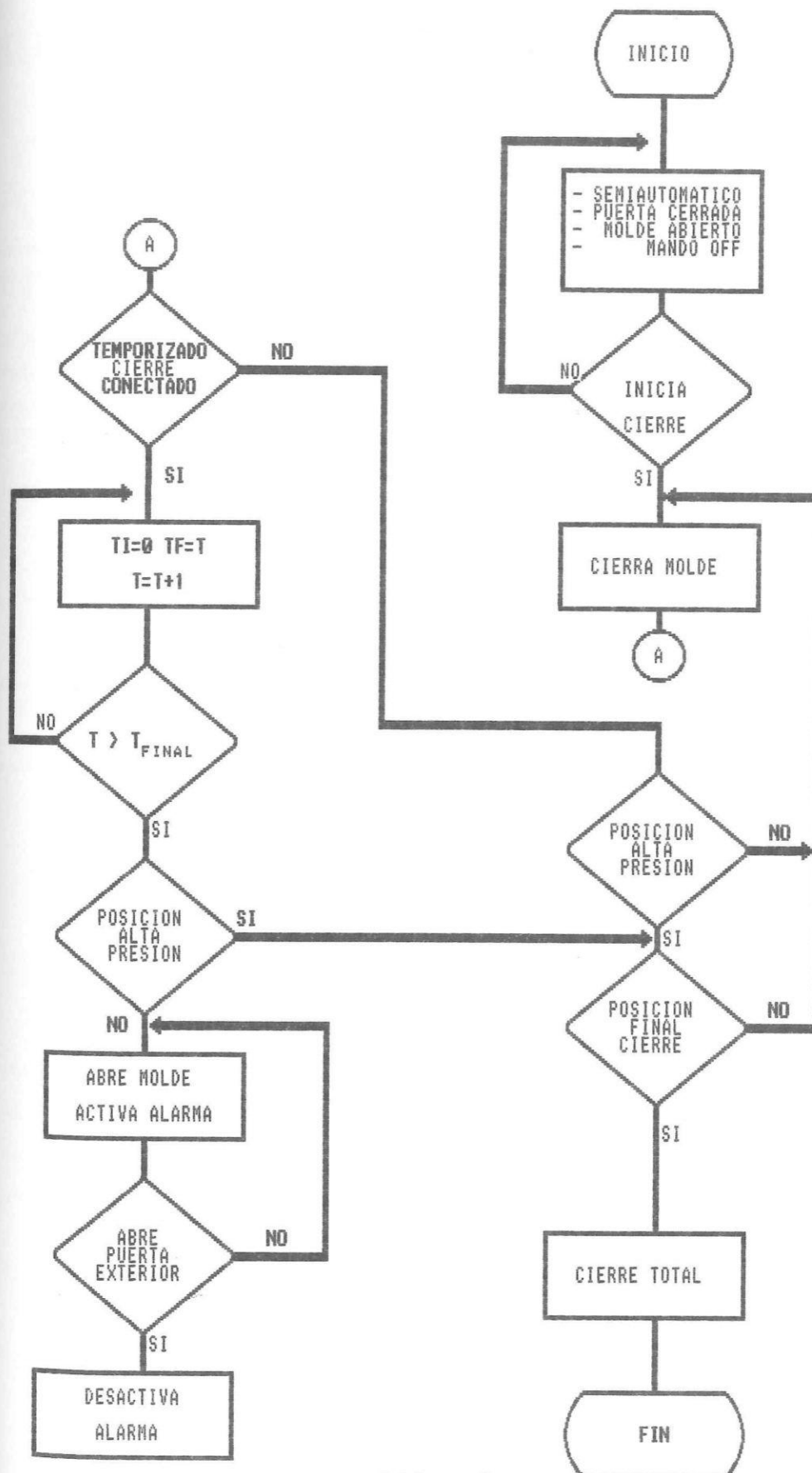
CONTROL MANUAL DE LA UNIDAD DE MOLDES CIERRE



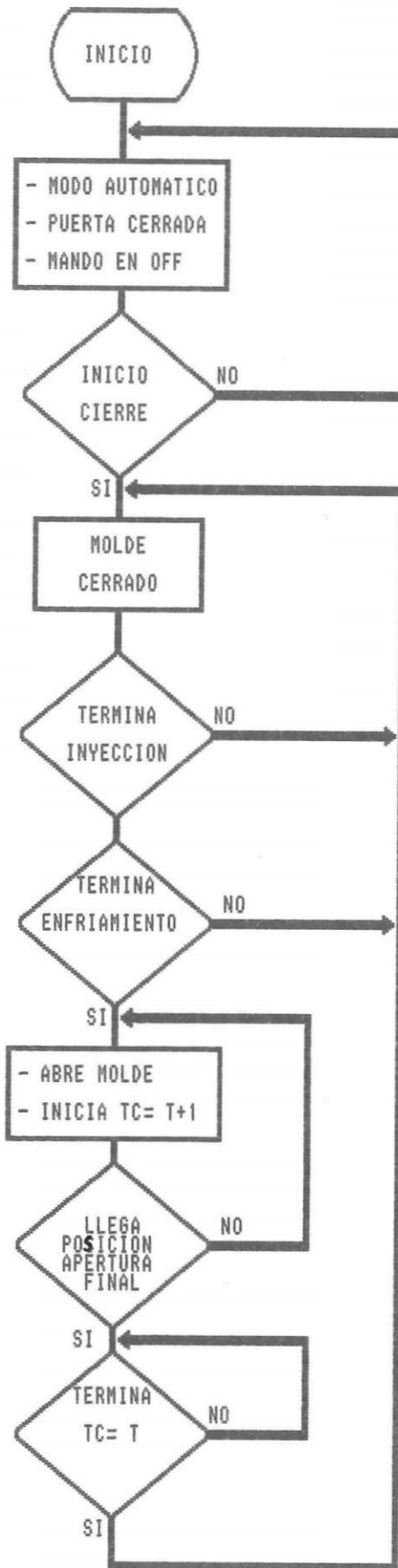
CONTROL MANUAL DE LA UNIDAD DE MOLDES APERTURA



CONTROL SEMIAUTOMATICO DE LA UNIDAD DE CIERRE

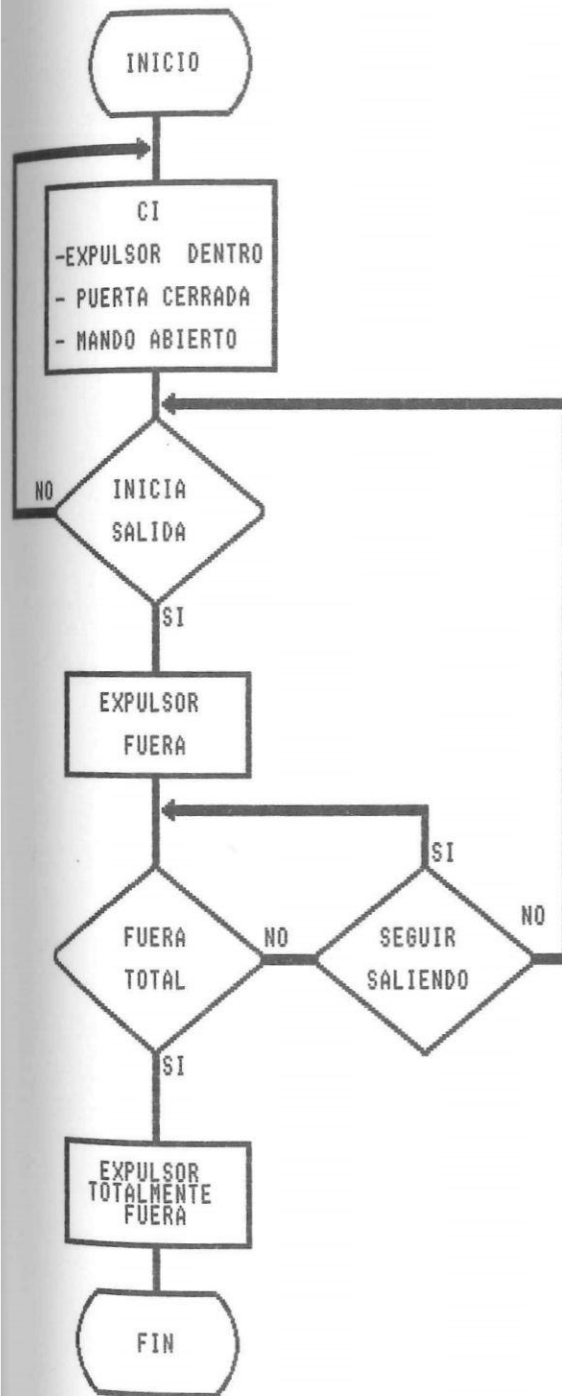


CONTROL AUTOMATICO DE LA UNIDAD DE MOLDES

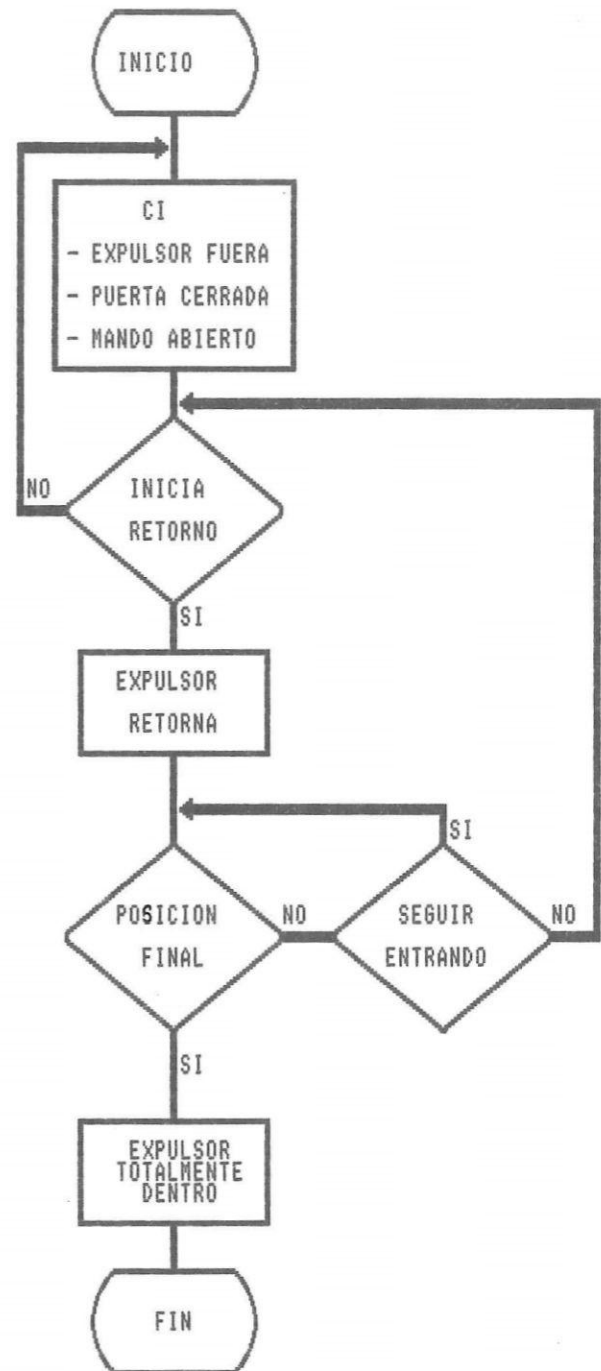


EXTRACTOR HIDRAULICO MANUAL

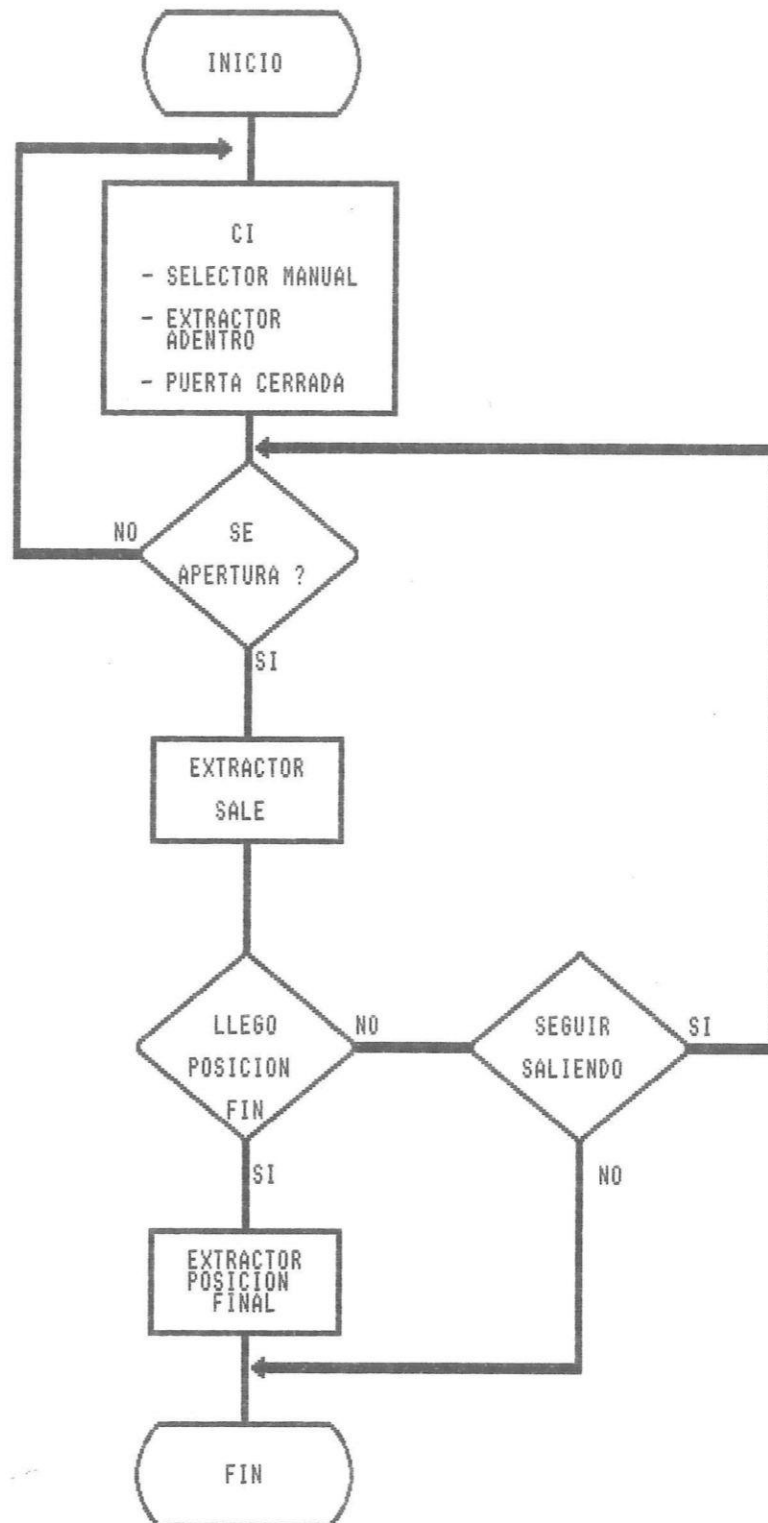
SALIDA



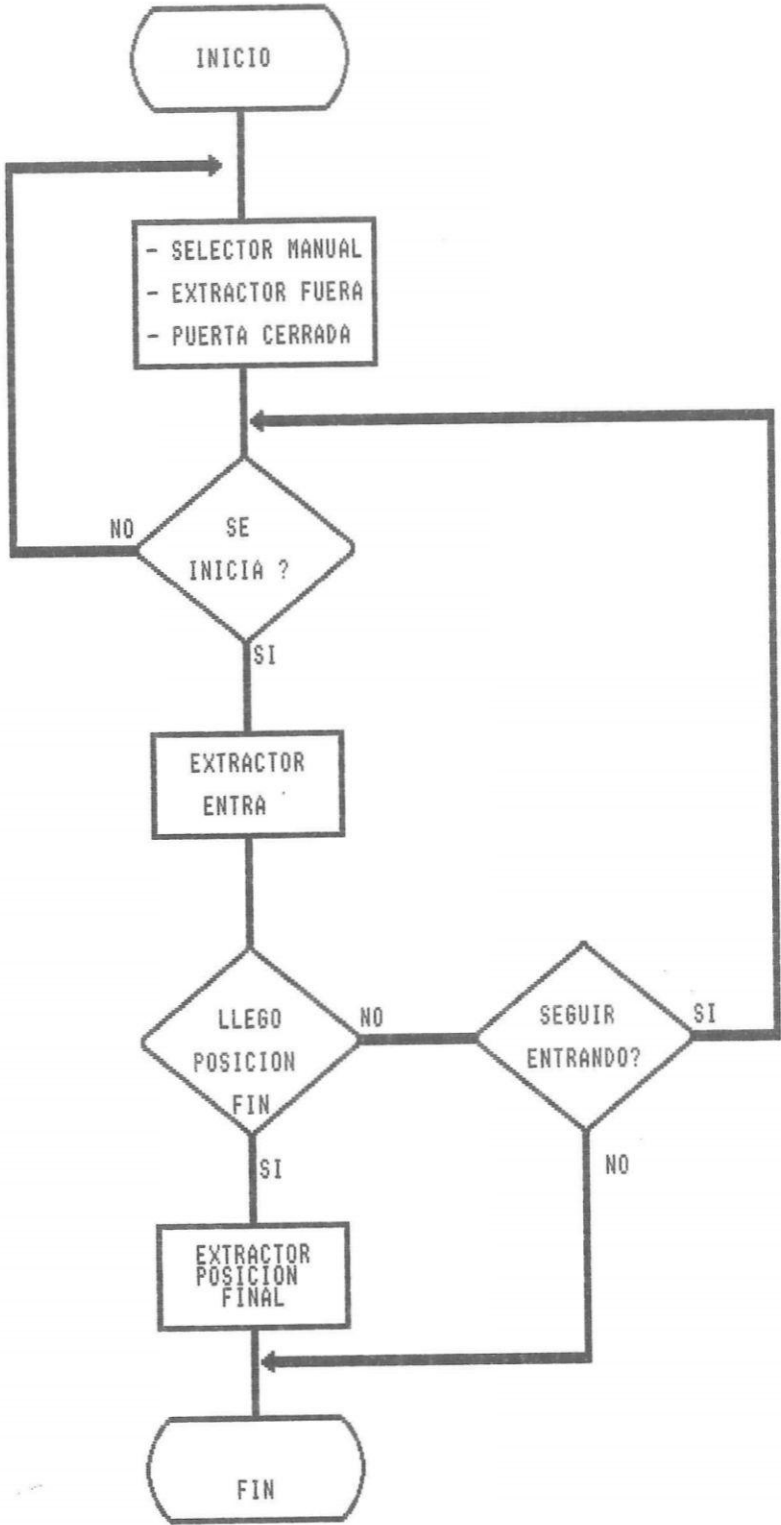
RETORNO



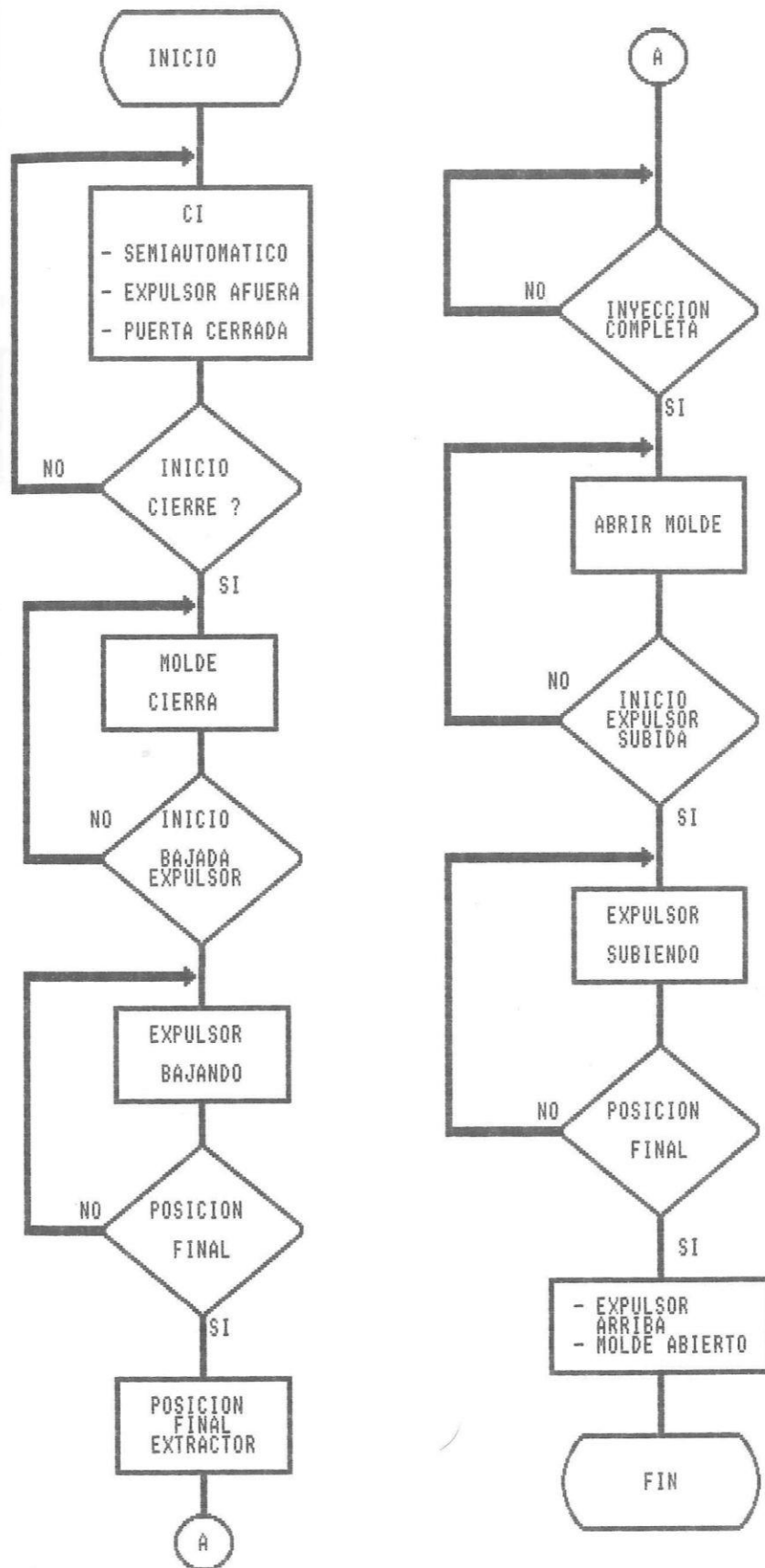
CONTROL MANUAL EXTRACTOR AUXILIAR (out)



CONTROL MANUAL EXTRACTOR AUXILIAR (input)

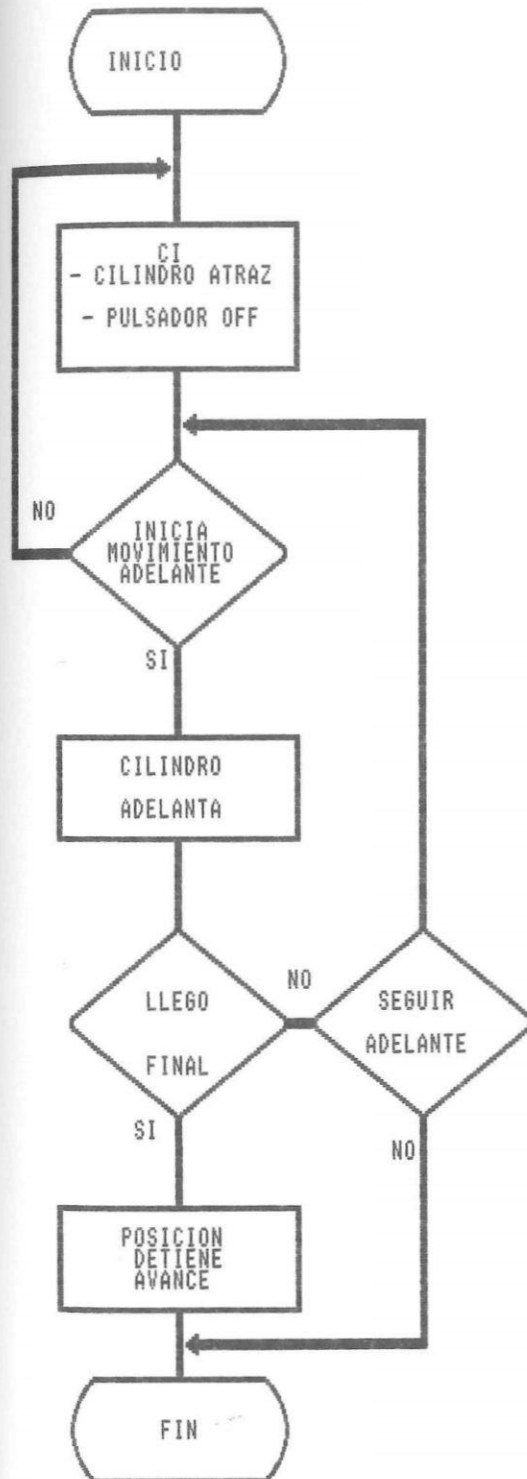


EXTRACTORES AUXILIARES (semiautomático)

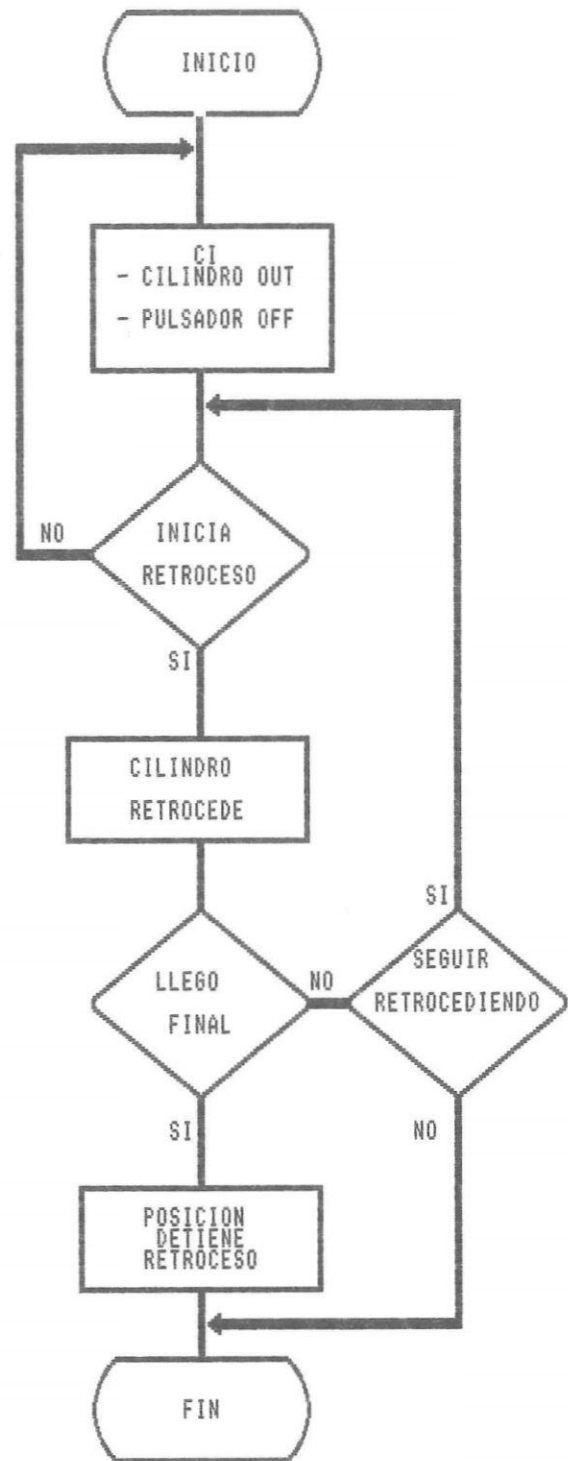


CILINDRO DE INYECCION (manual)

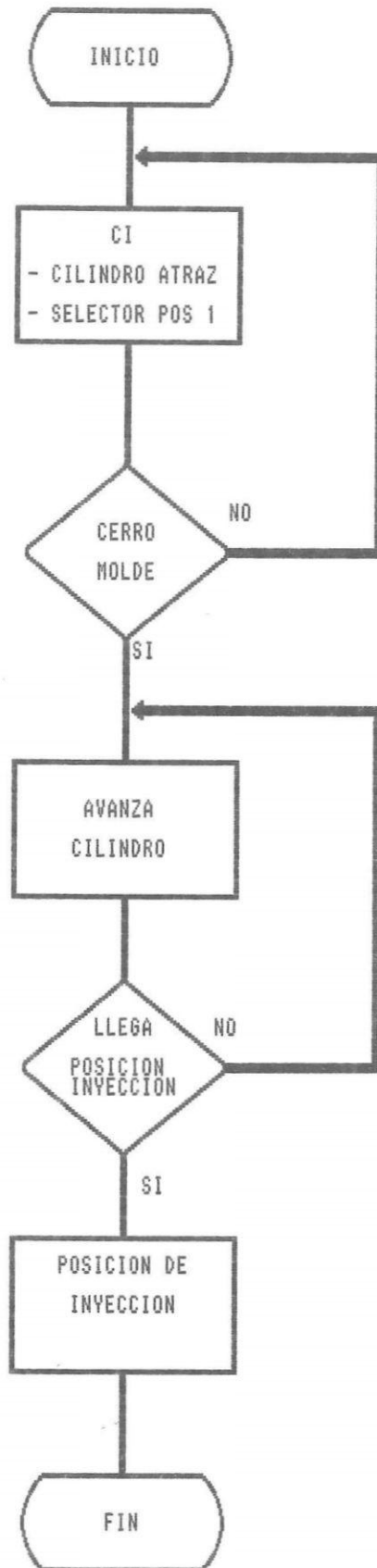
adelantar



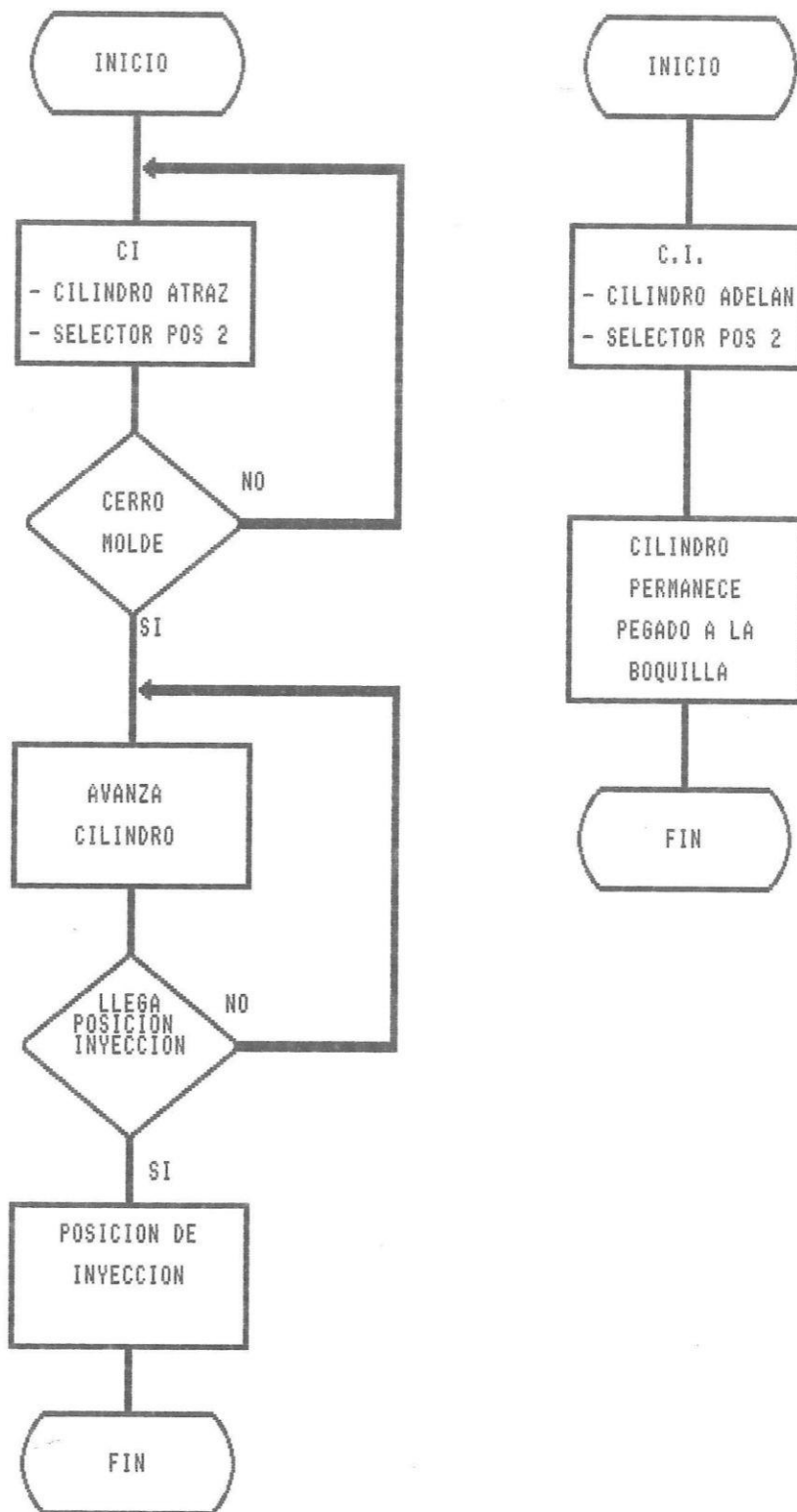
retroceder



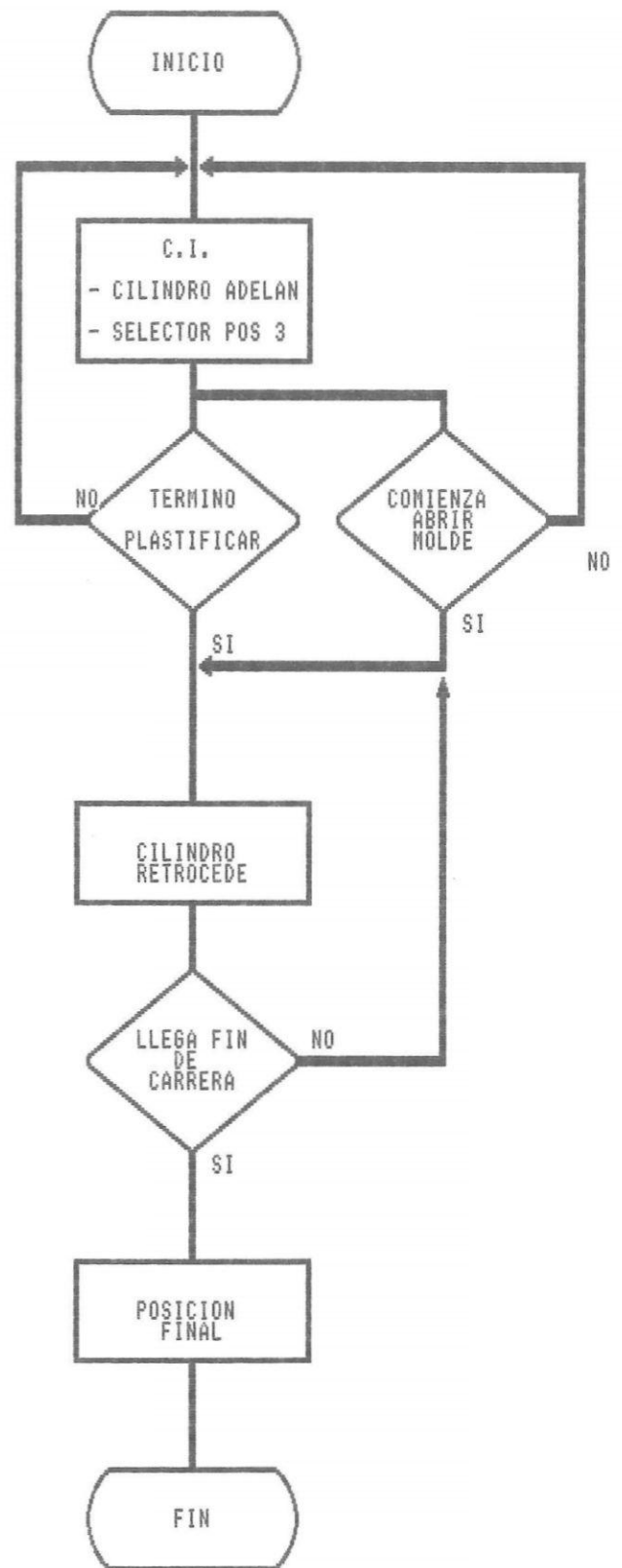
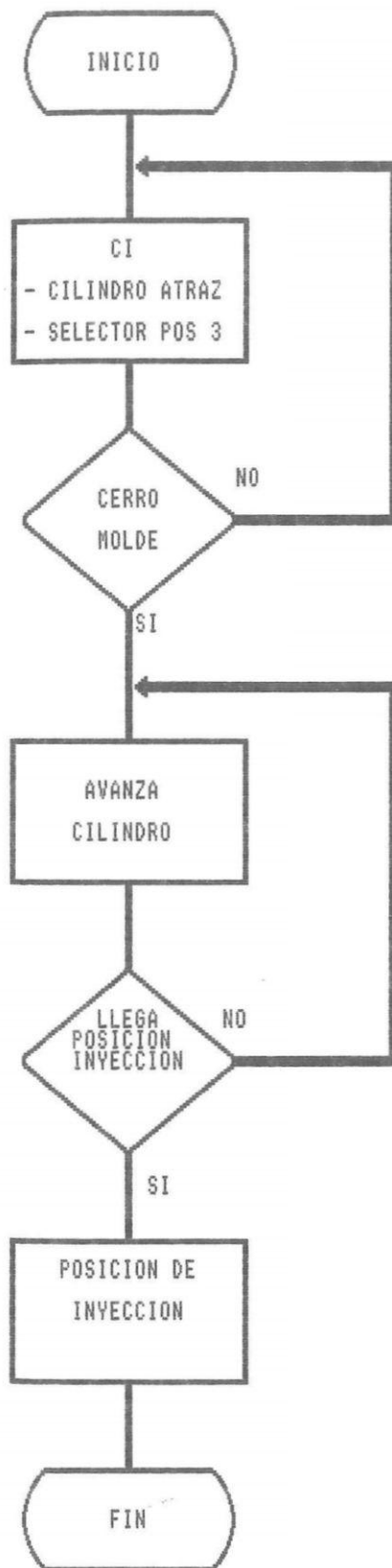
CONTROL CILINDRO SEMI-AUTOMATICO (segun selector)



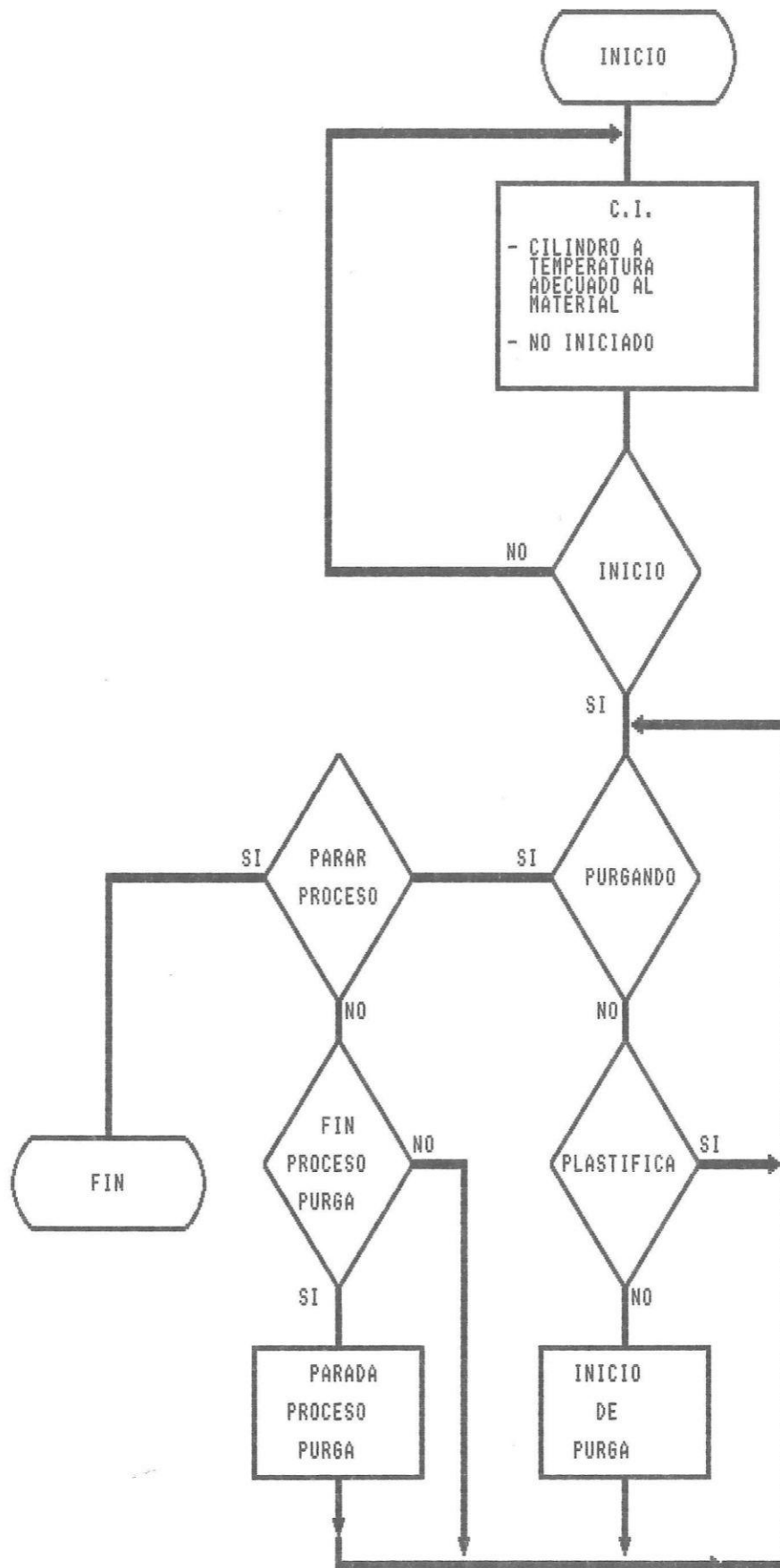
CONTROL CILINDRO SEMI-AUTOMATICO (segun selector)



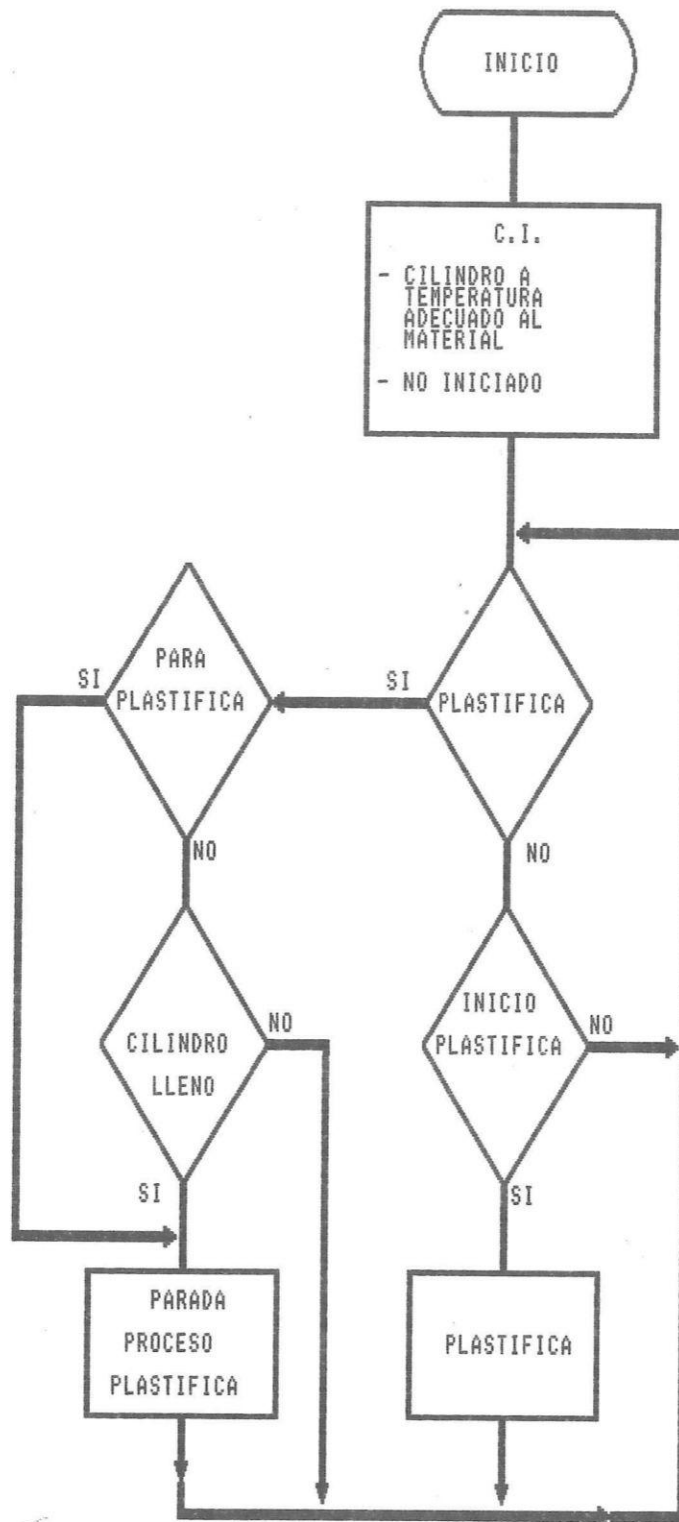
CONTROL CILINDRO SEMI-AUTOMATICO (segun selector)



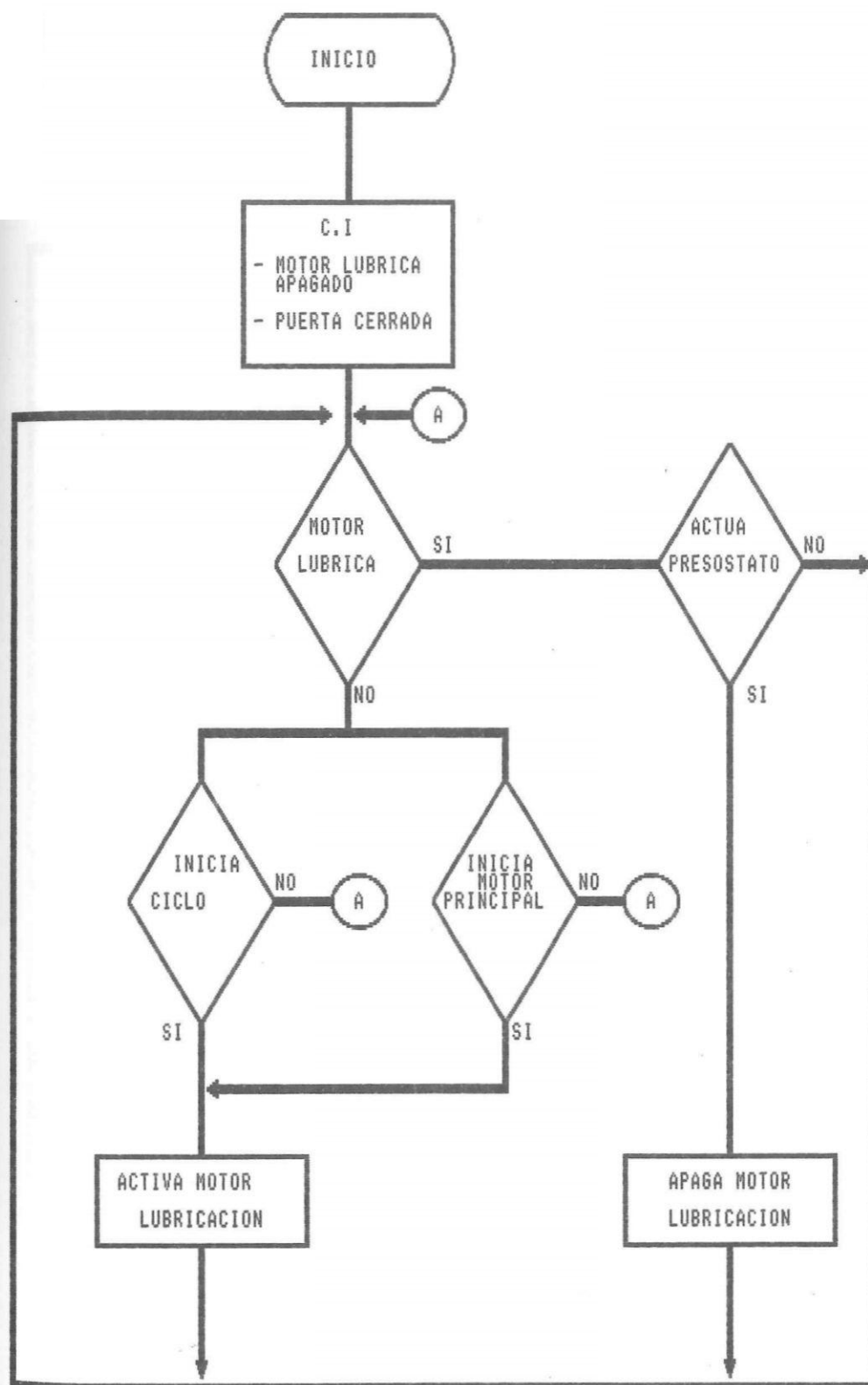
CONTROL DE PURGA (manual)



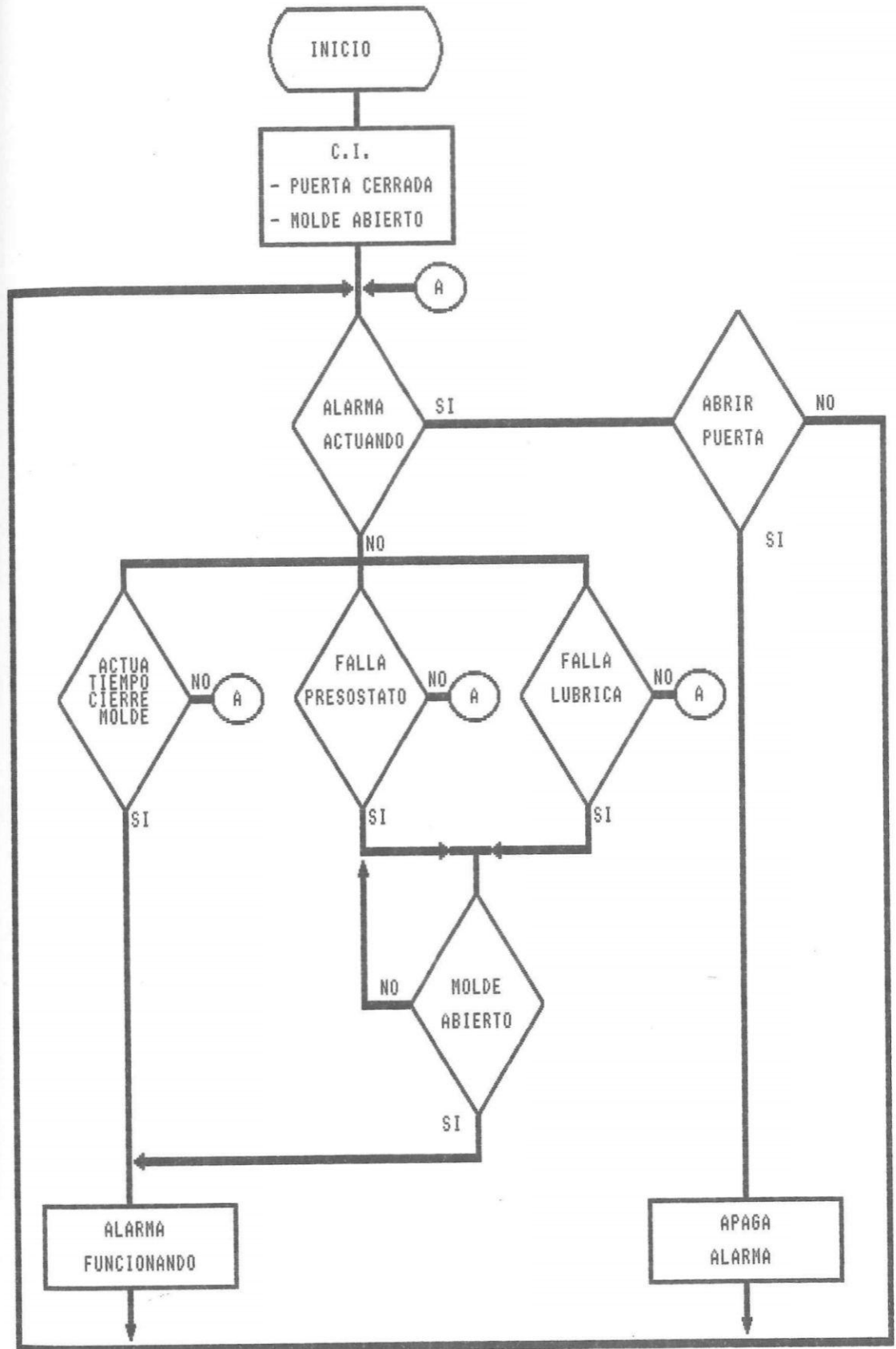
PROCESO DE PLASTIFICACION (manual - semi-automático)



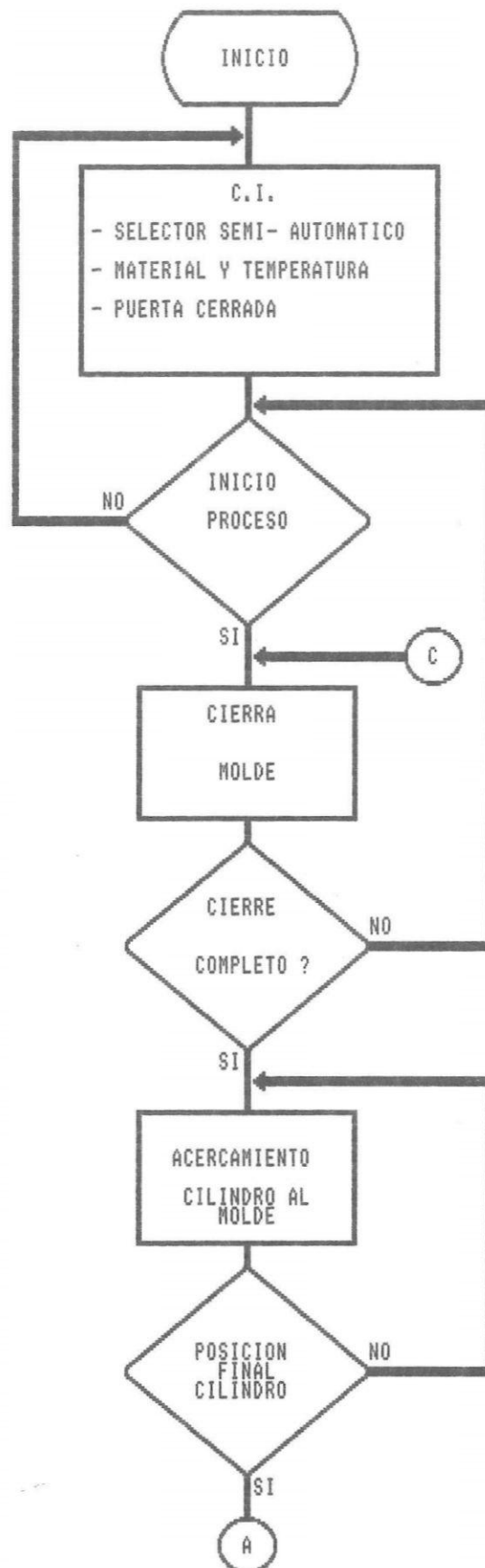
PROCESO DE LUBRICACION

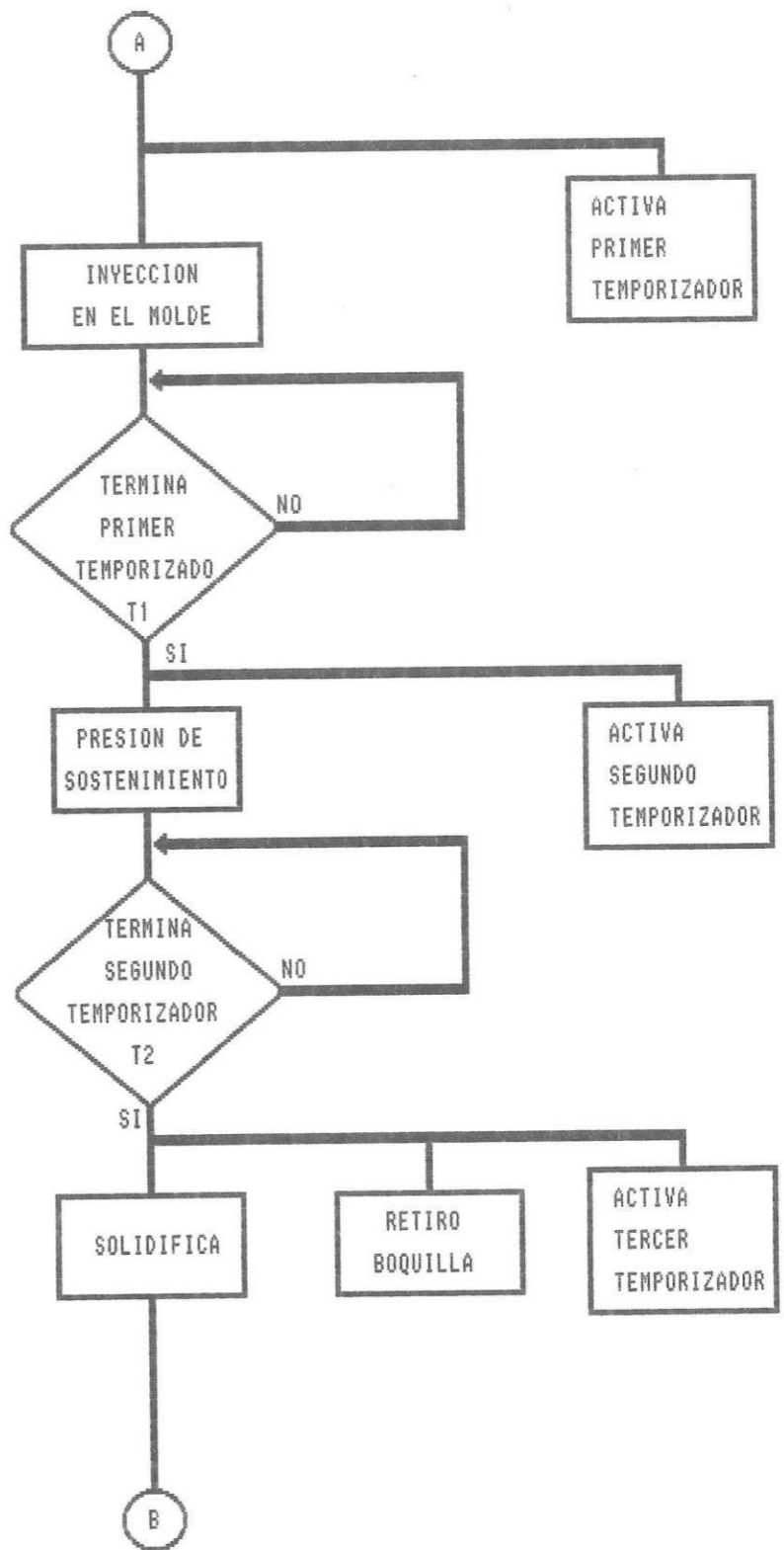


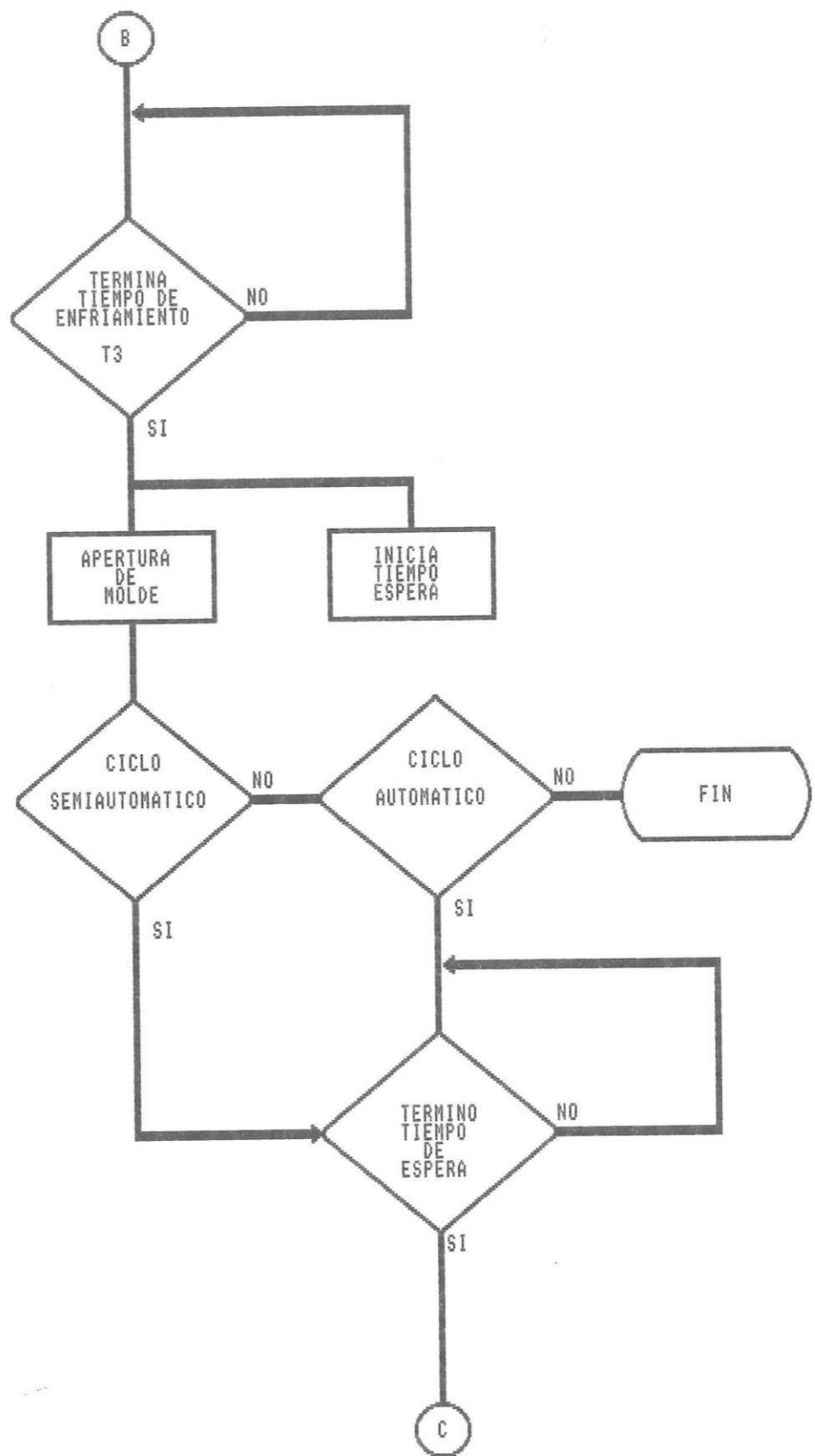
SISTEMA DE ALARMA



FASES DE OPERACION







GENERACION DEL PROGRAMA PARA UNA MAQUINA INYECTORA

Este trabajo es una aplicación típica de una programación en formato de diagrama escalera. Para generar los elementos del programa se requiere de un proceso de desarrollo:

Paso 1. Estudiar el sistema de control de la máquina representado en forma esquemática, que en este caso son los planos eléctricos.

Paso 2. Las señales de entrada y de salida son listadas y designadas con un nombre simbólico.

Paso 3. El proceso de mando, sus condiciones y sus acciones son representadas con diagramas de flujos.

Paso 4. El resultado es traducido al lenguaje elegido siguiendo la lógica anteriormente definida, que finalmente es introducida en el programa.

RECONOCIMIENTO DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS

El control eléctrico de los elementos hidráulicos móviles de la máquina inyectora están conformados por sistemas de conmutación (sistemas lógicos que generan señales de salida en función de las señales de entrada).

Esta dependencia de señales nos da dos grandes tipos de sistemas de conmutación (ver fig 20).

- 1. Combinaciones*
- 2. Secuenciales.*

SISTEMA COMBINACIONAL

Un sistema combinacional es aquel cuyas salidas son función exclusiva del valor de sus entradas; es decir que cuando el valor de las señales de entrada varia a lo largo del tiempo, las salidas también lo hacen de acuerdo con dichas variaciones.

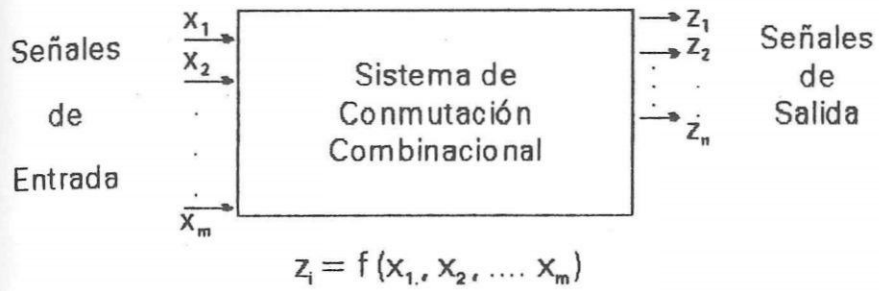
SISTEMA SECUENCIAL

En los sistemas secuenciales, el valor de las salidas no solo es función del valor de las entradas, sino también de la "historia" o secuencia previa por la que han atravesado dichas entradas.

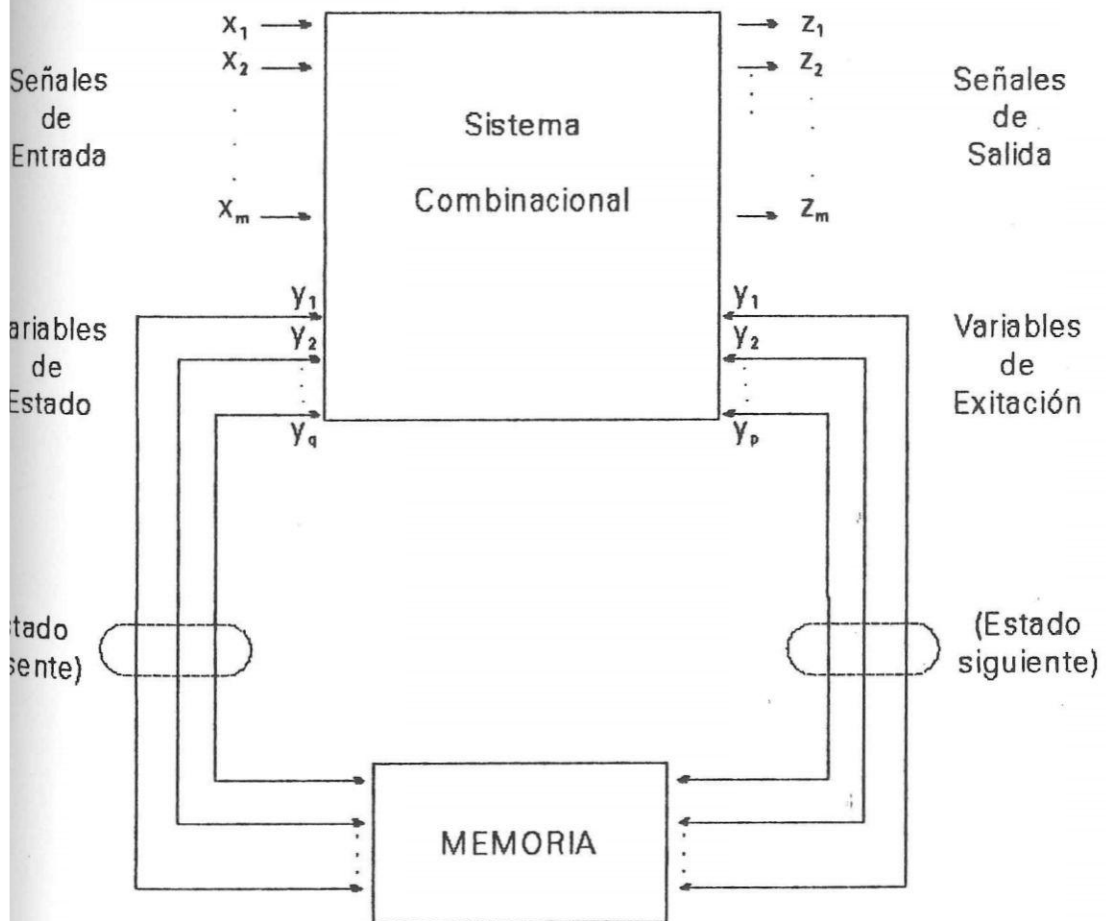
El módulo que puede asignarse a éste sistema dispondrá de una lógica combinacional que recibirá el valor de la señal X , junto con el valor del estado en que se encontraba la máquina en el momento anterior, el cual quedará almacenado en una "memoria". La lógica combinacional intervendrá por una parte recibiendo información de la memoria

FIG. 20 SISTEMAS DE CONMUTACION

SISTEMA COMBINACIONAL



MODELO SECUENCIAL



del estado presente del sistema y por otra, proporcionando información a la memoria, para deducir el estado siguiente.

Los circuitos secuenciales quedan caracterizados por dos propiedades:

1. El valor de las variables de salida en un instante, depende del valor de las entradas y la secuencia de estados por los que ha atravesado el sistema anteriormente; los cuales quedan definidas por el estado que guarda la memoria en el instante anterior.
2. Para una misma combinación de los valores de las variables de entrada, pueden corresponder diferentes valores para las variables de salida.

El estado es la información que define la "historia" de las señales de entrada. El bloque de memoria almacena los estados que pueden considerarse como una "representación binaria" de una combinación concreta de acontecimientos pasados. El estado que contiene la memoria en el momento presente (estado presente lo introduce a la lógica combinacional, mediante las variables de estado. Al existir que variables de estado significa que la memoria puede almacenar dos estados diferentes, correspondiendo cada uno de

ellos a una combinación particular de eventos anteriores (historia).

PASOS COMPLEMENTARIOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL PLC. EN UNA MÁQUINA INYECTORA

1. Solicitar planos eléctricos de la máquina, así como los planos del sistema hidráulico.
2. Diálogo con las personas involucradas en la producción que luego de una inspección visual podrán, además de confirmar el número de entradas y salidas actualizadas sugerir posibles modificaciones en los subprogramas en el funcionamiento de la máquina.
3. Con los datos obtenidos procedemos a realizar la optimización de los circuitos incluidos en los planos eléctricos.

Al hacer una revisión de los planos eléctricos se pudo determinar:

El tablero eléctrico está conformado por 4 niveles de relé de control:

- El nivel de inyección y plastificación cuya notación es 3d..
- El nivel de cierre y apertura cuya notación es 4d..
- El nivel de expulsores hidráulicos y neumático cuya notación es 5d..
- El nivel de seguridad y alarmas es 6d..

Debido a que el PLC nos da la facilidad de asumir las funciones de un relé mecánico con un mayor número de contactos cerrados y abiertos procedemos a depurar los relés que no se usaran que son asumidos por el software. (Figura 21).

5.5 PROCESO DE MONTAJE DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

En este Item nos referimos al proceso inicial necesario para poder realizar la programación y comprobar su funcionamiento en la CPU y en las E/S.

La secuencia a seguir para la utilización del PLC en el montaje en una máquina de inyección para la transformación de plásticos es:

- a) puesta en funcionamiento del PLC
- b) programación
- c) conexión de entradas y salidas
- d) Instalación puesta a punto y funcionamiento.

1. CONSIDERACIONES:

- 1.- la planificación que precede la instalación y la preparación de la máquina debe incluir consideraciones al peligro al cual se expone el personal durante un fallo del sistema. La

FIG. 21.- EQUIVALENCIAS ENTRE SIMBOLOS UTILIZADOS EN LOGICA CABLEADA Y LOS NORMALMENTE UTILIZADOS COMO LOGICA PROGRAMADA EN DIAGRAMA DE CONTACTOS

Lógica cableada	Autómatas. Diagramas de contactos	Designación	Observaciones
		Contactos en general: <ul style="list-style-type: none"> • De entrada al autómata • De relés de salida • De relés auxiliares • De relés especiales • De temporizadores • De contadores • De registros de desplaz. • De pulsadores • De relés térmicos • Etcétera 	El reconocimiento de la pertenencia del contacto se realiza tanto por el número que lo acompaña como por su designación: <ul style="list-style-type: none"> • Sólo núm.: ver núms. asignados a relés y entradas • Temporizadores: Designación del mismo y número • Contadores: Idem • Registros de desplaz.: Idem
		Bobinas: Bobinas de relés en general, de salida, auxiliares, con temporizadores, etc.	Los tres símbolos de la columna de diagramas de contactos se utilizan indistintamente como equivalentes a cualquiera de las bobinas de relés.
		Relés especiales: Tales como generadores de impulsos, osciladores, etc.	
		Contadores: BCD, UP/DOWN, etc.	S = Set = actuación R = Reset = puesta a cero
		Registros de desplazamiento: De cualquier tipo	Clock = reloj = impulsos o secuencia de impulsos
		Otras funciones: <ul style="list-style-type: none"> • Comparadores • Biestables • Etcétera 	

máquina inyectora debe incluir interruptores de seguridad para impedir el funcionamiento durante el fallo del sistema, las precauciones generales incluyen lo siguiente:

- a) Proporcionar un dispositivo que desconecte la alimentación independiente del PLC. En las electroválvulas de salida cuando la máquina no esta funcionando o cuando el operador tiene que acceder a la máquina. La alimentación debe cortarse por un interruptor o un rele electromecánico, instalado para interrumpir la alimentación a la salida. No es suficiente depender únicamente del PLC para esta función.
- b) Proporcionar un dispositivo que desconecte la alimentación en la salida, si ocurre una condición de emergencia durante el funcionamiento de la máquina. La desconexión se efectúa con un interruptor o rele electromecánico independiente del sistema de control programable.

2.- SELECCION DE LA UBICACION

La ubicación del PLC debe tener los requisitos minimos siguientes:

- a) *Acceso fácil a los componentes.*
- b) *Potencial común de conexión a tierra en la estructura.*
- c) *Panel vertical .*
- d) *Conformidad a las normas electricas.*
- c) *Acceso reservado al personal; autorizado.*
- d) *Protección contra el polvo y la suciedad en un ambiente industrial.*
- e) *La temperatura dentro del armario se mide a 5 cm. encima de los módulos y no puede exceder 60°C. En caso nesesario se puede instalar un sistema de aire forzado. Es preciso planificar el montaje de los componentes del PLC en una ubicación a prueba de polvo y agua, en un armario NEMA. Debe contener un espacio vacio de 5 cm. entre la superficie del componente más alto y la superficie interior de la puerta. Se precisa acceso fácil al PLC, al cableado y a los componentes.*

3.- CONECCION A TIERRA Y CABLEADO DEL EQUIPO

Un buen sistema de tierra es esencial para el funcionamiento correcto de un PLC. De esta manera se asegura que el sistema no esté sometido a ruidos electricos.

En un ambiente electricamente ruidoso. Todos los

dispositivos de filtración internos del PLC requieren una buena conexión con tierra de este modo se procurara mejorar el pozo de tierra de la planta o en su defecto acondicionar uno tomando las siguientes consideraciones:

Como mínimo utilizar un hilo múltiple en cobre # 12 AWG. Los tornillos de fijación entre el panel delantero y las bases, tanto como en los armarios, sirven de puntos de masa y deben ser correctamente apretados.

Cada base modular del PLC tiene un terminal conectado con tierra identificado con el símbolo característico.

Las siguientes técnicas contribuyen al buen establecimiento de las conexiones eléctricas y al incremento de la inmunidad del sistema al ruido:

- Termine los dos extremos de cable trenzado con orejetas en cobre para asegurar una buena superficie de contacto. Las orejetas deben ser engastadas y soldadas.*
- Utilice tornillos de cobre #10 para los sujetadores que proveen las conexiones eléctricas al punto de masa.*

- *La pintura, los revestimientos y la corrosión pueden impedir el buen contacto eléctrico en los puntos de masa. Elimínelos en la zona de contacto y utilice arandelas dentadas externas para asegurar una buena continuidad.*

4. REGLAS DE CABLEADO

Al cablear El sistema se tendrá en consideración lo siguiente:

- *Siempre utilice el cable más corto posible.*
- *Utilice un largo de cable único entre los componentes.*
- *Guarde físicamente separados en el panel los cables de entrada salida y todo otro tipo de cables.*
- *Separe los cables de corriente continua de los cables de corriente alterna.*
- *Evite pliegues en ángulo agudo en los cables de alimentación y de datos. Pliegue los cables en ángulos con radio de 7.6 cm.*
- *Una baja impedancia igual o inferior a 0.1 ohmio debe existir para todos los componentes del sistema.*
- *No deje caer fragmentos de hilo en los módulos, controladores o bases.*

5. *PROTECCION CONTRA EL RUIDO ELECTRICO*

El ruido eléctrico se define como una señal eléctrica superflua que se introduce en el equipo de control. Las señales de ruido cubren el espectro de frecuencias y pueden presentarse bajo cualquier forma de onda.

La mayor dificultad que presenta el ruido es su ausencia intermitente.

El ruido tiene varias vías de entrada en el equipo de control. puede conducirse a través del cableado de alimentación o de señal, o irradiarse por ondas electromagnéticas.

El acoplamiento electrostático se produce por el medio de capacitancia parasítica entre la línea ruidosa y la línea de alimentación / señal. Ocurre en caso de alta tensión o de variaciones importantes de tensión en la línea ruidosa y de capacitancia parasitaria elevada entre las líneas. Suele ser el caso de cables largos en el mismo conducto.

El acoplamiento magnético se produce por el medio de inductancias parasitarias mutuas entre las líneas. Ocurre en caso de alta tensión o de variaciones importantes de tensión y de inductancia mutua significa, que puede resultar de la proximidad del cableado.

El ruido irradiado electromagnéticamente es en general un ruido de alta frecuencia (ondas de radio). El sistema de control y su cableado pueden servir de antenas en captar señales del ruido eléctrico.

Es poco probable que esta vía de entrada dé lugar a problemas de ruido, pero sus orígenes son corrientes en las aplicaciones industriales.

En el ambiente industrial, las fuentes principales de ruido son aquellos dispositivos (y su cableado) que producen y conmutan alta tensión y corriente.

Cuando se identifican fuentes de ruido potenciales, hay dos métodos de rectificación.

Estos son:

la supresión y el aislamiento del ruido.

5.6 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LA MÁQUINA DESPUÉS DEL MONTAJE DEL PLC.

El tiempo muerto estimado en un período de estudio de seis meses reporta un promedio de 76.5 horas este dato obtenido de los registros de fallos de la planta, representa nivel de eficiencia cuyo valor es de 78.44% como se muestra en la tabla 3 antes de la implementación del PLC.

Al efectuar el cambio se incrementa la eficiencia de operación a un promedio de 96.57% como se muestra en la tabla 4.

5.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realiza para orientar la toma de decisión en torno a la pertinencia de ejecutar o no la modernización de la máquina.

Económicamente un proyecto es una fuente de costos y beneficios que ocurren en diferentes periodos de tiempo. El reto de alguien que toma decisiones en torno a la pertinencia de ejecutar o no un determinado proyecto es identificar los costos y beneficios atribuidos al mismo, y medirlos (valorarlos) con el objetivo de señalar si es conveniente o no su ejecución.

La evaluación económica y social se efectúa en paralelo con la que podríamos llamar evaluación técnica del proyecto, que consiste en cerciorarse de la factibilidad técnica del mismo; Es decir que existan todas las condiciones óptimas para la instalación del PLC en la máquina. Así mismo la evaluación económica presupone una adecuada formulación y evaluación administrativa, es decir

TABLA 4.- EFICIENCIA DE LA PRODUCCION DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC EN UNA MAQUINA INYECTORA

MES	HORAS NETAS DE PRODUCCION	HORAS PROGRAMADA AL MES	HORAS DE MANTENIMIENTO	EFICIENCIA DE LA PRODUCCION
SETIEMBRE	337	350	13	96,29%
OCTUBRE	350	364	14	96,15%
NOVIEMBRE	352	364	12	96,70%
DICIEMBRE	339	350	11	96,86%
ENERO	338	350	12	96,57%
FEBRERO	339	350	11	96,86%
PROMEDIO SEMESTRAL	342,50		12,17	96,57%

que exista un desarrollo en las áreas de mercadeo y producción de modo que se pueda llevar la culminación con éxito.

La evaluación privada de proyectos incluye una evaluación económica y una evaluación financiera. La primera supone que todas las compras y ventas son al contado riguroso y que todo el capital es propio. La segunda incluye a todos los flujos financieros del proyecto haciendo la distinción entre el capital propio y capital prestado. Este criterio tiene por objetivo valorar la rentabilidad comercial del proyecto.

La evaluación social toma en cuenta el flujo de recursos reales utilizados y producidos por el proyecto. En este caso los costos y beneficios sociales de los bienes y servicios son distintos de los contemplados por la evaluación privada, puestos que los precios sociales de los bienes y servicios son distintos de los que paga o recibe el inversionista privado, o también porque costos y beneficios recaen sobre terceros, tal es el caso de las externalidades. Este criterio valora el impacto del proyecto en la sociedad.

Estas evaluaciones se realizan utilizando el método beneficio costo para lo cual se requiere definir cuáles son los costos, los beneficios, y cuantificarlos. En esta definición de costos se debe tener en cuenta que en la evaluación económica no se consideran los préstamos como ingresos, ni el pago de deudas como costos. Estos factores se deben tener en cuenta para la evaluación financiera.

5.7.1 MATEMÁTICAS FINANCIERAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

Para realizar la evaluación beneficio costo, y para poder determinar las formas de pago de las deudas, se requiere tener en cuenta los siguientes conceptos:

A. Valor futuro del dinero

Es el valor futuro que alcanzará un capital P , colocado a una tasa de interés compuesto anual i , durante un período de n años. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$F = P (1+i)^n$$

Donde:

F = valor futuro

P = valor presente

i = tasa de interés

n = número de períodos

Haciendo:

$$(F/P, i, n) = (1+i)^n$$

$$F = P(F/P, i, n)$$

Donde:

(F/P, i, n) = Factor de capitalización por pago único para tasa i y n años.

Este valor se encuentra en la tabla A5 (apéndice).

B. Valor presente del dinero

Es el valor actual de un monto de dinero futuro F; es decir, es el monto que debemos colocar hoy, a una tasa de interés i, durante n años para obtener después de esos n años el monto F. Se expresa por:

$$P = F / (1 + i)^n$$

Haciendo: (P/F, i, n) = 1 / (1 + i)^n

Donde: (P/F, i, n) = Factor de actualización por pago único.

El valor del factor de actualización se puede obtener a partir de las tablas financieras, para diversas tasas de interés y años. En la tabla A5 (apéndice) se muestran algunos de estos valores.

C. Valor presente de una serie de amortizaciones iguales

Es el valor actual (P) equivalente a una serie de n pagos periódicos e iguales (A), a una tasa de interés (i), se expresa por:

$$P = A \cdot [(1 + i)^n - 1] / [(1 + i) \times i]$$

Haciendo:

$$P/A = [(1 + i)^n - 1] / [(1 + i) \times i]$$

Tenemos:

$$p = A (P/A, i, n)$$

Donde:

$(P/A, i, n)$ = Factor de amortización.

El factor de amortización puede obtenerse de tablas financieras para diversas tasas de interés y periodos de tiempo. En la tabla A5 (apéndice) se puede encontrar algunos valores.

5.7.2 MÉTODO DE ANÁLISIS BENEFICIO/ COSTO

Consiste en comparar todos los beneficios con todos los costos a los que se incurrirá a lo largo de la vida útil del proyecto. La regla indica que debe realizarse el proyecto sólo si los beneficios son mayores que los costos.

Debido a que estos costos y beneficios ocurren en años diferentes, para poder compararlos es necesario actualizarlos a una misma tasa de descuento (o interés) y a un año que normalmente es el primer año del proyecto.

Una vez actualizados los beneficios y los costos, la evaluación se realizará determinando tres indicadores: el valor actual neto (VAN), la relación beneficio costo (B/C), y la tasa interna de retorno (TIR).

A. Valor actual neto (VAN)

Es la diferencia de la suma total de los beneficios actualizados, menos la suma total de los costos actualizados, a una misma tasa de descuento i . La regla de decisión señala que el proyecto será rentable si el valor actual del

flujo de beneficios netos que genera es positivo descontando estos flujos a la tasa de descuento (o interés) pertinente para la persona o grupo que realiza el proyecto.

B. Relación beneficio - costo (B/C)

Es el cociente de la suma total de los beneficios actualizados, dividido entre la suma total de costos actualizados, a una misma tasa de descuento i .

Si este cociente es mayor que 1, significa que para la tasa de descuento i , los beneficios son mayores que los costos, y si es menor que 1, los costos son mayores que los beneficios. La regla señala que debe realizarse el proyecto sólo si la relación de beneficios a costos es mayor que la unidad.

C. Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de descuento (o interés) que hace que la suma de todos los beneficios sea igual a la suma de todos los costos, actualizados a esa tasa de descuento.

Se deduce que si los costos son iguales a los beneficios, el proyecto sólo cubrirá sus costos y no dejará ninguna utilidad monetaria. En este caso

el VAN es igual a cero, y la relación (B/C) igual a uno. La regla de decisión señala que es conveniente realizar el proyecto cuando la tasa de descuento (o interés) es menor que la tasa interna de retorno.

La TIR se calcula iterativamente, es decir una y otra vez, probando con diversas tasas de interés.

5.7.3 DATOS PARA LA EVALUACION DEL PROYECTO DE MODERNIZACION DE UNA INYECTORA CON PLC.

Para la evaluación resulta importante la identificación de los costos y de los beneficios; y en qué año se efectúa cada uno de ellos para luego determinar cuáles se considerarán en la evaluación económica.

La necesidad de sustitución y modificación de los procesos industriales viene forzada por varios factores, entre los cuales figuran los más importantes:

- El crecimiento de los costos de energía, la demanda de productos con especificaciones cada vez más restrictivas y la producción barata y masiva de bienes.

- *Las causas que provocan el cambio aparte de la obsolescencia es el tiempo muerto a causa de fallas en el sistema con las conecuentes pérdida de dinero y horas hombre como el retraso de la producción.*

Esta transformación debe efectuarse con tres consideraciones importantes :

- 1. Realizar la transformación en el mínimo de tiempo posible, pero sin imponer límites severos a la calidad del equipo que hay que adquirir. Por ejemplo, la fijación de un término de 3 días para la puesta en marcha de la máquina que va a transformarse, prefijando las opciones y los valores de las acciones de control, realizar pruebas etc.*
- 2. Que el número de interrupciones o de alteraciones de la fabricación sea el mínimo posible.*
- 3. Gastar el mínimo de dinero posible. La fijación del capital disponible para el proyecto es esencial para definir los cambios que pueden realizarse en la instalación.*

COSTOS

Determinando las ventajas que significa implementar el PLC a la máquina inyectora. La parte del análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto.

Se llama costo a la suma de todos los desembolsos o gastos generados por la adquisición de los elementos que concurren a su producción o venta. Además del precio de adquisición de un activo. Se puede incurrir en otros costos preliminares para permitir que el activo rinda los servicios esperados.

Los costos deben diferenciarse de los gastos y de las pérdidas. Los costos representan una porción del precio de adquisición de equipos, propiedades o servicios.

Los gastos son costos que se han aplicado contra los ingresos de un período; por ejemplo, las remuneraciones del departamento de ventas son gastos que se aplican al período durante el cual se producen. Las pérdidas son reducciones en la participación de la empresa por las que no ha

recibido ningún valor compensatorio, sin incluir los retiros de capital, por ejemplo, la destrucción de una planta por siniestro.

La tabla 5 muestra el costo de producción de algunos productos.

Los costos se subdividen en 2 grupos: los de inversión y los de operación y mantenimiento, los cuales se expone de manera ilustrativa:

A. Costo de inversión.

A.1 Activo fijo

Equipo PLC (con módulos y periféricos necesarios)

		P. UNIT	CANTP.	TOTAL
1.	Controlador Lógico Programable consta de:	2897.00	01	2897.00
1	Base de montaje de 10 slots con fuente de poder 115/230 VAC			
1	Módulo CPU			
6	Módulos de entrada discreta 220 VAC.			
2	Módulos de salida discreta tipo relé 2A.			
1	Programador Portátil			
1	Tapa de slot libre			
1	Manual de operación.			

OPCIONAL

-	Módulo de entrada analógica 4 a 20 mA, 4 canales.	499.00	01	499.00
-	Módulo de salida discreta 8 ptos.	128.00	01	128.00
-	Transmisor de Temperatura para termocupla. Transmisor a 2 hilos rango de medición fijo para riel de 35mm. entrada termocupla tipo J. Salida Aislada y Lineal.	246.00	04	984.00
-	Base de Montaje de 5 slots con fuente de poder 115/220 VAC incorporada.	318.00	01	318.00
-	Tapa para slot libre.	16.00	04	64.00
	A.2 Activo Intangible A.2.1 Asesoría Técnica y Supervision			
	Servicios de Ingeniería.	1800.00	01	1800.00
-	Configuración del sistema			
-	Planos de montaje			
-	Supervisión del Montaje			
-	Programación del PLC			
-	Entrenamiento.			

TABLA 5 .-

COSTO DE LA MATERIA PRIMA

PROCESADA EN LA MAQUINA INYECTORA

PRODUCCION MENSUAL SIN INTERRUPCION

ARTICULO	MATERIA PRIMA	PRODUCCION UNIDADES TURNO/420 min	PESO NETO (gr)
Bornera	ABS	803.00	71.50
Botones	PA6	3500.00	11.90
Perilla de gas	PA6	1122.00	45.60
Plato hondo	PP	648.00	73.29
Jarro de leche	PP	909.00	45.80
Tazon 28 onzas	PP	658.00	85.50

MATERIAL PROCESADO POR MES

MES	ARTICULOS FABRICADOS	PRODUCCION DIARIA EN 2 TURNOS (UNIDADES)	PRODUCCION MENSUAL (UNIDADES)	MATERIA PRIMA PROCESADA (Kg)
MARZO	Bornera	1606	40150.00	2870.73
ABRIL	Botones	7000	182000.00	2165.80
MAYO	Perilla de gas	2244	58344.00	2660.49
JUNIO	Plato hondo	1296	32400.00	2374.60
JULIO	Jarro de leche	1818.00	45450.00	2081.61
AGOSTO	tazon 28 onzas	1316.00	32900.00	2812.95

VALOR DE OPERACION DE LA MAQUINA POR HORA

ARTICULO FABRICADO	VALOR DE LA MATERIA PRIMA (\$/Kg)	HORAS CONTINUAS DE PRODUCCION	COSTO MENSUAL PROCESADO	VALOR DEL MATERIAL PROCESADO/H
Bornera	\$2.50	350	\$7 176.81	\$20.51
Botones	\$2.93	364	\$6 337.13	\$17.41
Perilla de gas	\$2.93	364	\$7 784.58	\$21.39
Plato hondo	\$2.34	350	\$5 556.55	\$15.88
Jarro de leche	\$2.34	350	\$4 870.97	\$13.92
tazon 28 onzas	\$2.34	350	\$6 582.30	\$18.81

Costo de producción/hora promedio: \$ 17.98

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.

Los costos de implementación están en función del tiempo que demora la instalación del PLC en la máquina. El cronograma indica normalmente 3 días con técnicos calificados, en los que se cuantifica la pérdida de producción expresados económicamente. La capacitación del personal generalmente lo cubre la empresa proveedora del equipo PLC. Un curso aparte puede tener una duración de 24 horas (6 sesiones de 4 horas) y tiene un costo aproximado de \$ 250 US\$. por persona.

COSTOS DE MATERIALES

Los costos de materiales que se utilizan en la instalación representan el 3% del costo del equipo y depende en gran parte de las condiciones en que se encuentra las instalaciones físicas de la máquina según esto puede ser necesario un nuevo cableado, o implementación de estructura para el controlador.

En este trabajo se aprovecha la infraestructura del tablero eléctrico y el cableado anterior, sólo se cuantifica algunos materiales (terminales, cintillos).

COSTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Los costos de operación tienen dos naturalezas:

- El costo por operación mecánica*
- El costo por operación eléctrica.*

Los costos de operación con el sistema tradicional se resumen en las tablas de producción (ver tabla 6) el factor que eleva el costo es el mantenimiento continuo por el uso de elementos electromecánicos (como relés, temporizadores). La operación no es continua provocando las paradas de máquina.

Con la implementación del PLC los costos de operación se limitan al mantenimiento hidráulico. Ya que la tecnología del estado sólido que sustenta a los PLC permiten que tenga un funcionamiento continuo a lo largo de la vida útil de la máquina.

El costo que representa mantener la operación de la máquinas desde el enfoque del sistema eléctrico , en el sistema tradicional, significa desarrollar un mantenimiento continuo a las partes electromecánicas que por su naturaleza física presentan problemas que obligan a detener el funcionamiento de la máquina.

El costo en horas hombre y la obligación de mantener un stock de componentes desaparece con la implementación del PLC.

De un estudio basado en 6 meses del año 1996 procedemos a calcular el costo que representa las paradas de máquina.

- La producción por turno tiene una duración de 7 horas se trabaja 6 días a la semana en 2 turnos tendremos.

- Cada falla detectada en la operación de una máquina ocasiona una parada de producción que toma un tiempo promedio de 1 hora y media entre la localización reparación y puesta en servicio, y depende de lo común que sea la falla para tomar menos tiempo. (ver tabla 6)

- Costos de operación y mantenimiento, en este caso no son considerados por ser un conjunto compacto de tecnología de punta electrónica. Donde no se requiere mantenimiento. Sin embargo después de un tiempo necesitan reposición de repuestos que representa la vida útil de los componentes de módulos de salida del PLC.

Beneficios

Se consideran los ahorros que proceden del tiempo de paro de la producción que en el sistema tradicional de control a relés se producen por mantenimiento no programado.

TABLA 6.- COSTO DE OPERACION NO REALIZADA
 POR MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO

MES	HORAS PERDIDAS	VALOR MATERIAL PROCESADO/H	COSTO DE OPERACION H/PERDIDAS	COSTO HORAS HOMBRE	COSTO DE MANTENIMIENTO HORA/HOMBRE	COSTO POR REPUESTO
1	75	\$20.51	\$1 538.25	\$2.50	\$187.50	\$74.00
2	79	\$17.41	\$1 375.59	\$2.50	\$197.50	\$76.00
3	81	\$21.39	\$1 732.59	\$2.50	\$202.50	\$75.00
4	71	\$15.88	\$1 127.48	\$2.50	\$177.50	\$73.00
5	78	\$13.92	\$1 085.76	\$2.50	\$195.00	\$74.00
6	75	\$18.81	\$1 410.75	\$2.50	\$187.50	\$76.00
PROMEDIO SEMESTRAL					\$191.25	\$74.67

**TABLA 6.- COSTO DE OPERACION POR MANTENIMIENTO
DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC**

MES	HORAS PERDIDAS	COSTO DE OPERACION		COSTO DE OPERACION		COSTO DE MANTENIMIENTO		COSTO POR REPUESTO
		HORA,MAQUINA	H/PERDIDAS	HORAS HOMBRE	HORA,HOMBRE			
1	13	\$20.51	\$266.63	\$2.50	\$32.50	\$18.00		
2	14	\$17.41	\$243.74	\$2.50	\$35.00	\$17.00		
3	12	\$21.39	\$256.68	\$2.50	\$30.00	\$19.00		
4	11	\$15.68	\$174.68	\$2.50	\$27.50	\$17.00		
5	12	\$13.92	\$167.04	\$2.50	\$30.00	\$18.00		
6	11	\$18.61	\$206.91	\$2.50	\$27.50	\$19.00		
PROMEDIO SEMESTRAL			\$219.28		\$30.42	\$18.00		

TABLA 7.- EVALUACION ECONOMICA

Tasa comercial anual promedio en dolares 12%	
Horas de operación promedio sin interrupciones	354.67
Materia prima promedio procesada en un mes (Kg)	2494.36
Materia prima procesada por hora sin interrupción (kg/h)	7.03
Costo promedio de materia prima	\$2.56
Rentabilidad establecida por el fabricante	25.00%
Producción mensual promedio antes de la implementación (kg x precio material x rentabilidad)	\$6 257.71
Producción mensual promedio despues de la implementación (kg x precio material x rentabilidad)	\$7 704.88
Desbeneficio por 3 días de implementación (42 horas) (Kg/horas x valor materia prima x rentabilidad)	\$944.83
Gastos generales 3% de la inversión	\$206.70
Costos de instalación del PLC. (desbeneficios + inversión + gastos generales)	\$8 041.53

	CONTROL A		(1) - (2)
	RELES (1)	PLC (2)	
Ingreso mensual/sin falla	6257.71	7704.88	-1447.17
Horas/falla de operación	76.5	12.17	64.33
Costo/repuestos de máquina	\$74.67	\$18.00	56.67
Costos por hora hombre :	\$191.25	\$30.42	160.83
Inversión inicial		\$6 890.00	

	CONTROL RELES	CONTROL PLC	RESTA
INVERSION		8041.53	
COSTO DE OPERACION ANUAL	3191.04	581.04	2610
INGRESO	75092.55	92458.56	-17366.01
VALOR DE SALVAMENTO	0	4000	
TASA	0.12	0.12	
PERIODO (años)	10	10	

AÑO	ALTERNATIVA TRADICIONAL	ALTERNATIVA PLC
AÑO 0		-8041.53
AÑO 1	71901.51	91877.52
AÑO 2	71901.51	91877.52
AÑO 3	71901.51	91877.52
AÑO 4	71901.51	91877.52
AÑO 5	71901.51	91877.52
AÑO 6	71901.51	91877.52
AÑO 7	71901.51	91877.52
AÑO 8	71901.51	91877.52
AÑO 9	71901.51	91877.52
AÑO 10	71901.51	91877.52
VS		4000
	406259.566	519128.479
Actualizando el valor de salvamento		1288.00
VAN	\$406 259.57	\$528 458.01

Por consiguiente se selecciona la alternativa de mayor valor presente

que es la del PLC.

La tasa interna de retorno nos permite saber cual es la alternativa mas económica para una tasa minima de retorno del 12% cuando se desea evaluar dos alternativas que generan el mismo servicio de este modo es posible seleccionar la mejor alternativa la tasa de retorno obtenida puede interpretarse como el valor de equilibrio de i , desde donde se puede seleccionar la alternativa que genere el menor valor presente

AÑO	(1)	(2)	FLUJO NETO
	CONTROL RELE	CONTROL PLC	(2) - (1)
0	0	-8041.53	-8041.53
1	71901.51	91877.52	19976.01
2	71901.51	91877.52	19976.01
3	71901.51	91877.52	19976.01
4	71901.51	91877.52	19976.01
5	71901.51	91877.52	19976.01
6	71901.51	91877.52	19976.01
7	71901.51	91877.52	19976.01
8	71901.51	91877.52	19976.01
9	71901.51	91877.52	19976.01
10	71901.51	91877.52	19976.01
VS		4000	4000
	TIR	2.48	
		248.00%	

Este valor mide el rendimiento de la tasa incremental

si la tasa alternativa fuese menor que el rendimiento minimo establecido, la mejor alternativa sería aquella inversion más barata, puesto que no se justificaría una inversión incremental.

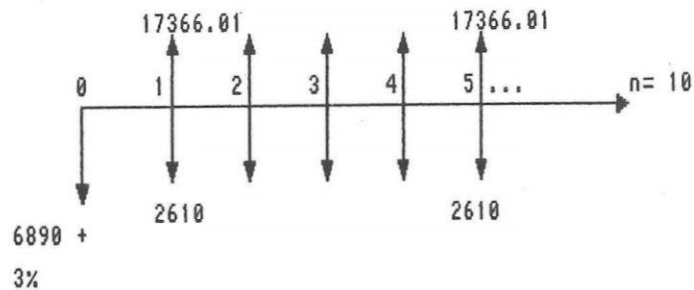
Si la tasa incremental fuese mayor que la tasa de rendimiento mínimo establecida seria mejor la alternativa (2) de la inversión.

en este caso la tasa es mayor que 12% lo que nos indica que es justificado la implementación del PLC.

ANALISIS BENEFICIO COSTO

Diferencia entre las dos alternativas ver (136-D):

Costo de operación anual	2610
Ingresos anuales	17366.01
Desbeneficio del PLC	944.83



Calculando costos totales:

$$7096.70 \times (\text{factor recuperación de capital}) + 2610$$

$$7096.70 \times 0.177 + 2610 = 3866.12$$

Calculando:

$$B/C = (\text{BENEFICIO} - \text{DESBENEFICIO})/\text{COSTOS}$$

$$B/C = (17366.01 - 944.83)/3866.12$$

$$B/C = 4.25$$

Al calcular la relación beneficio costo de observa mayor que 1 significa que los beneficios adicionales justifica el costo.

CONCLUSIONES

- I. *La modernización de las plantas de proceso constituye un capítulo importante en el crecimiento global de las empresas. La eficiencia en una empresa de fabricación de plásticos se incrementa con la modernización del sistema de control de las máquinas inyectoras en un 18.13%, el resto depende de la política de mantenimiento al cual se insiste un mejor desarrollo.*

- II. *La implementación del PLC. disminuye drásticamente el mantenimiento eléctrico de la máquina. Lograndose para las condiciones del trabajo un incremento de 64 horas mensuales además del costo de repuestos y de horas hombre.*

III. Para poder implementar un mantenimiento planificado es necesario tener claro si la política de productividad de la empresa comprende al mantenimiento, en caso afirmativo:

1. Optar por el método de planificación autorizado por la empresa; este puede ser el planeamiento estratégico.
2. Determinar si el análisis diagnóstico de la situación de mantenimiento se efectuará por el jefe de mantenimiento o se realizara por servicios externos de auditoría.
3. Tener la seguridad que contará con un presupuesto adecuado.

IV. La implementación del PLC. en la Máquina Inyectora no supone la contratación de personal externo, El personal de mantenimiento es capacitado por el proveedor. Sin embargo si se desea tener mayor visión los responsables de producción pueden ser capacitados en cursos de 24 horas de duracion en varias sesiones.

V. Se demostró que la instalación de un PLC en una planta de fabricación de artículos plásticos es rentable, tal como se explicó en el ítem 5.7.

VI. *En resumen los pasos a seguir para la selección de un controlador programable son:*

1. *Conocer el proceso a ser controlado.*
2. *Determinar el tipo de conexión o instalación.*
 - a. *Control distribuido*
 - b. *Control centralizado*
 - c. *Control individual del proceso.*
3. *Determinar las necesidades de interfase I/O*
 - a. *Estimar las entradas y salidas digitales y analógicas.*
 - b. *Supervisar especificaciones de entrada/salida.*
 - c. *Determinar si la transmisión I/O remota es necesaria.*
 - d. *Necesidades de I/O especiales.*
 - e. *Permitir expansión futura.*
4. *Determinar software, lenguaje y funciones.*
 - a. *Escalera, Booleano y/o alto nivel*
 - b. *Instrucciones básicas (Temporizadores, contadores, etc)*
 - c. *Instrucciones/funciones enriquecidas (matemática, PID, etc.)*

5. *Considerar el tipo de memoria.*
 - a. *Volátil (RAM)*
 - b. *No volátil (Instalación, Eprom, etc.)*
 - c. *Combinación de volátil y no volátil.*

6. *Considerar capacidad de memoria.*
 - a. *Estimar la memoria básica*
 - b. *Permitir memoria extra para programación compleja y expansión futura.*

7. *Evaluar las necesidades de tiempo de ejecución del programador.*

8. *Definir las necesidades del dispositivo de programación y almacenamiento.*
 - a. *Computador*
 - b. *Almacenamiento en cassettes o diskette.*
 - c. *Mini-programador*
 - d. *Considerar las capacidades funcionales de los dispositivos de programación.*

9. *Definir las necesidades periféricas.*
 - a. *Pantalla gráfica.*
 - b. *Interfase con el operador*
 - c. *Impresoras en línea.*
 - d. *Sistemas de documentación*
 - e. *Sistemas de generación de reportes*

10. *Determinar algunas restricciones físicas y ambientales.*
 - a. *Espacio disponible para el sistema.*
 - b. *Condiciones ambientales*

11. *Evaluar otros factores que pueden afectar la selección.*
 - a. *Soporte del vendedor*
 - b. *Fiabilidad del producto mejorado.*
 - c. *Objetivos de la planta para el futuro (estandarización).*

RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación de Controladores Lógicos Programables cuando se base la modernización de la máquina Inyectora en un criterio económico; En Máquinas inyectoras con tableros eléctricos cuyos componentes internos como relés, tarjetas electrónicas corresponden al fin de su vida útil, a fin de elevar el nivel de eficiencia de funcionamiento, con tecnología de Punta que abre un sin fin de posibilidades para mejorar el entorno de fabricación de una manera rentable.

BIBLIOGRAFÍA

- DODINI, Gianni. Moldes y Máquinas de Inyección para la transformación de plásticos. Milano - Italia. Editorial McGraw Hill/Interamericana de México, 2da ed., 1993.
- SOLE, Creus. Control de Procesos Industriales. Criterios de Implantación. Madrid, Editorial. Marcombo S.A. 1ra Edición 1992.
- VILCAHUAMAN, Luis. Automatización con PLC's Lima Perú, Ed. Universidad Católica 1994.

- GUTIERREZ, Víctor. Automatización de procesos.
Curso extracurricular.
Callao - Perú ., 1994.
- OCHOA, Julio. Análisis Económico Financiero.
Lima-Perú, Editorial
San Marcos, 2da edición 1996.
- VARGAS, Pedro. Implementación del
mantenimiento Productivo Total
Lima - Perú, Editorial W.S S.R
Ltda. 1995.
- ALLEN BRADLEY,
OMRON ELECTRONIC S.A.,
TELEMECANIQUE,
SIEMENS S.A., Proveedores de PLC's
Manuales técnicos,
diferentes ediciones.
- TECNOLOGIA DEL PLASTICO, Revistas Técnicas,
Colombia, Editorial BPA Ed.
Diciembre/93, Marzo/1996,
Agosto/1996.

APENDICE

- A1 PLANOS ELÉCTRICOS DE LA MAQUINA DE MOLDEO POR INYECCION ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC.
- A2 PLANOS ELÉCTRICOS DE LA MAQUINA DE MOLDEO POR INYECCION DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLC.
- A3 PROGRAMA DE PLC EN MODO INSTRUCCIONES.
- A4 PROGRAMA DE PLC EN MODO ESCALERA.
- A5 TABLAS FINANCIERAS.
- A6 PLC'S COMERCIALES.

SALIDAS DE LA MAQUINA INYECTORA

ELEMENTO	MODO DE TRABAJO	PLC	MAQUINA
<i>Electrovalvula</i>	<i>Plastificación</i>	114	3s109
<i>Electrovalvula</i>	<i>Cilindro hacia adelante</i>	115	3s130
<i>Electroválvula</i>	<i>Cilindro hacia atras</i>	116	3s131
<i>Electroválvula</i>	<i>Varilla inyección</i>	117	3s135
<i>Electroválvula</i>	<i>Presión inyección</i>	20	3s141
<i>Electroválvula</i>	<i>Presión sostenimiento</i>	21	3s146
<i>Electroválvula</i>	<i>Cierre alta presión</i>	22	4s89
<i>Electroválvula</i>	<i>Cierre molde</i>	23	4s92
<i>Electroválvula</i>	<i>Apertura molde</i>	24	4s93
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor neumático</i>	25	5s1
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor neumático macho</i>	26	5s2
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor neumatico auxiliar</i>	27	5s10
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor hidraulico adelante</i>	120	5s260v
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor hidraulico átras</i>	121	5s260r
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor auxiliar adelante</i>	31	5s261V
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor auxiliar átras</i>	32	5s262R
<i>Electroválvula</i>	<i>Expulsor neumático - 2</i>	123	5s5
<i>Horometro</i>	<i>Registra horas de operación</i>	122	0h1
<i>Contactor</i>	<i>Calefacción zona 1</i>	33	2c1
<i>Contactor</i>	<i>Calefacción zona 2</i>	34	2c2
<i>Contactor</i>	<i>Calefacción zona 3</i>	35	2c3
<i>Contactor</i>	<i>Calefacción zona 4</i>	36	2c4
<i>Motor</i>	<i>Lubricación de la máquina</i>	37	7c1

ELEMENTO	MODO DE TRABAJO		
		PLC	MAQUINA
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Purga de material</i>	10	3h1
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Plastificación con giro</i>	11	3h2
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Plastificación</i>	12	3h20
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Plastificación adicional</i>	13	3h21
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Presión inyección inicio</i>	14	3h22
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Presión sostenimiento inicio</i>	15	3h23
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Cierre molde alta presión</i>	111	4h6
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Cierre molde total</i>	110	4h5
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Apertura molde</i>	17	4h4
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Alarma de lubricación</i>	112	6h2\6h1
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Lubricación</i>	113	7h1
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Alarma de operación</i>	30	2h12
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Alarma de sobrecalentamiento z1</i>	124	zh1
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Alarma de sobrecalentamiento z2</i>	125	zh2
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Alarma de sobrecalentamiento z3</i>	126	zh3
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Alarma de sobrecalentamiento z4</i>	127	zh4
<i>Indicador luminoso</i>	<i>Inicio de cierre</i>	16	4h1

ENTRADAS DE LA MAQUINA INYECTORA

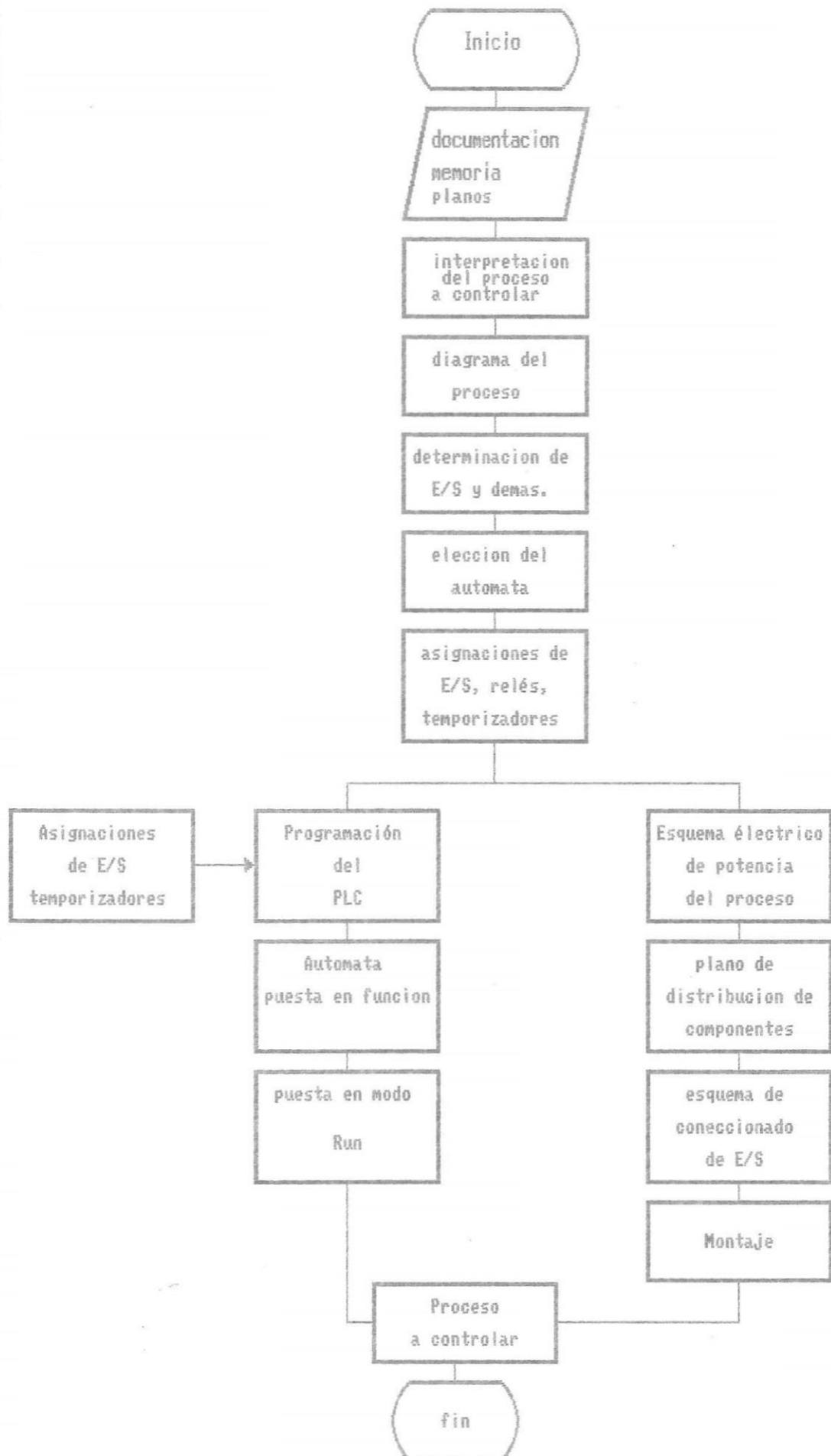
ELEMENTO	MODO DE TRABAJO		
		PLC	MAQUINA
<i>Selector</i>	<i>Conmutador de operación de ciclo</i>	40	0b8
<i>Selector</i>	<i>Operación ajuste semiautomático</i>	72	0a1 - 1
<i>Selector</i>	<i>Operación ajuste automático</i>	73	0A1-2
<i>Selector</i>	<i>Ajuste posición cilindro inyector 3 pos.</i>		3b11
<i>Selector</i>	<i>Opción retroceso con temporizador</i>	74	3b11-1
<i>Selector</i>	<i>Opción cilindro pegado a la boquilla</i>	75	3b11-2
<i>Selector</i>	<i>Opción retroceso con apertura</i>	76	3b11-3
<i>Selector</i>	<i>Ajuste expulsor hidraulico 3 posiciones</i>		5b5
<i>Selector</i>	<i>Expulsor manual</i>	701	5b5-1
<i>Selector</i>	<i>Expulsor hidraulico automático</i>	702	5b5-2
<i>Selector</i>	<i>Ajuste expulsor hidráulico auxiliar (macho)</i>		5b6
<i>Selector</i>	<i>Expulsor hidráulico auxiliar - manual</i>	710	5b6-1
<i>Selector</i>	<i>Expulsor hidráulico axiliar-semiautom.</i>	711	5b6-2
<i>Selector</i>	<i>Expulsor hidráulico auxiliar automático</i>	712	5b6-3
ELEMENTO	MODO DE TRABAJO	PLC	MAQUINA
<i>Pulsador</i>	<i>Apagar motor principal NC</i>		1b1
<i>Pulsador</i>	<i>Inicio motor principal NA</i>	41	1b2
<i>Pulsador</i>	<i>Inyección manual inicio NC</i>	42	3b1
<i>Pulsador</i>	<i>Inyección manual parada NA</i>	43	3b2
<i>Pulsador</i>	<i>Movimiento cilindro inyector adelante NA</i>	46	3b14
<i>Pulsador</i>	<i>Retroceso cilindro inyector NA</i>	47	3b15
<i>Pulsador</i>	<i>Apertura molde NC</i>	50	4b1
<i>Pulsador</i>	<i>Cierre molde NA</i>	51	4b2
<i>Pulsador</i>	<i>Movimiento expulsor hidraúli. adelante NA</i>	52	5b8
<i>Pulsador</i>	<i>Movimiento expulsor hidraúli. atrás NA</i>	53	5b9
<i>Pulsador</i>	<i>Plastificación Manual</i>	44	3b3
<i>Pulsador</i>	<i>Expulsor hidráulico auxiliar IN.NA</i>	713	5b10
<i>Pulsador</i>	<i>Expulsor auxiliar OUT.NA</i>	714	5b11

ELEMENTO	MODO DE TRABAJO		
		PLC	MAQUINA
<i>Fin de carrera</i>	<i>Primera inyección</i>	45	3b4
<i>Fin de carrera</i>	<i>Plastificación</i>	56	3b5
<i>Fin de carrera</i>	<i>Activa proceso inyección</i>	57	3b12
<i>Fin de carrera</i>	<i>Limite retroceso cilindro</i>	60	3b13
<i>Fin de carrera</i>	<i>Protección de molde</i>	61	4b3
<i>Fin de carrera</i>	<i>Cierre alta Presión molde</i>	62	4b7
<i>Fin de carrera</i>	<i>Cierre automático molde</i>	63	4b11
<i>Fin de carrera</i>	<i>Expulsor hidráulico en automático</i>	706	5b12
<i>Fin de carrera</i>	<i>Expulsor hidráulico auxiliar retroceso</i>	715	5b13
<i>Fin de carrera</i>	<i>Inicia expulsor hidráulico auxiliar</i>	707	5b14
<i>Fin de carrera</i>	<i>Inicia inyección con expul hidrau aux</i>	55	5b15
<i>Fin de carrera</i>	<i>Inicia expulsor neumático</i>	703	5b16
<i>Fin de carrera</i>	<i>Seguridad puerta máquina</i>	64	6b21

ELEMENTO	MODO DE TRABAJO		
		PLC	MAQUINA
<i>Interruptor</i>	<i>Inyección sin temporizador</i>	65	3b7
<i>Interruptor</i>	<i>Inyección más rotación</i>	66	3b9
<i>Interruptor</i>	<i>Desactiva varilla inyección</i>		3b16
<i>Interruptor</i>	<i>Activa temporizador expulsor neumático</i>	67	5b1
<i>Interruptor</i>	<i>Activa válvula a expulsor neumático aux.</i>	70	5b2
<i>Interruptor</i>	<i>Activa circuito expulsor hidráulico aux.</i>	54	5b22
<i>Interruptor</i>	<i>Activa circuito expulsor hidraulico</i>	704	5b44
<i>Interruptor</i>	<i>Activa electroválvula neumática</i>	705	5b51
<i>relé térmico</i>	<i>Motor de lubricación</i>	700	7e2
<i>presostato</i>	<i>Sistema de lubricación</i>	77	7f1

ELEMENTO	MODO DE TRABAJO		
		PLC	MAQUINA
<i>Temporizador</i>	<i>Primera inyección</i>	601	3d1
<i>Temporizador</i>	<i>Presión sostenimiento</i>	602	3d2
<i>Temporizador</i>	<i>Pausa plastificación</i>	603	3d3
<i>Temporizador</i>	<i>Enfriamiento</i>	604	3d4
<i>Temporizador</i>	<i>Retroceso cilindro</i>	605	3d6
<i>Temporizador</i>	<i>Cierre en automático</i>	606	4d1
<i>Temporizador</i>	<i>Expulsor neumático</i>	607	5d1
<i>Temporizador</i>	<i>Expulsor automático auxiliar</i>	610	5d2
<i>Temporizador</i>	<i>Expulsor hidráulico</i>	613	5d3
<i>Temporizador</i>	<i>Expulsor hidráulico auxiliar</i>	652	5d7
<i>Temporizador</i>	<i>Electrovalvula de aire</i>	600	
<i>Temporizador</i>	<i>Contador</i>	614	
<i>Temporizador</i>	<i>Tiempo de no lubricación</i>	620	
<i>Temporizador</i>	<i>Protección de molde</i>	611	6d3
<i>Temporizador</i>	<i>Alarma de sobrecalentamiento</i>	642	
<i>Temporizador</i>	<i>Alarma de Operación</i>	612	
<i>Temporizador</i>	<i>Tiempo de lubricación</i>	621	7u1

DESARROLLO DE UN PROCESO CON PLC.





Maschinenfabrik und Giesserei Nelstal AG
 CH-8754 Nelstal, Schweiz
 Telefon 058 5 1887, Telex 75503

Elektrische Daten
 Electrical data
 Données électriques

Nennspannung 20 V 60 Hz	Spannung Leistung	Überstrom- auslöser	Leitungsquerschnitt Versicherung
Motor 1	22 kW	4 A	} 25 mm ² 80 A
Motor 2	kW	A	
Luftventiltrieb	kW	A	
Leiterschmelzung	kW	A	
Leiterschmelzung	220 V 0,1 kW	0,3 A	
Leiterschmelzung	220 V 11 kW		} 16 mm ² 60 A
Leiterschmelzung	220 V Y 24 V	teilwe.	

Serie Nr. Gl. AT	205034
Programm	W 1 73
Auftrags Nr.	350 091
Kunde	Plasto SA Lima / Peru
Maschinentyp	N 350/120-2
Termin	Juni 73

Motoren 1500 min⁻¹ über 0,5 kW Stern Dreieck - Anlauf

Stromlaufpläne Stücklisten	
00103	Grundausstattung
99101	Insp.-rahmen
99117	Ersatzteilsatz
01103	110.060.2000
02106	110.060.7219
03112	110.060.7120
07105	110.060.7216
08104	117.060.8114
09109	117.062.8415
12102	117.062.8238
13104	117.062.8239
14104	117.062.8240
15104	117.062.8241
23103	110.060.3427
24101	110.060.2145
27105	110.069.5278
29104	110.060.7148
31103	110.060.7242
32103	110.060.7150
34101	110.060.2112
35102	110.060.2786
36104	110.060.3428
37103	110.060.3426
38101	110.060.7143
40101	110.060.7147
41101	110.060.2100
42101	110.060.2946
44101	110.060.7031

Zusüstungen:
 Umlaufstundenzähler
 Heizungskontrolle
 + 6. Regler, Varitap für Düsenheizung und Form-
 heizung 220V, 0-220 V
 Spritzdruckstufen
 elektr. Impulszähler
 Luftauswerfer, hub-zeitabhängig
 Einzelbelüftung

Bestellungen:
 spez. Ausrüstung Nr. 9

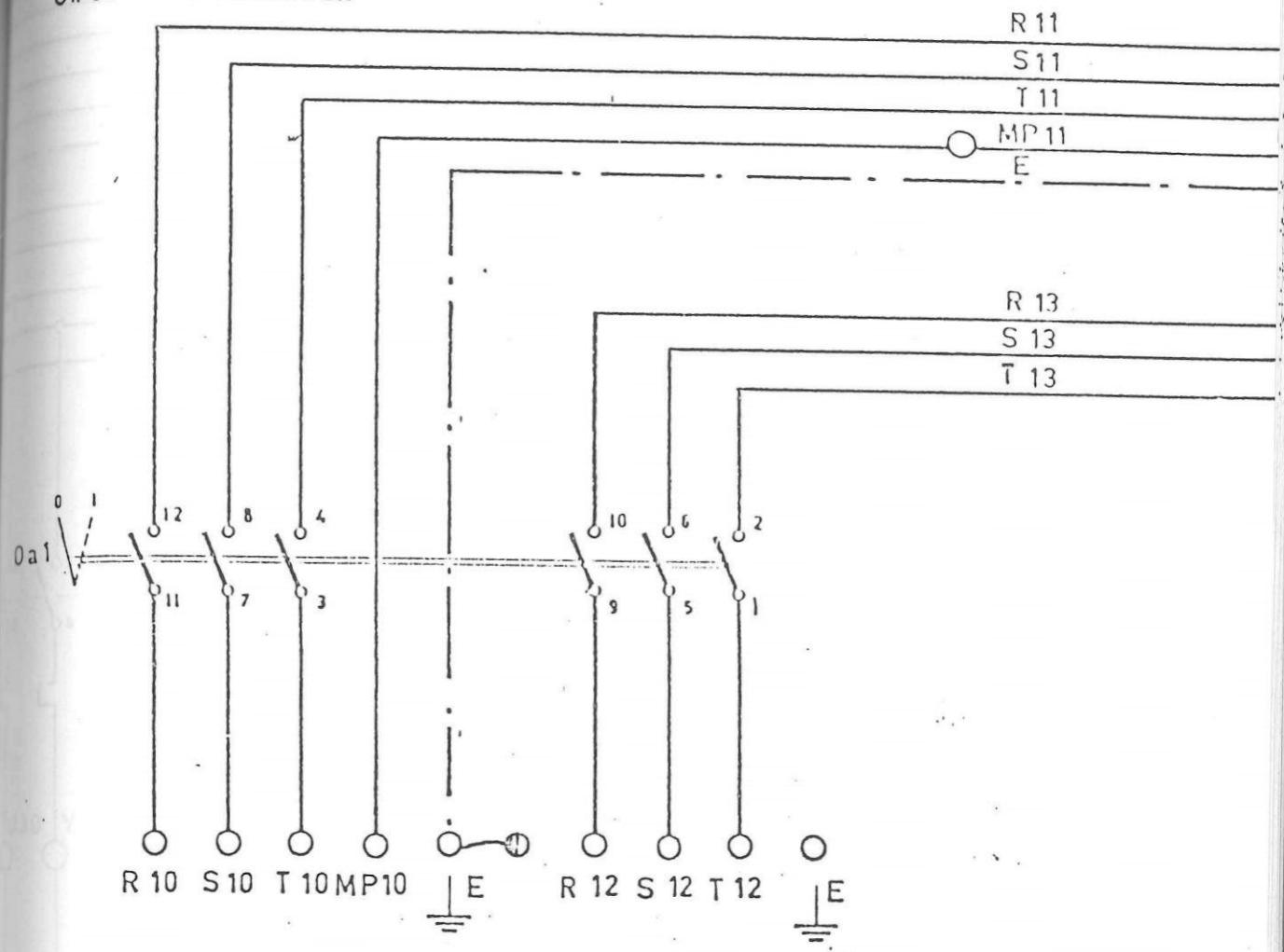
Lebensdauer	Prüfprogramm
Heizungsanordnung: 110.040.5274	
Regler Typ : Eurotherm	

Nachträge / Änderungen	von	Datum

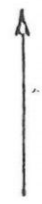
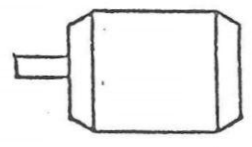
um Visum Schlusskontrolle
 22. 2. 73 18. 6. 73

Supply circuit
Circuit d'alimentation

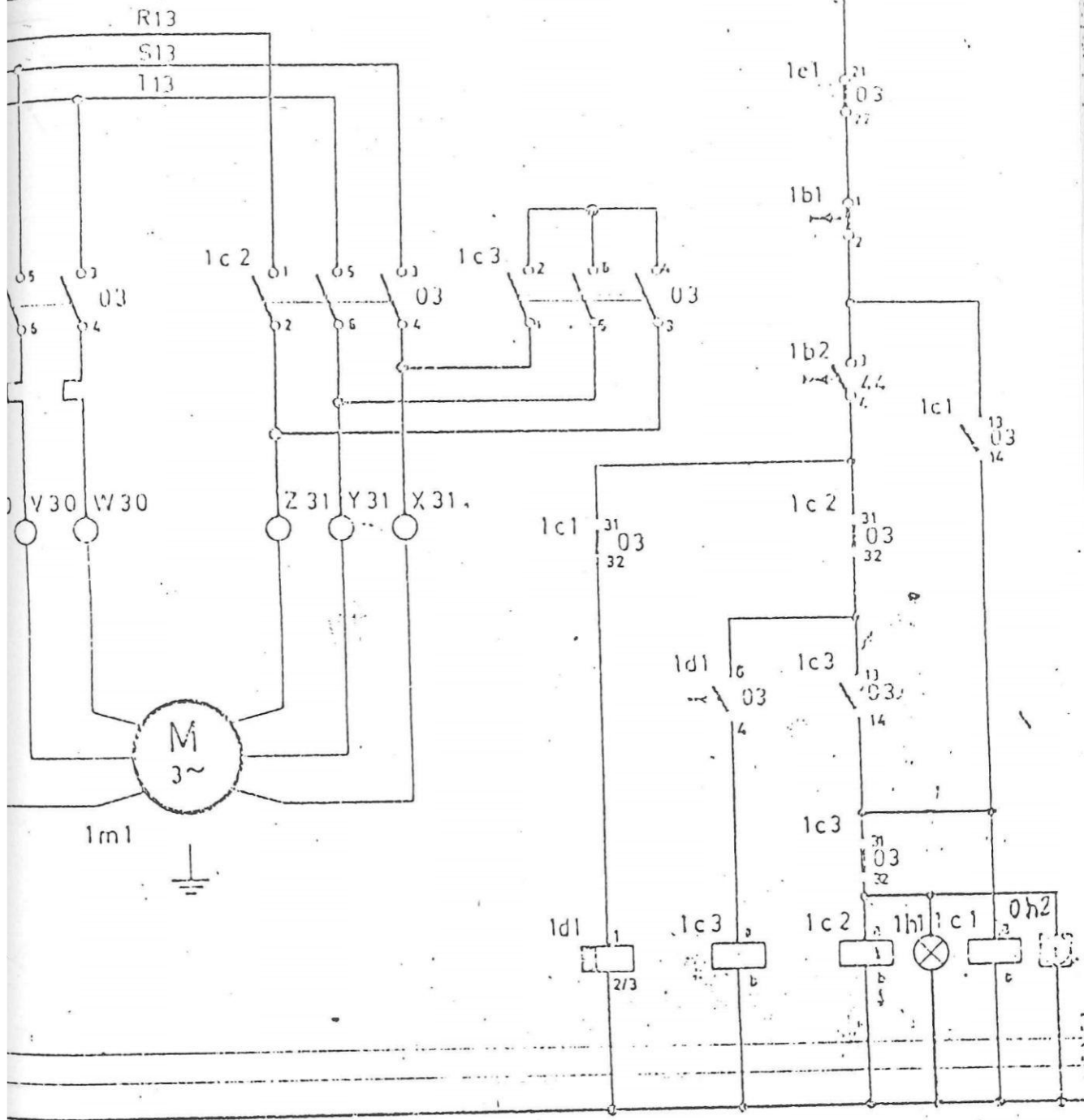
0 1 Einspeisung



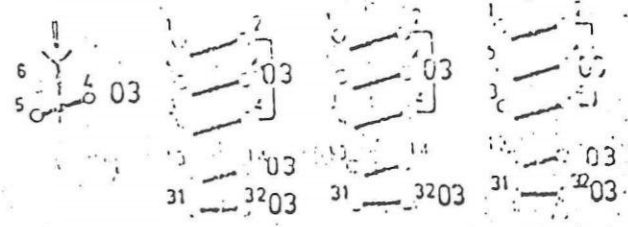
Heizung + Steuerung
Heating + Control
Chauffage + Commande



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 1

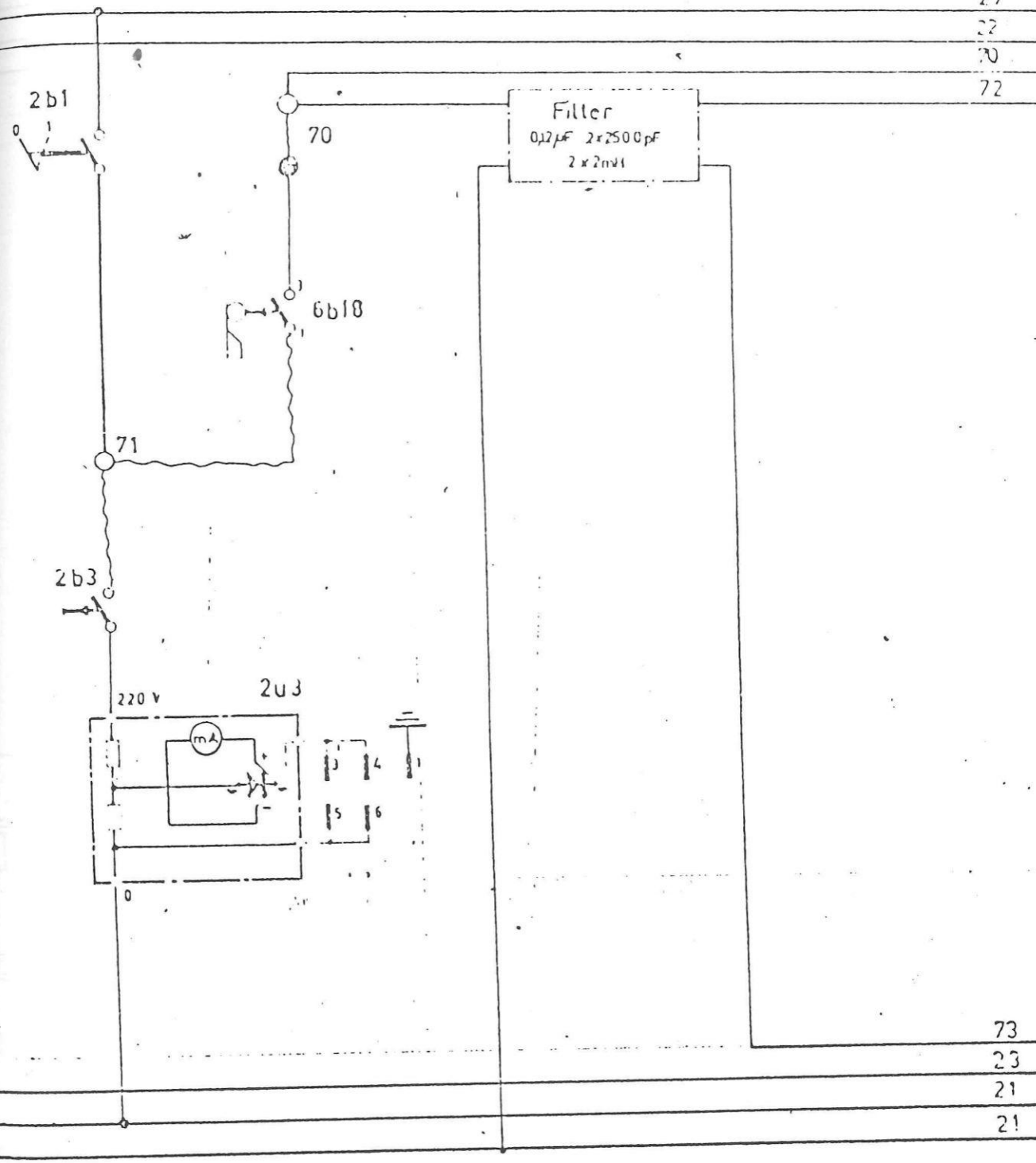


2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



R11
S11
I11
MF11
E

27
22
70
72



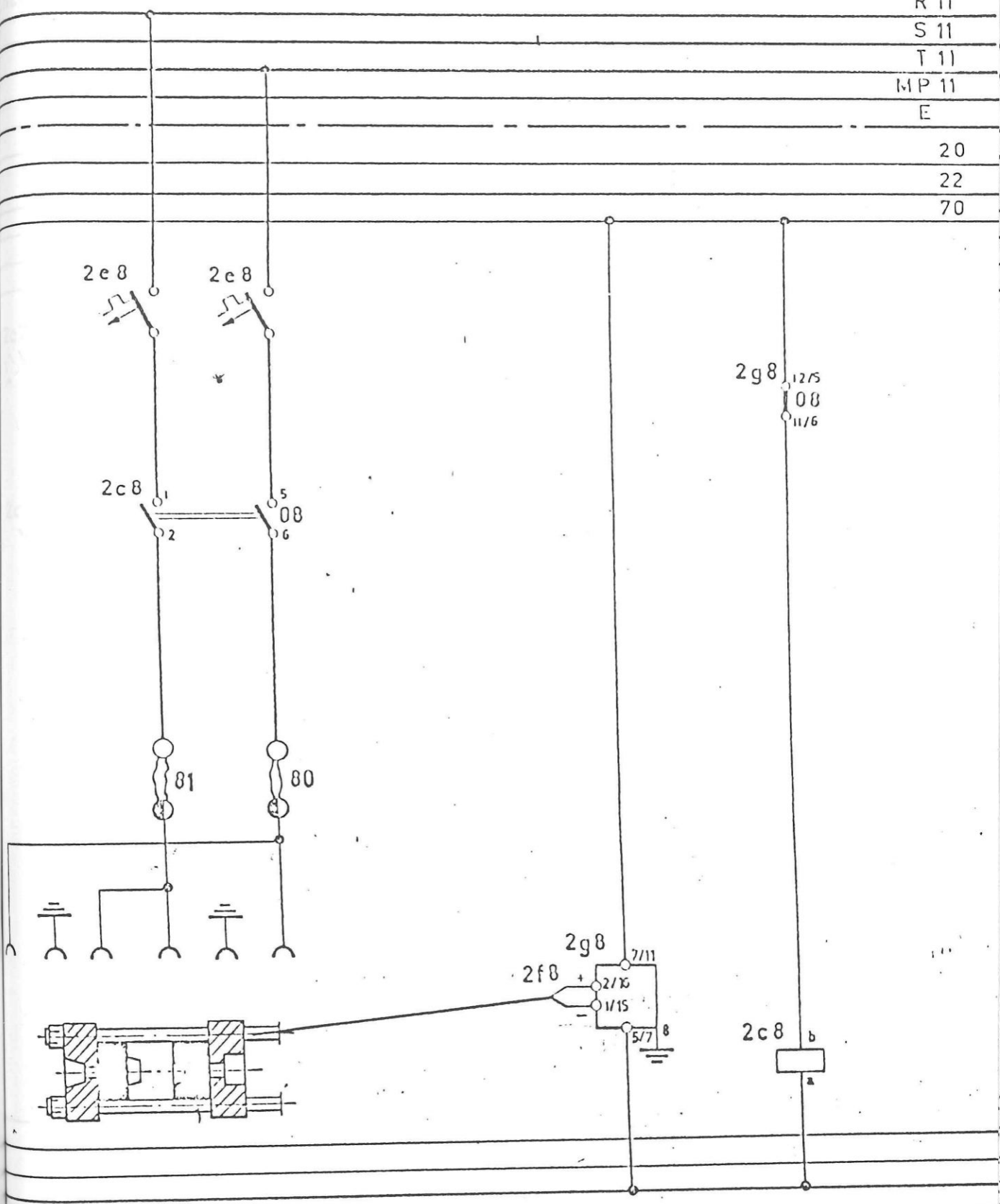
Heating Zone 0
 Chauffage Zone 0

0 8

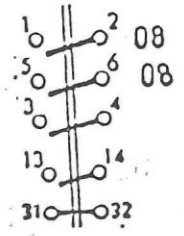
Heizung Zone 0

R 11
 S 11
 T 11
 MP 11
 E

20
 22
 70



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

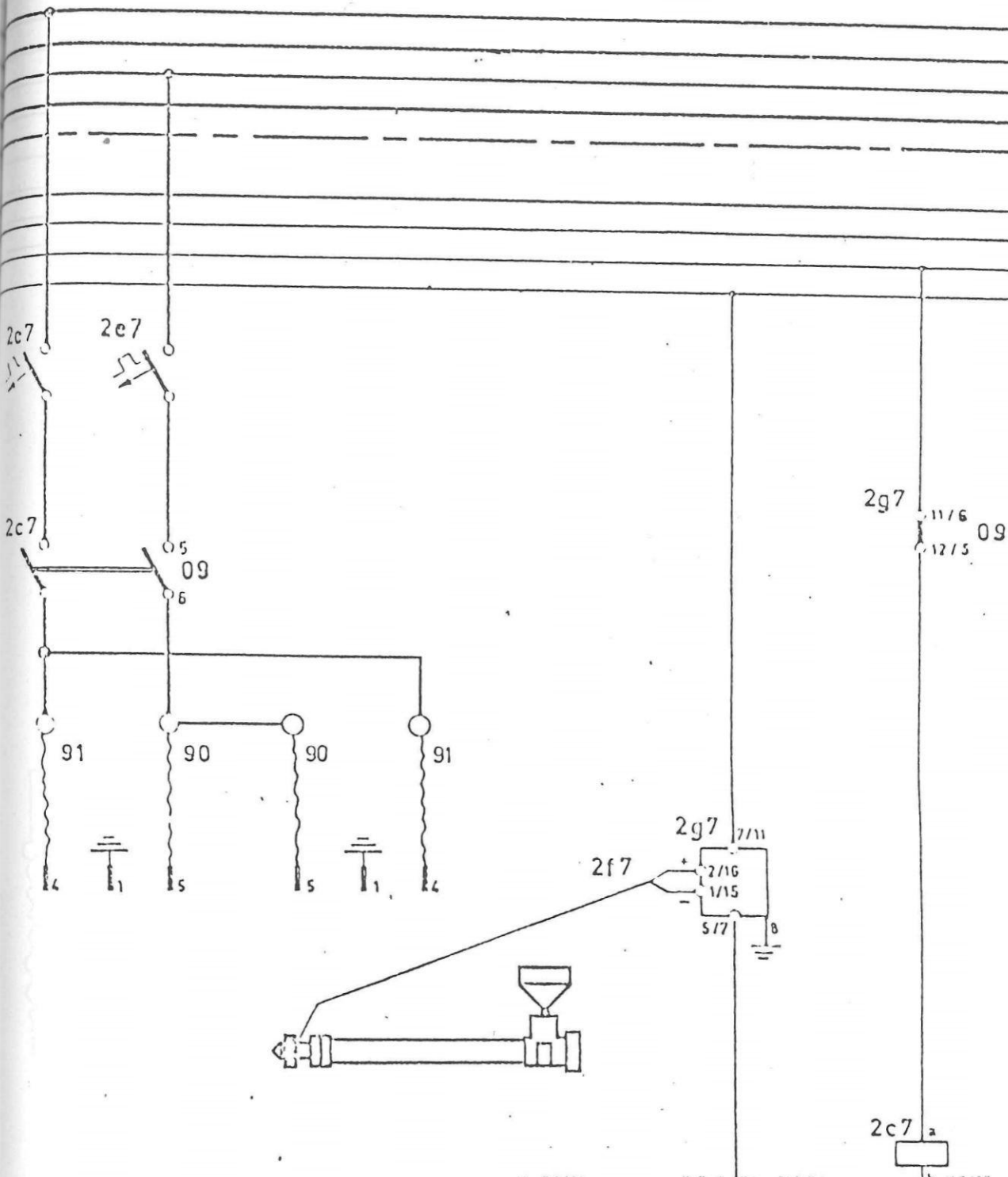


Heating Zone 7
 Chauffage Zone 7

0 9

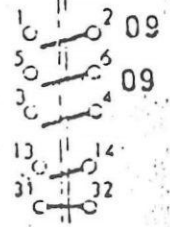
Heizung Zone 7

R11
 S11
 T11
 MP11
 E
 22
 20
 70
 72



73
 23
 21
 21

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



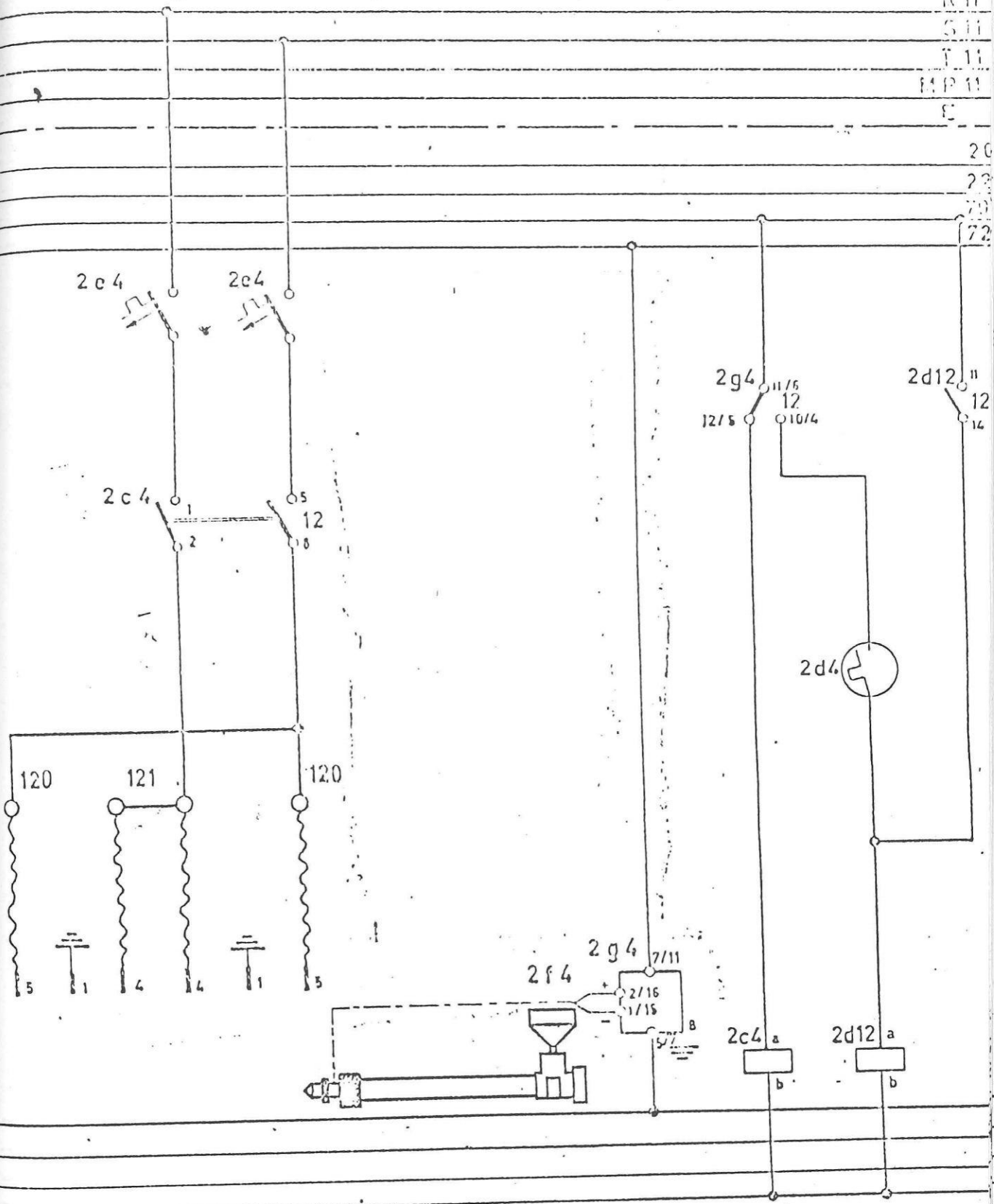
Heating Zone 4
Chauffage Zone 4

1 2

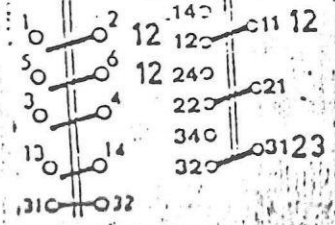
Heizung Zone 4

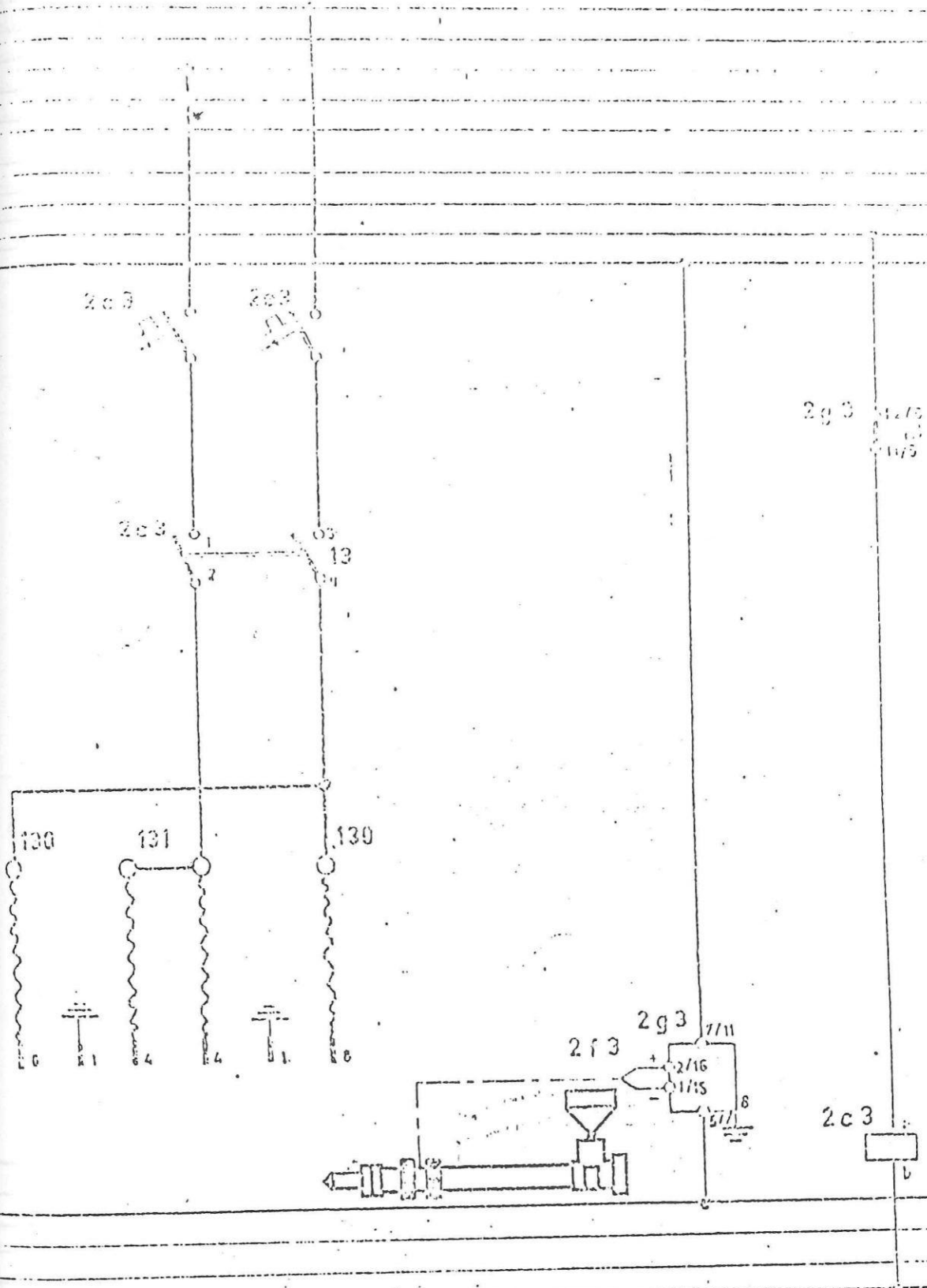
R 11
S 11
T 11
M P 11
E

20
22
24
26
28

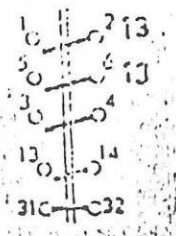


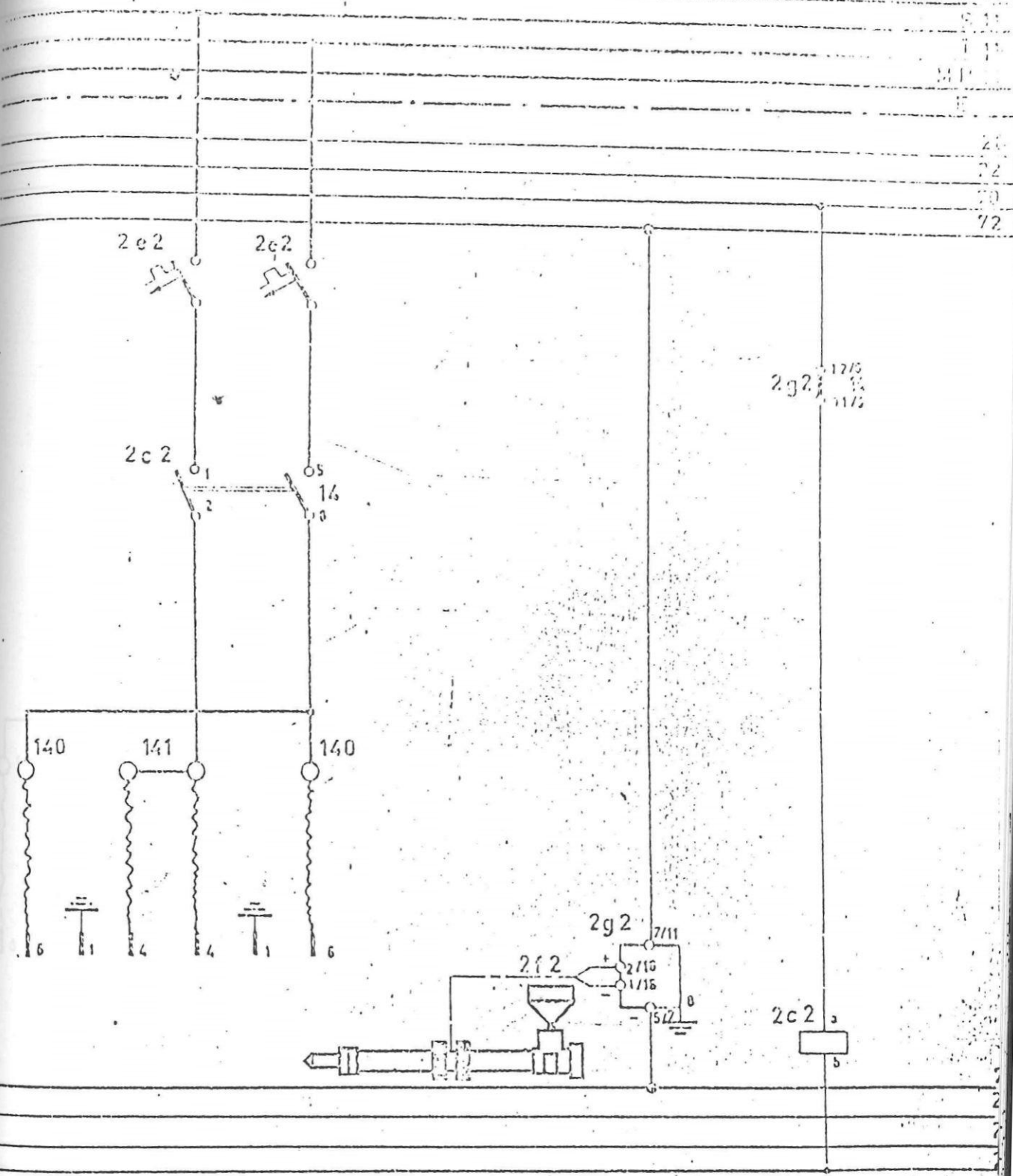
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17





1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17





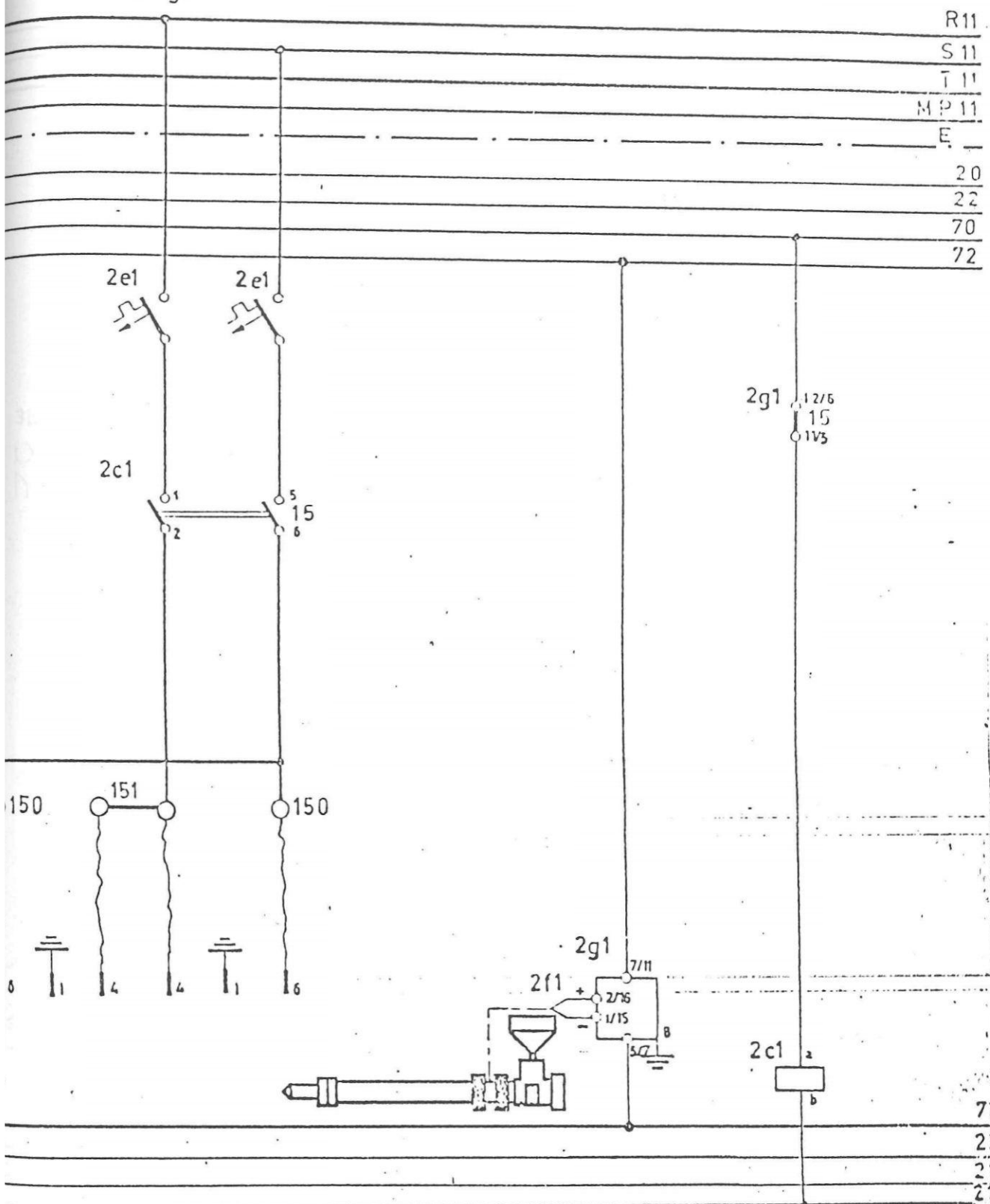
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



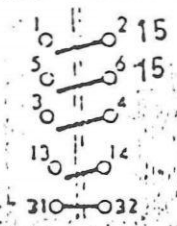
Heating Zone 1
 Chauffage Zone 1

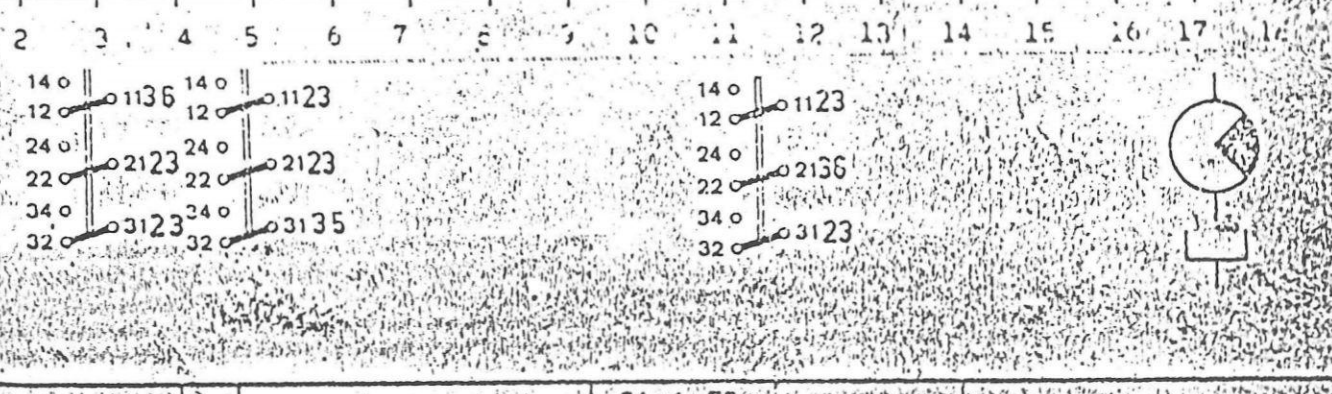
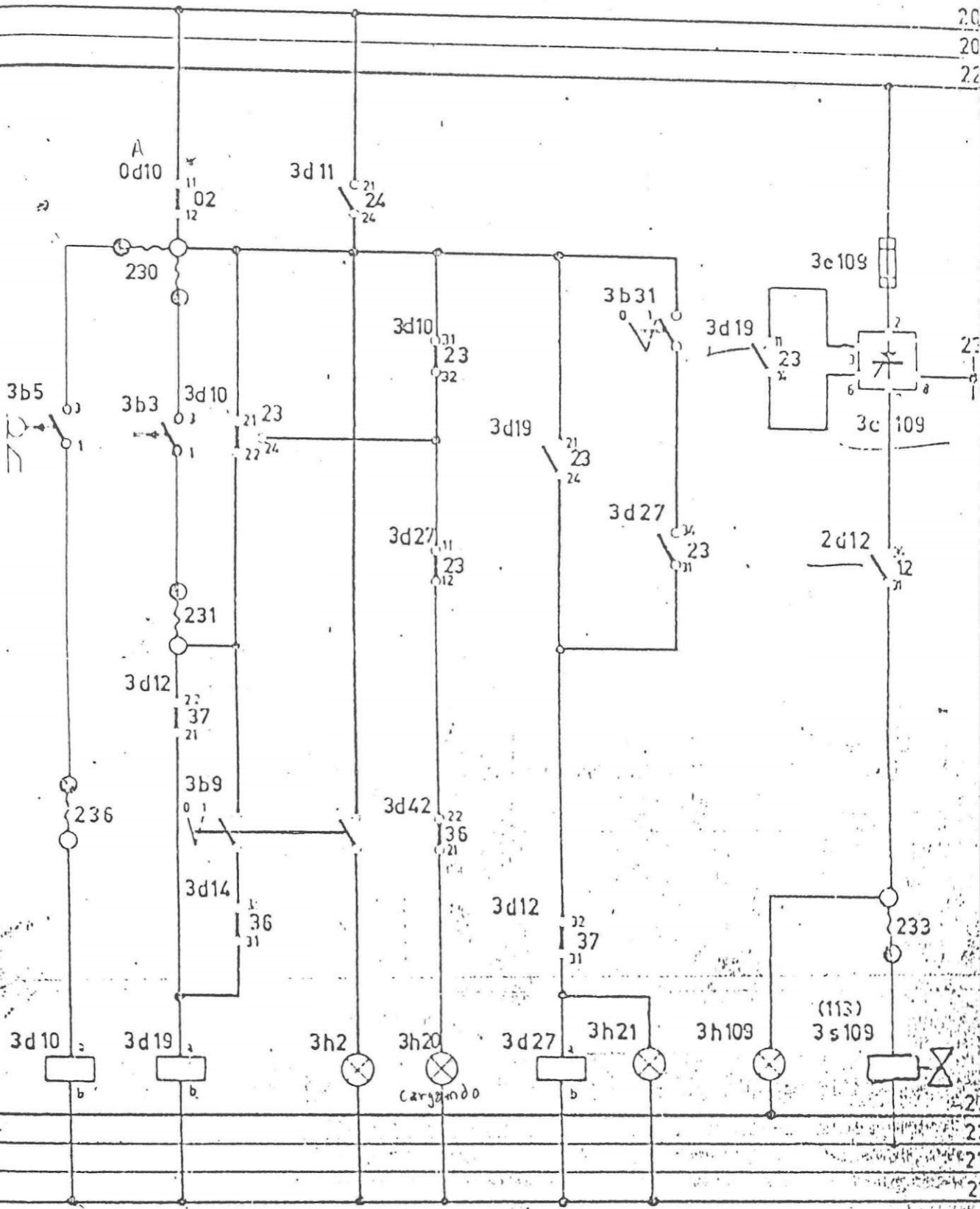
1 5

Heizung Zone 1

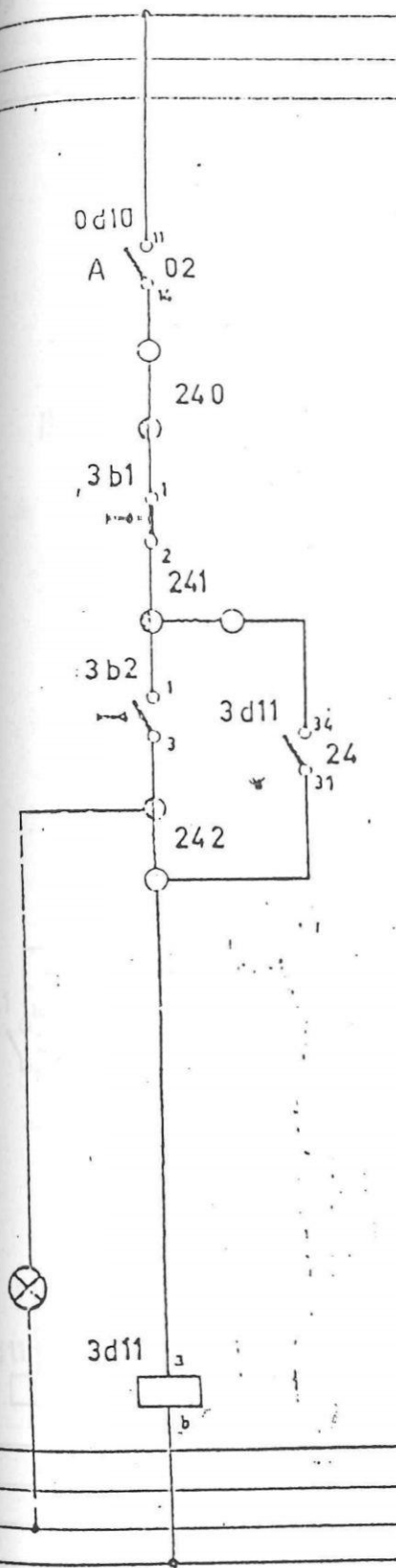


2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



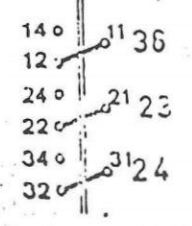


29
20
27

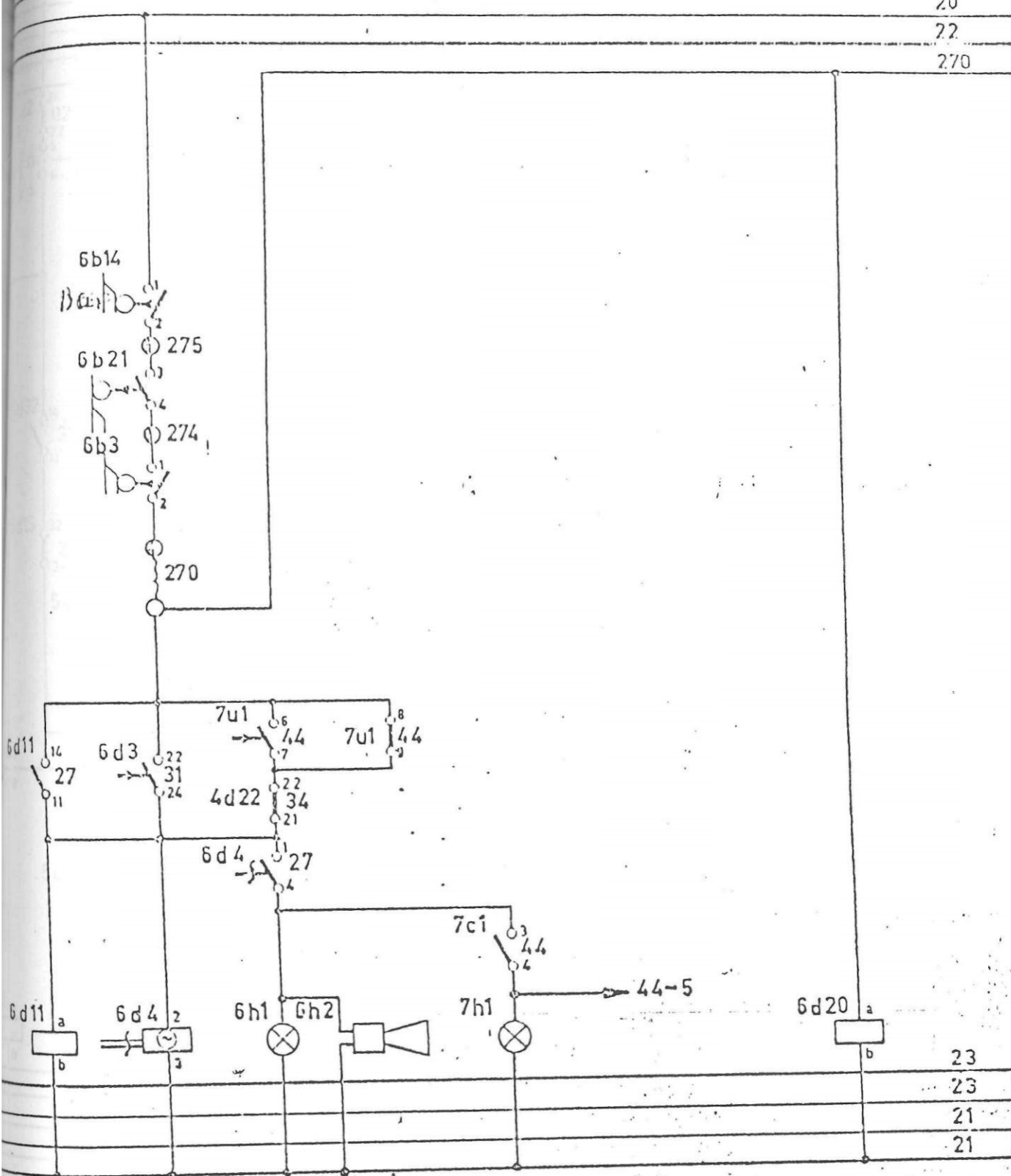


23
23
21
21

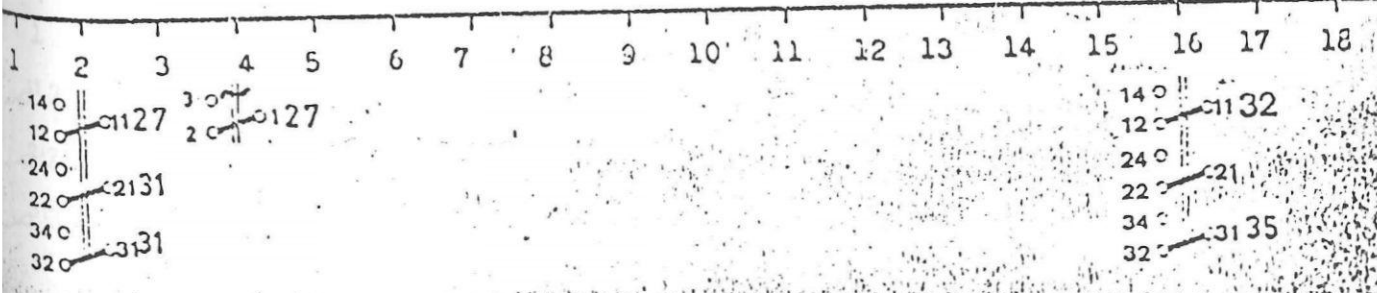
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 15 17

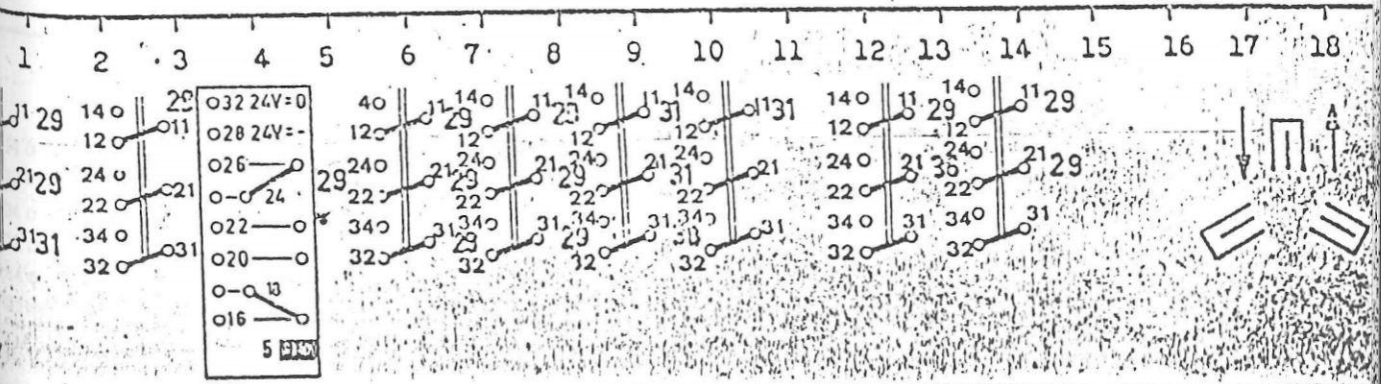
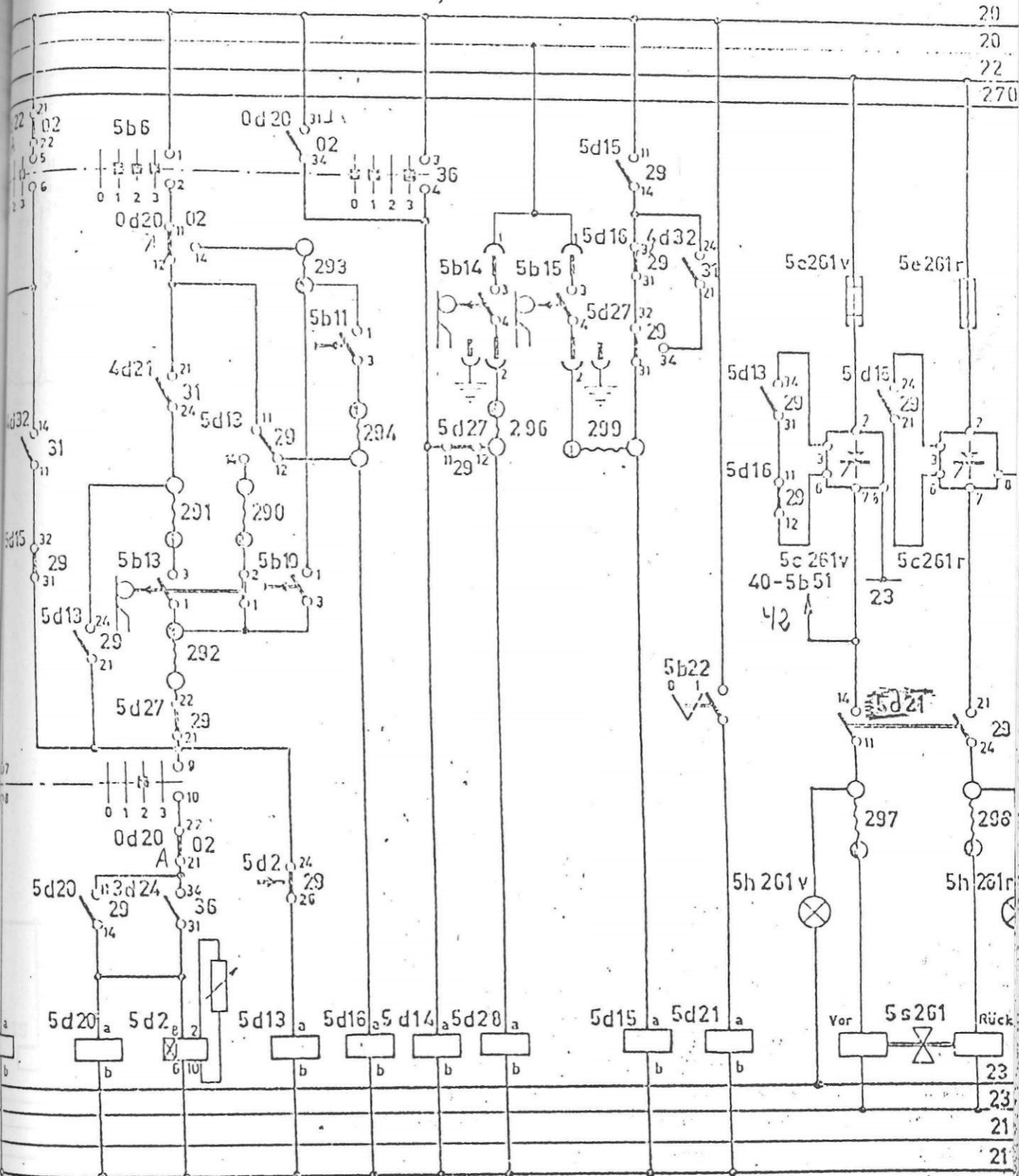


20
 20
 22
 270

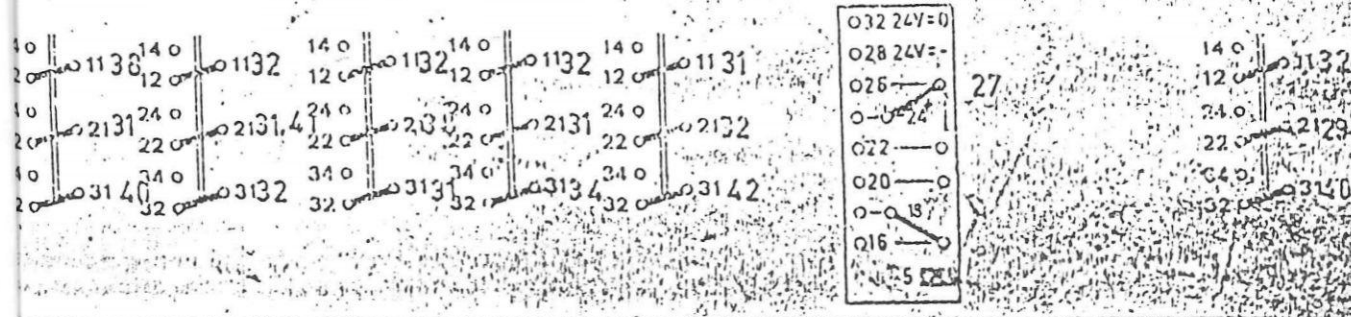
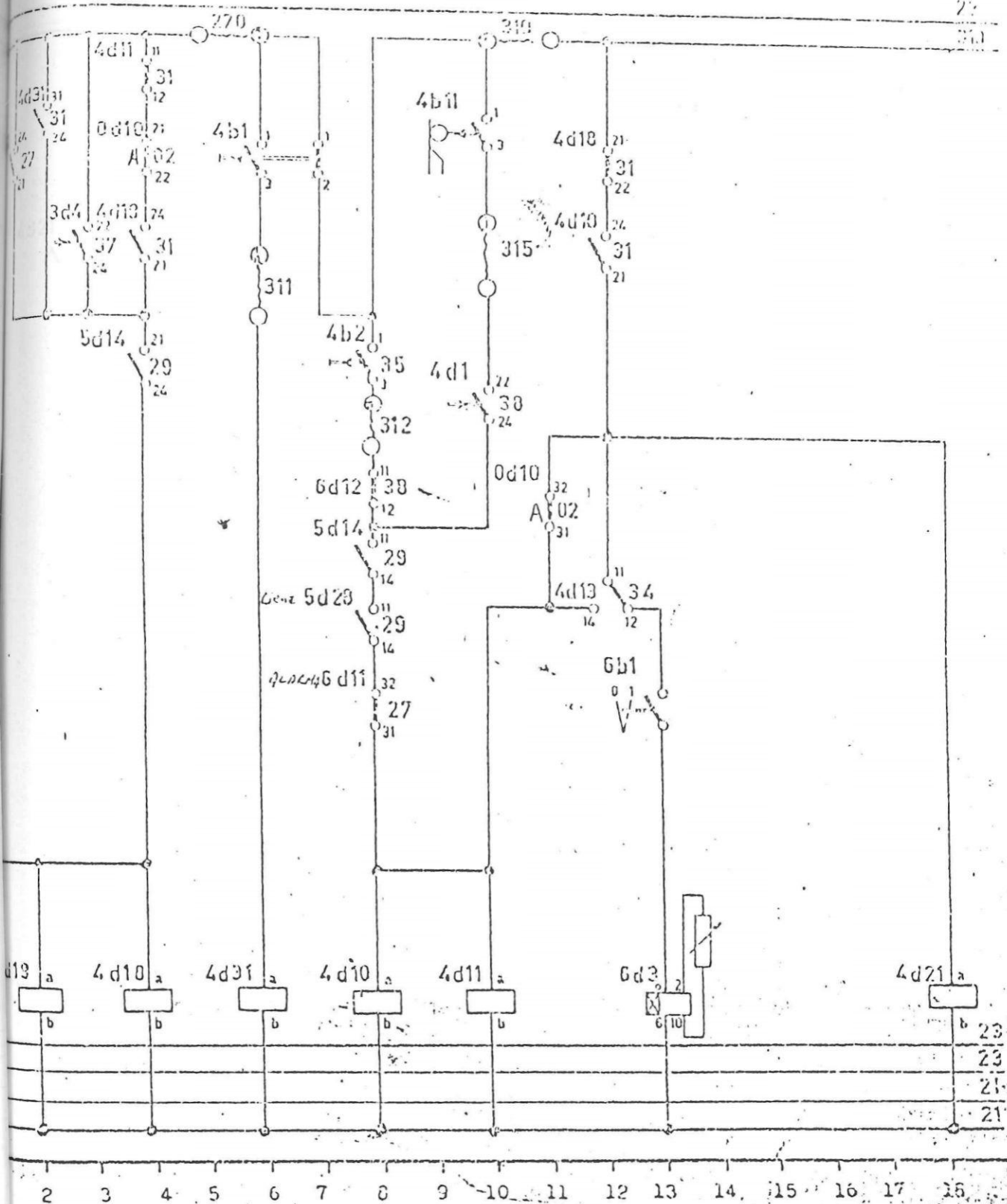


23
 23
 21
 21



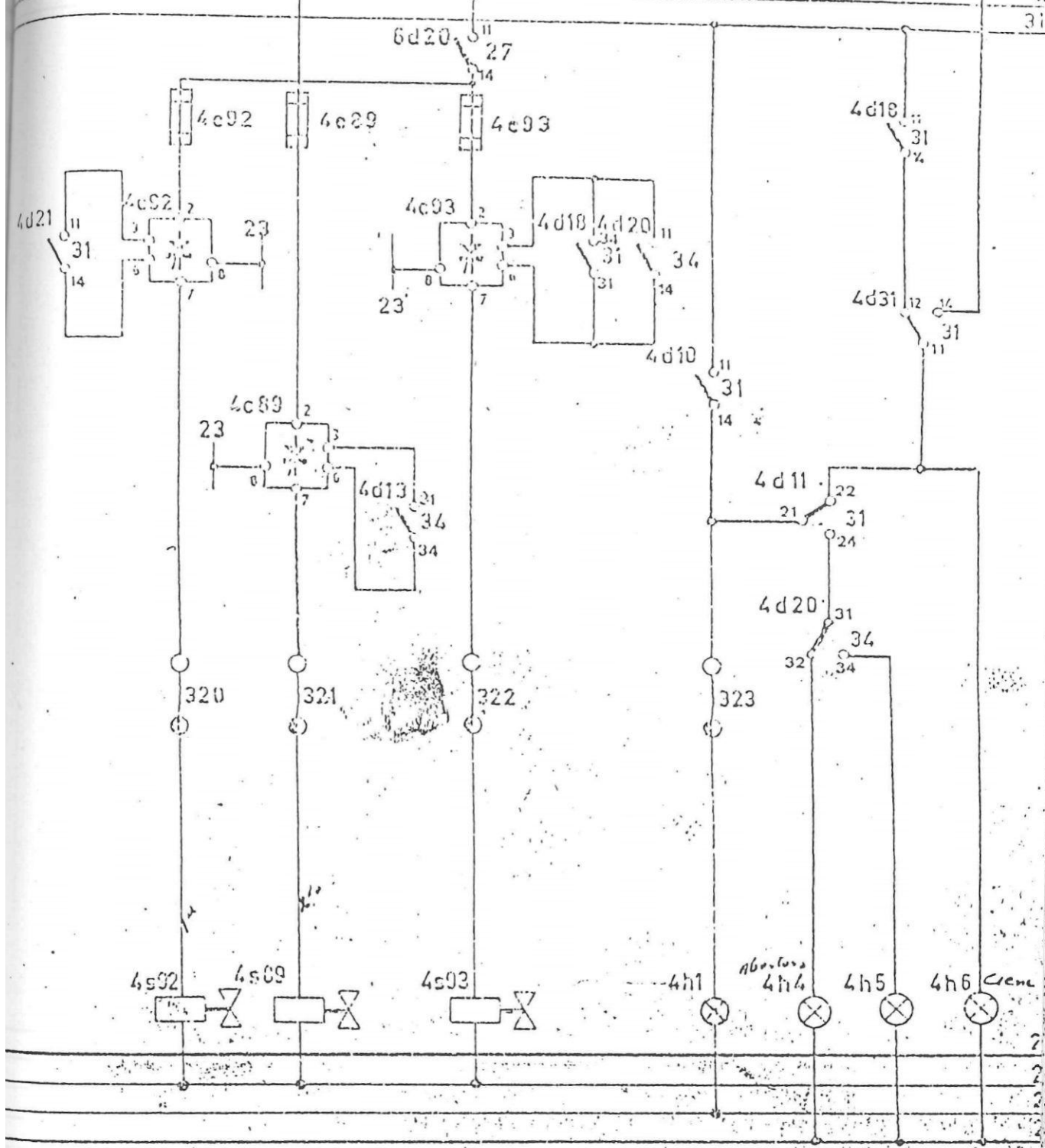


26
 27
 28
 29

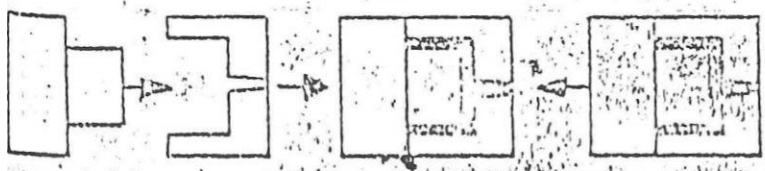


23
 23
 21
 21

20
20
22
310



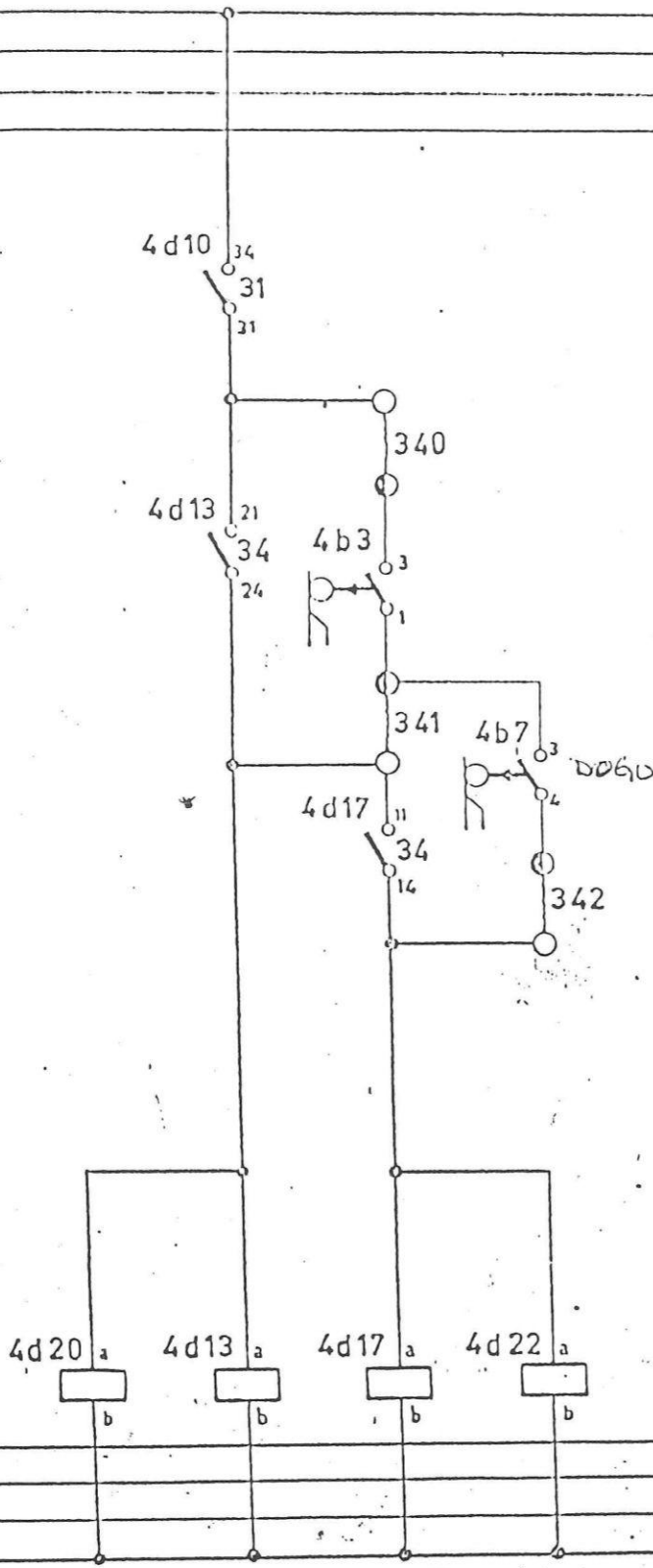
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



Mould closed
Moule fermé

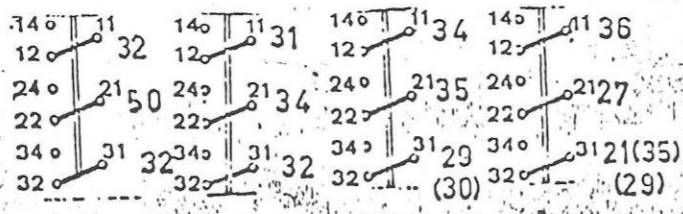
3 4 Form geschlossen

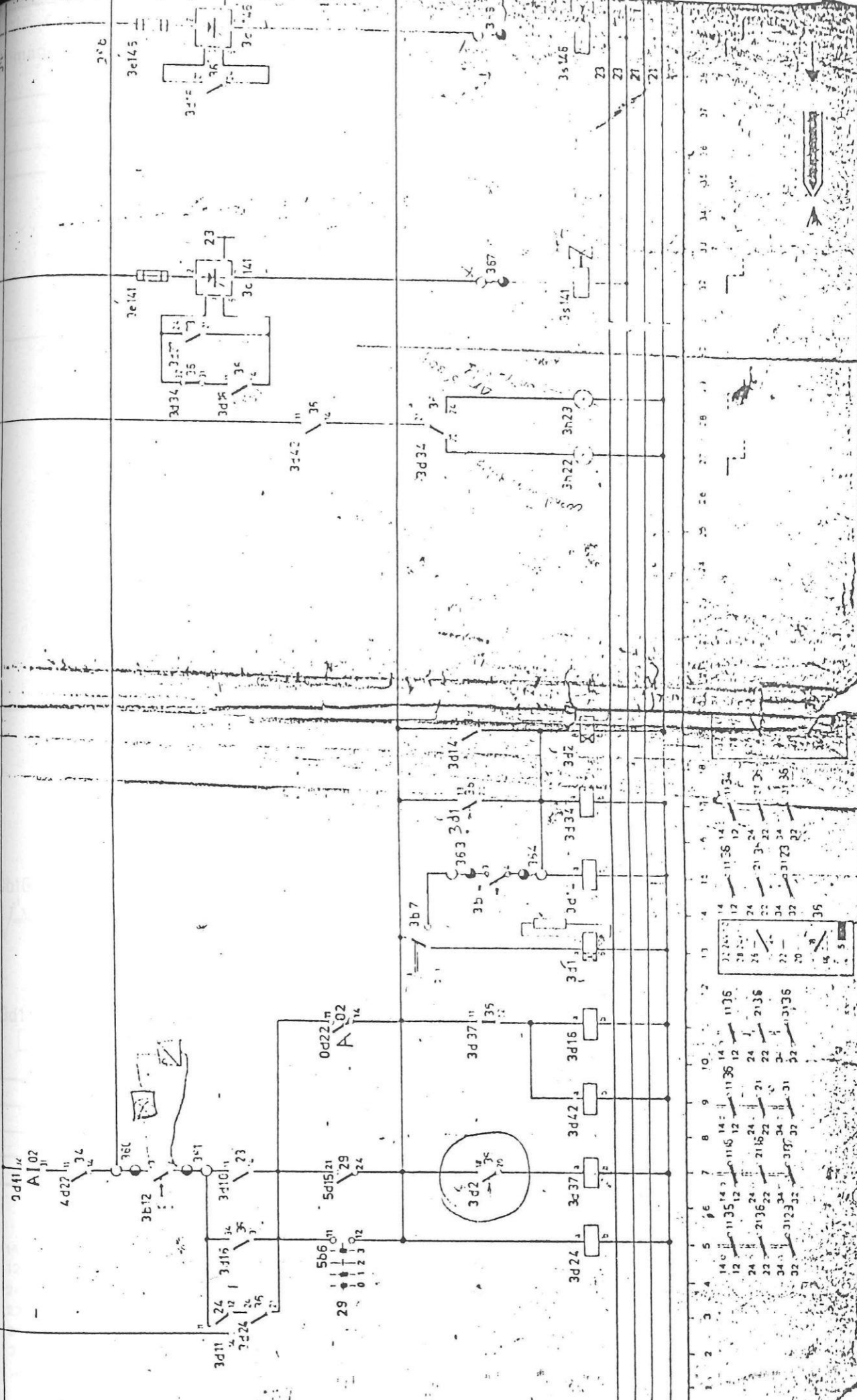
20
20
22
310



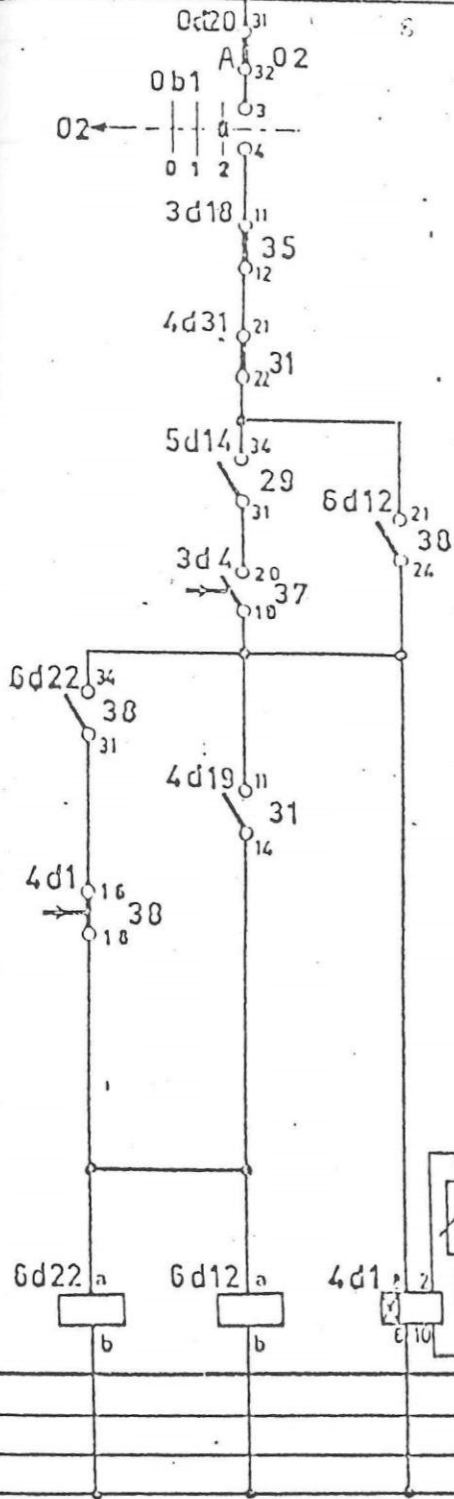
23
23
21
21

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17



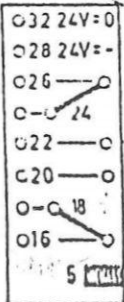
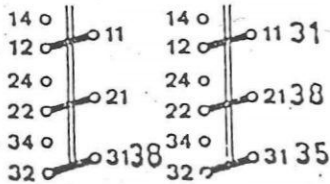


20
20
22
3 10



2
2

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



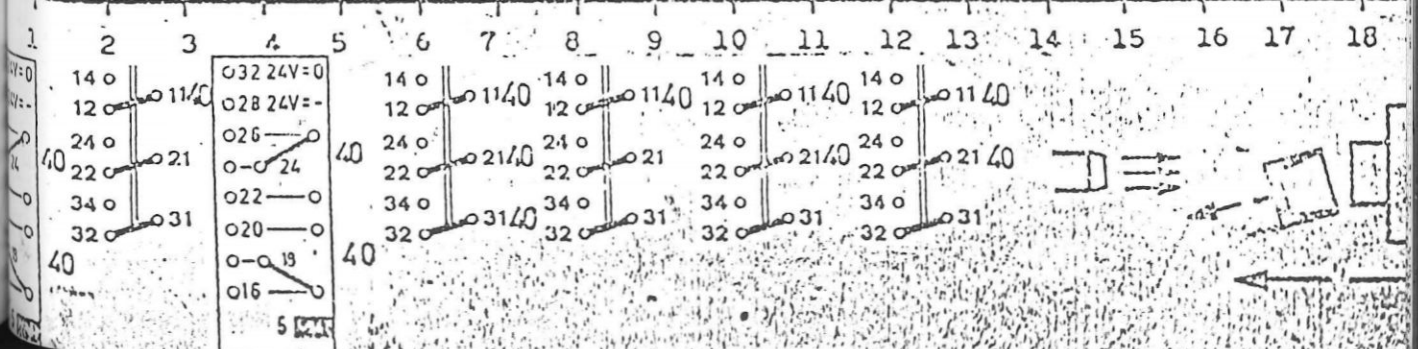
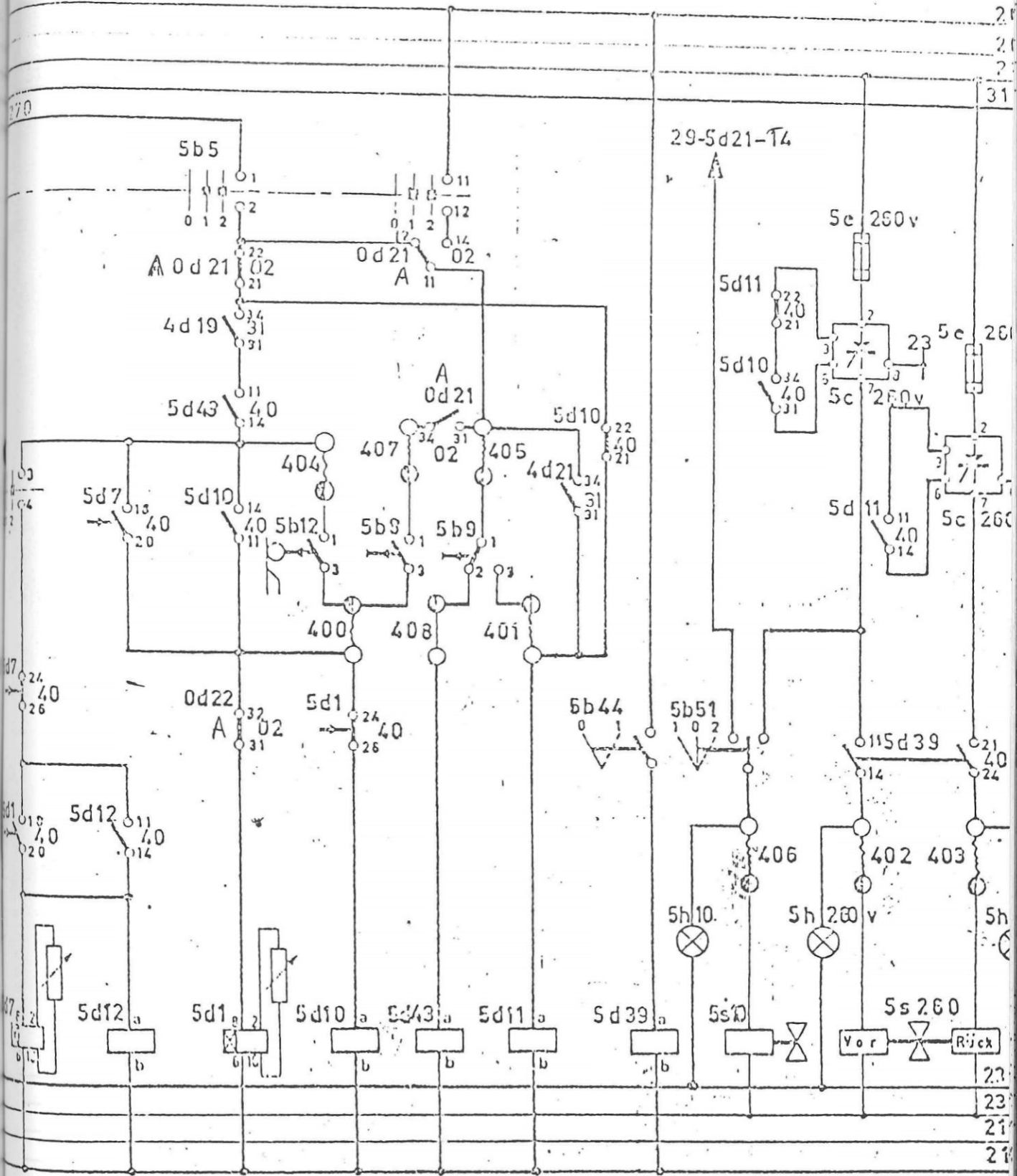
31
38

5

Ejecter
Ejecteur

4 0

Ausstosser

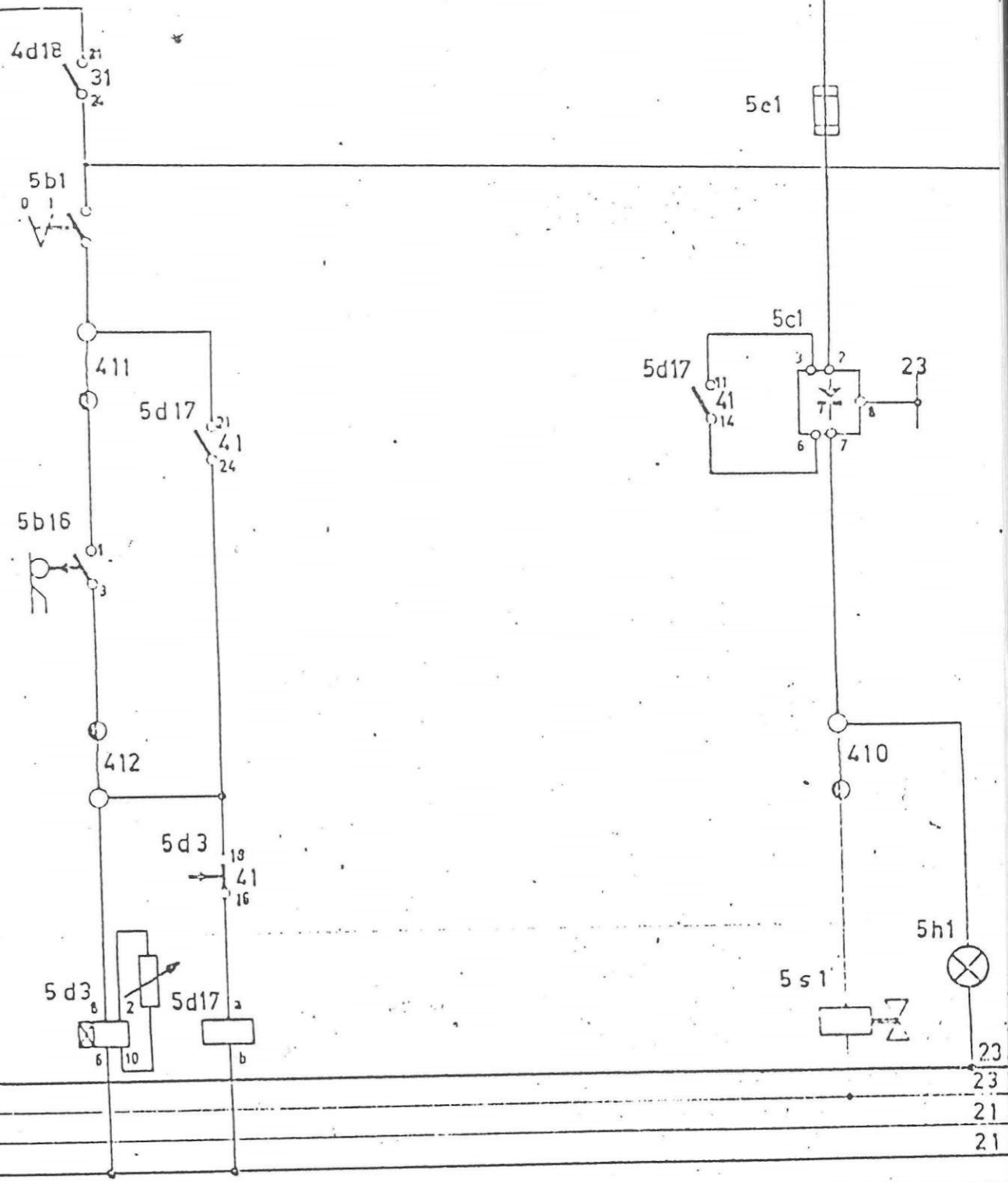


pneumatic ejector
 éjecteur pneumatique

4 1 Luftauswerfer

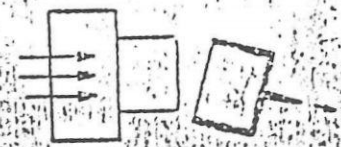
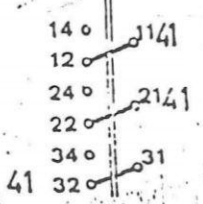
20
 20
 22

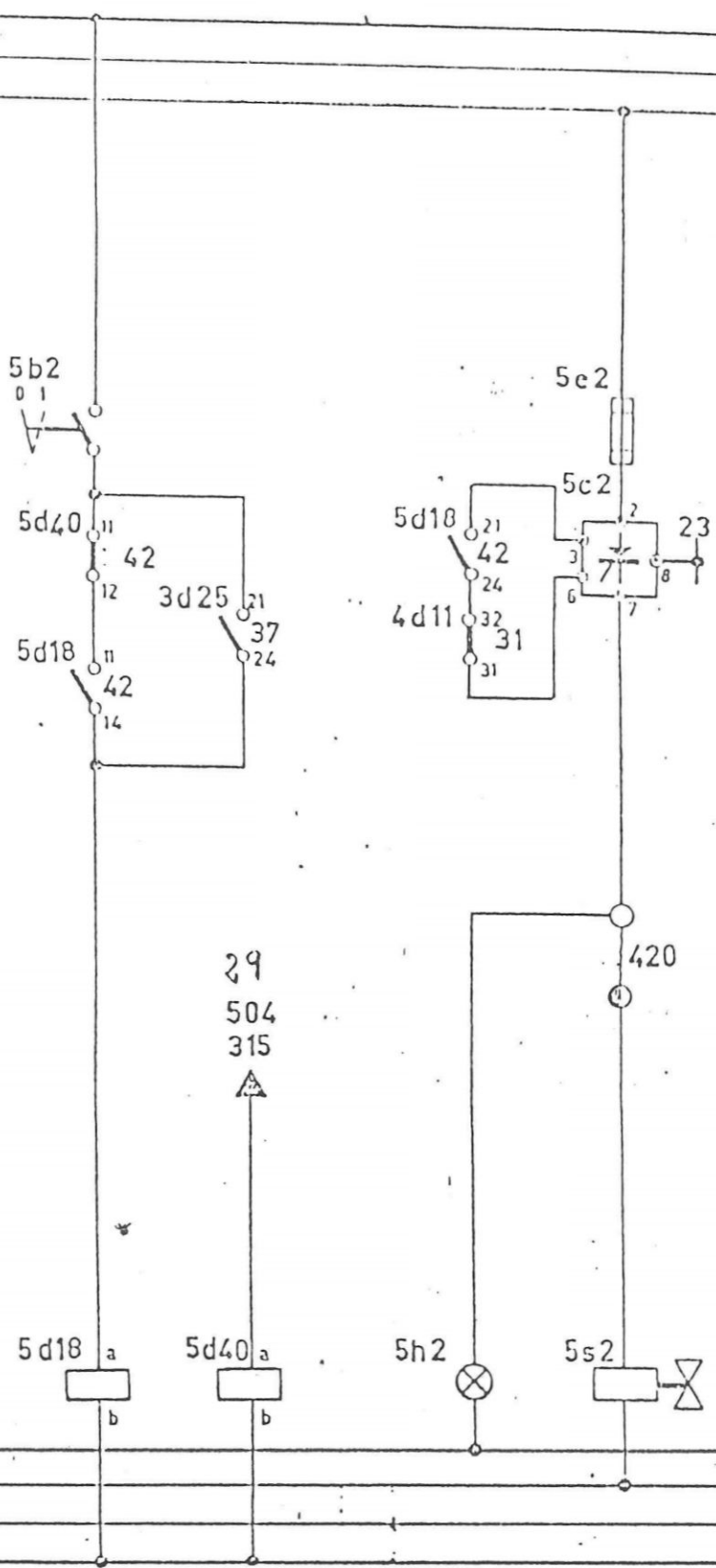
310



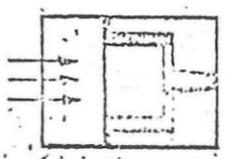
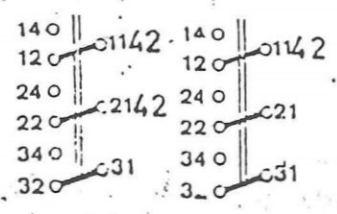
1 2 3 4 5 6 7 8 9 -10 11 12 13 14 15 16 17

- 032 24V=0
- 028 24V=-
- 026
- 024
- 022
- 020
- 018
- 016
- 5



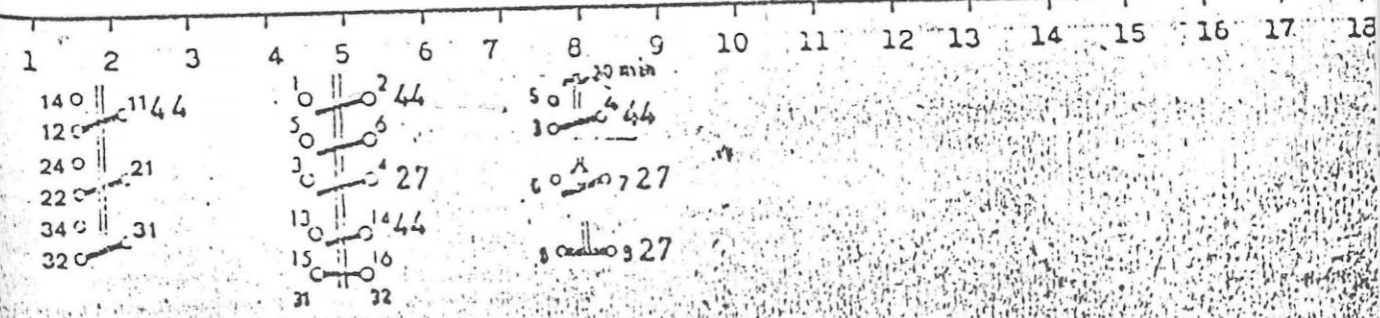
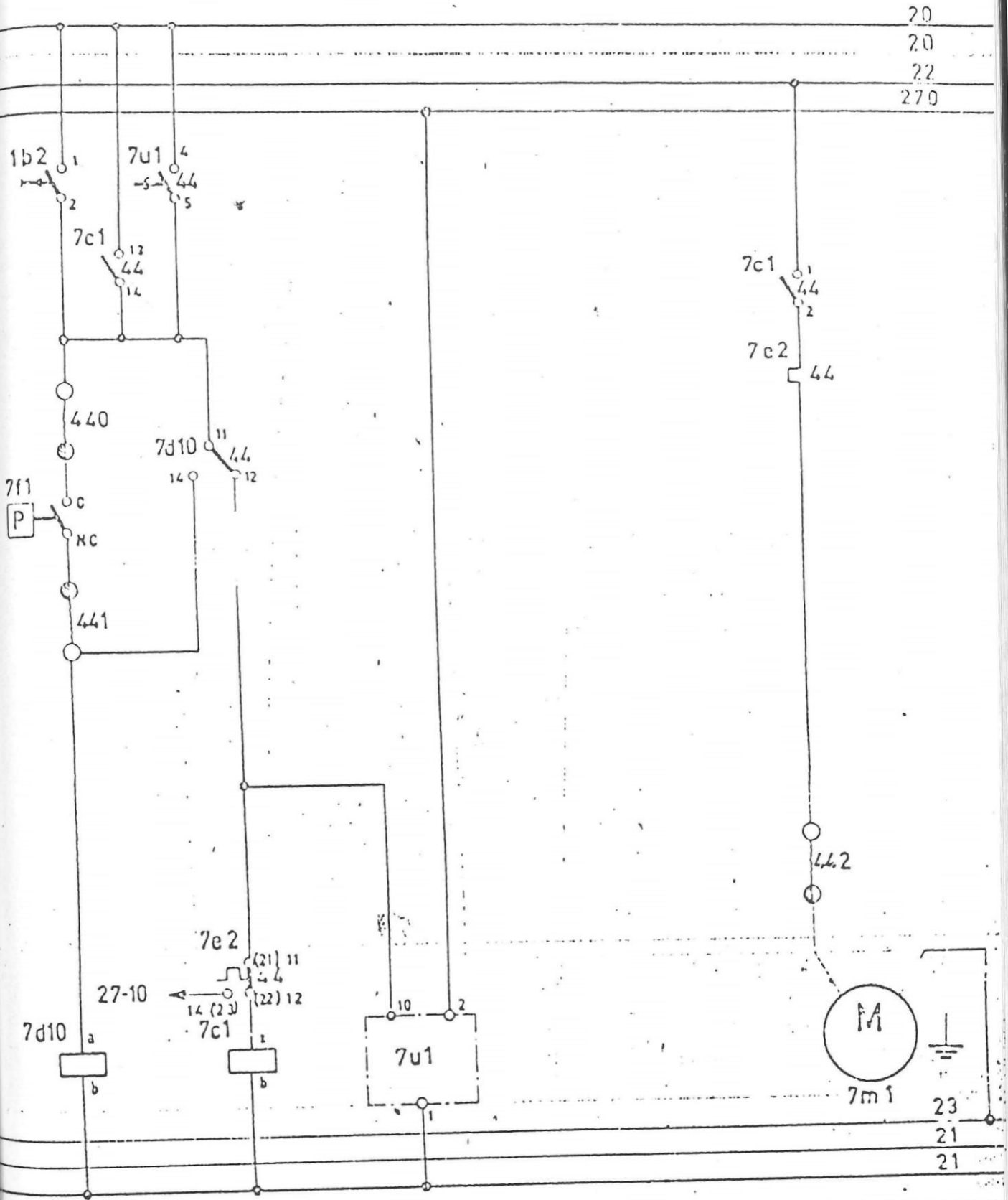


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17



Aut. central greasing
Graissage central aut.

Aut. Zentralschmierung



PLANOS ELECTRICOS DESPUES

DE LA IMPLEMENTACION

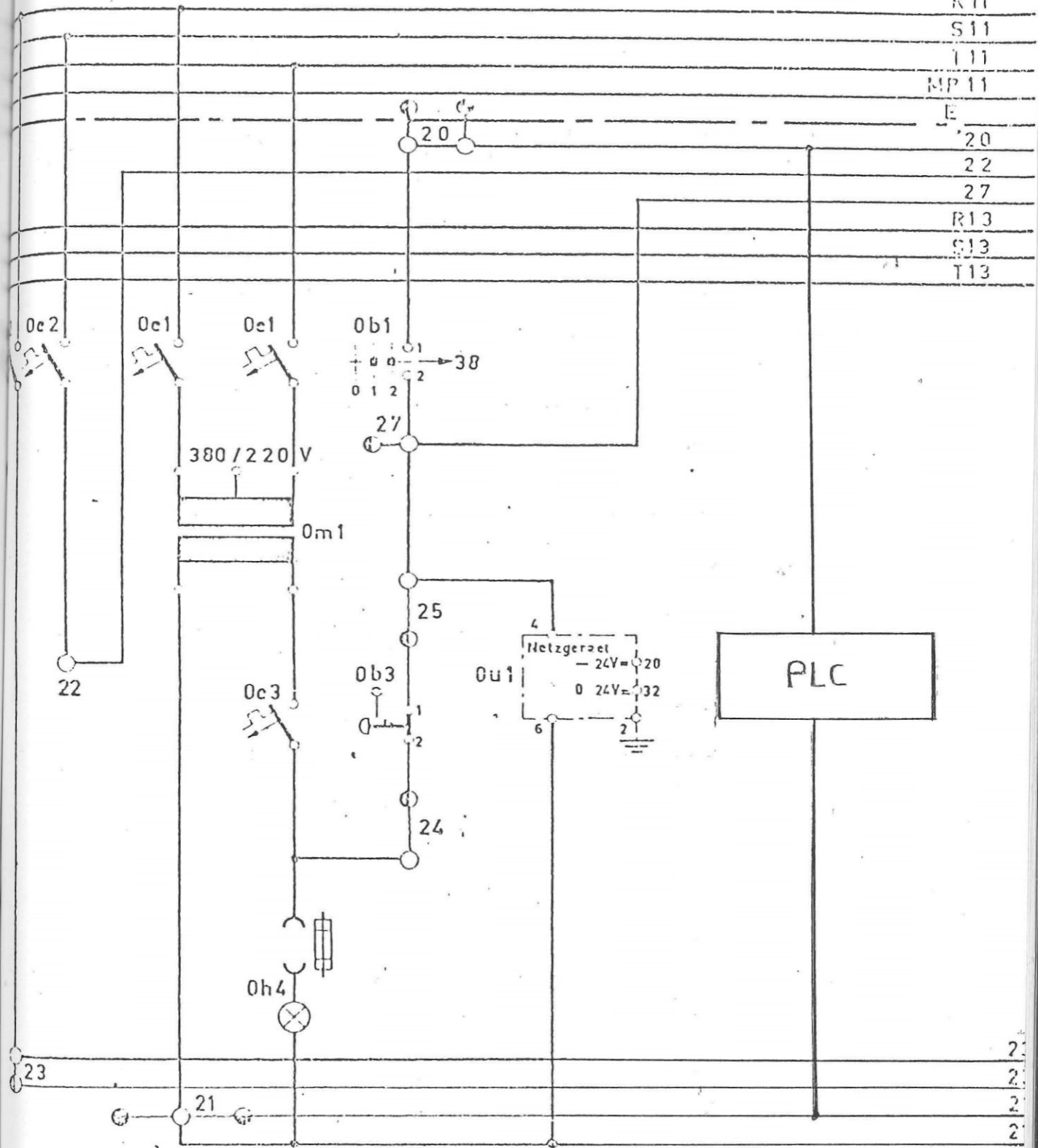
DEL

CONTROLADOR

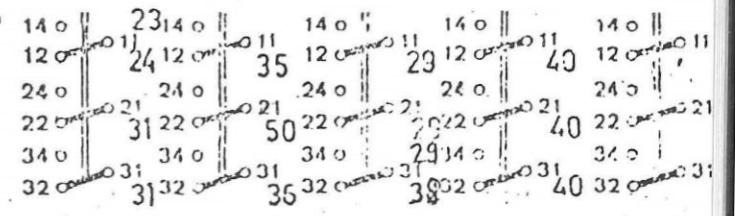
LOGICO

PROGRAMABLE

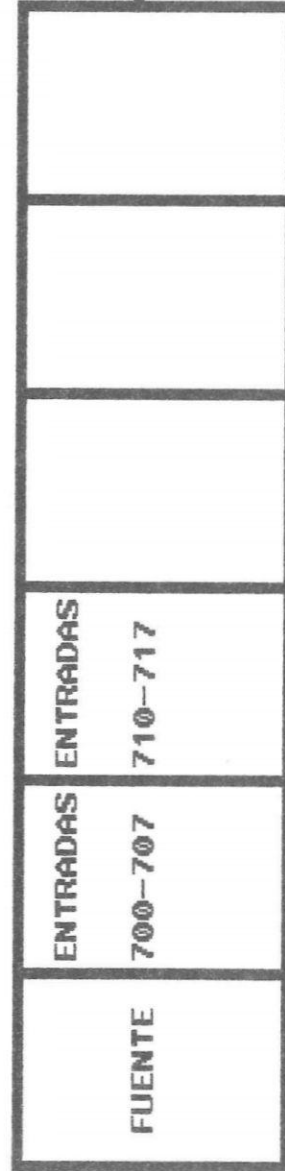
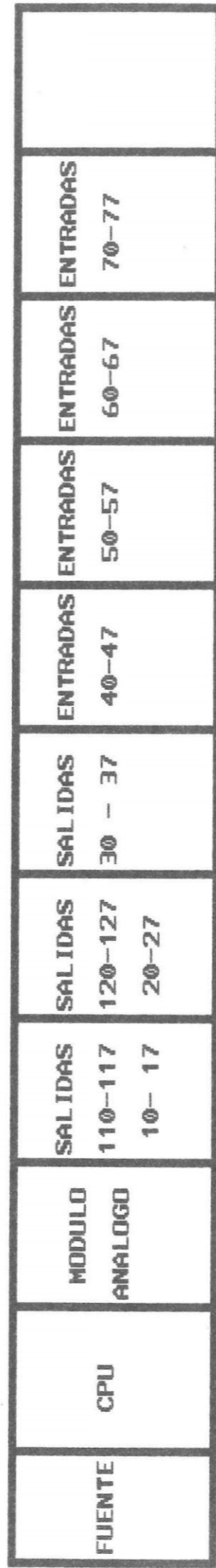
R11
S11
T11
MP11
E
20
22
27
R13
S13
T13



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

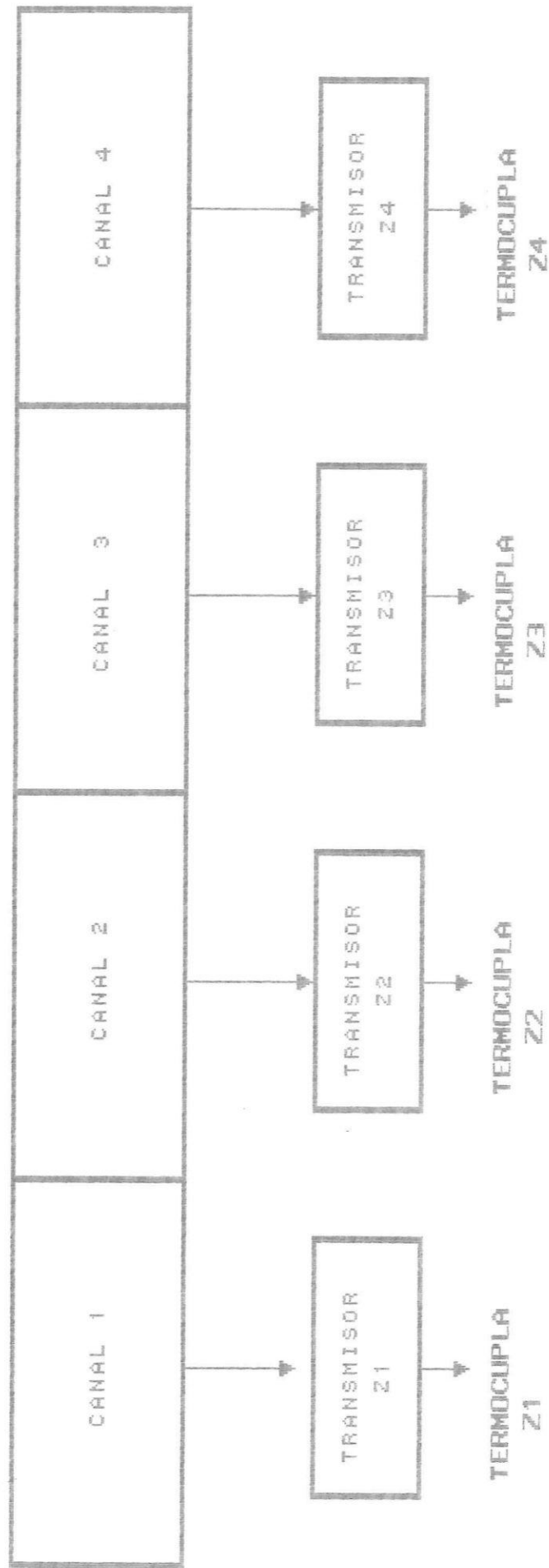


PRESENTACION DEL PLC



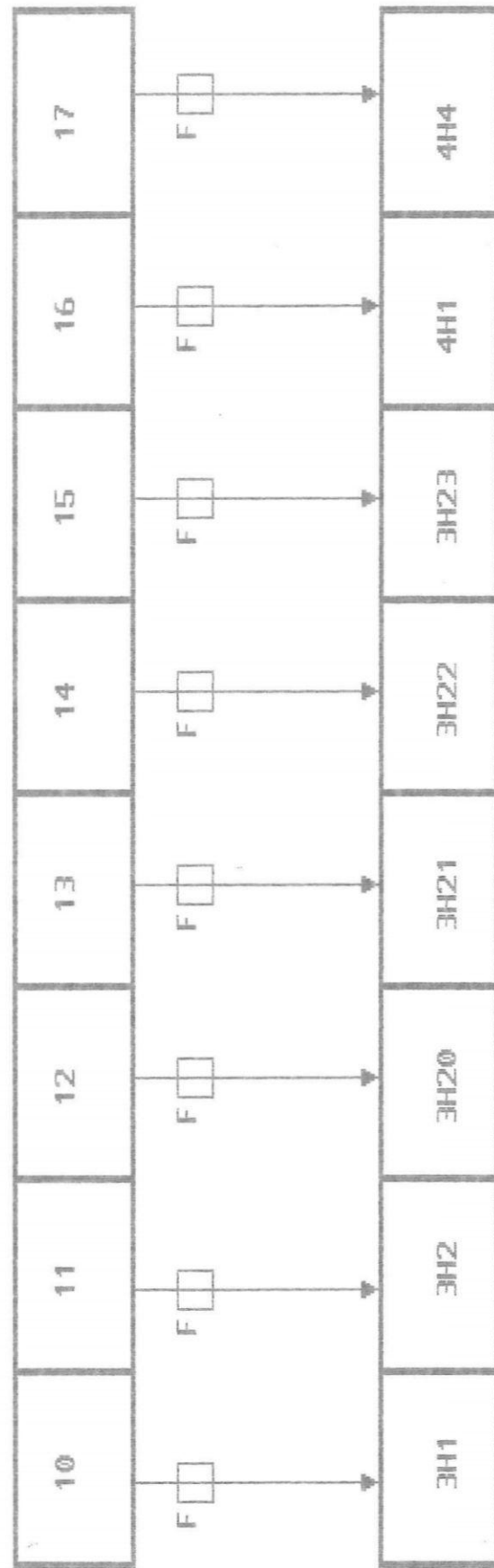
N 350 / 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

MODULO ANALOGICO PLC



N 350 / 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

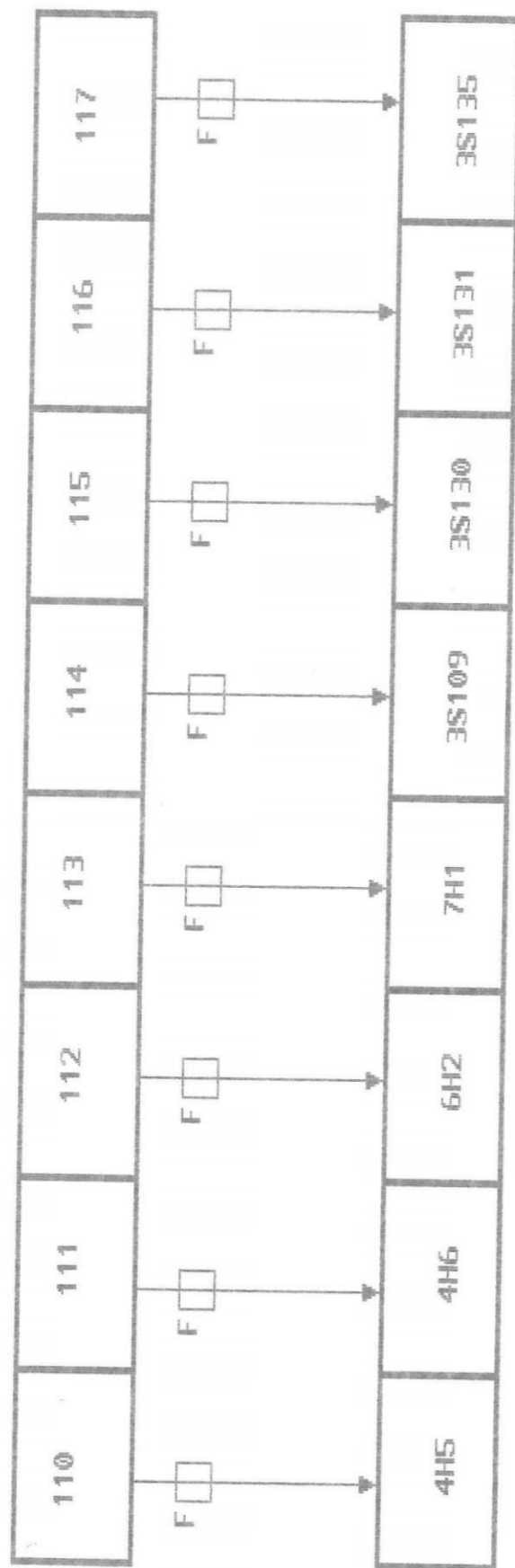
MODULO DIGITAL PLC



SALIDAS DE MAQUINA

N 350/ 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

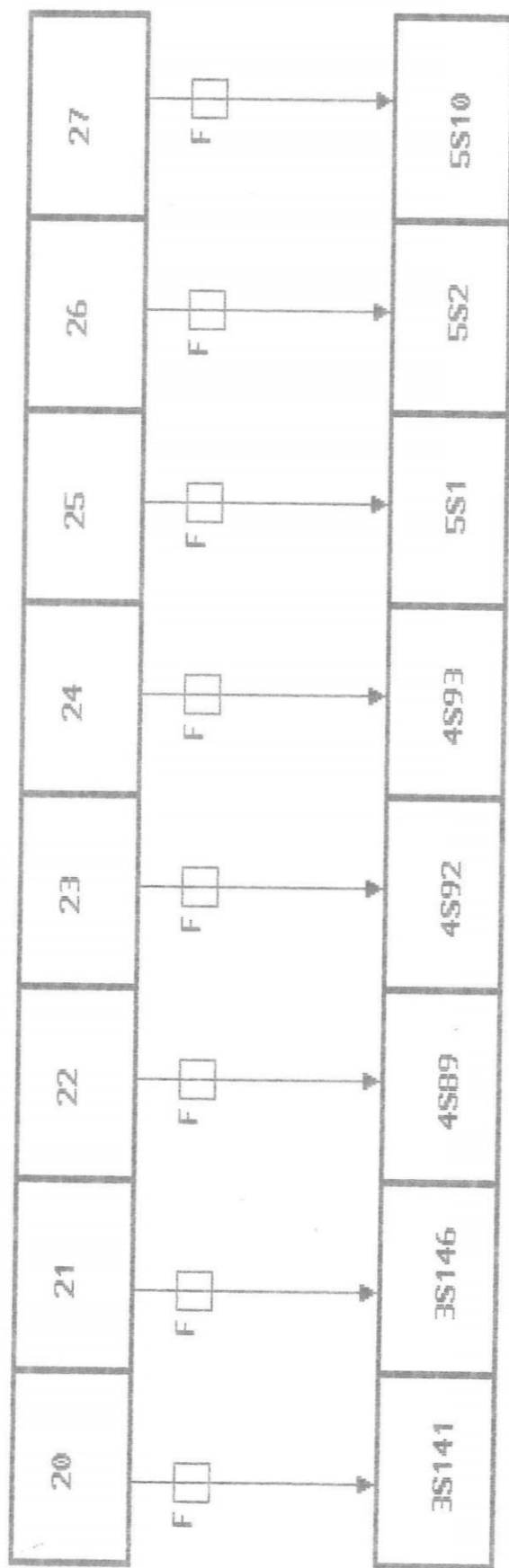
MODULO DIGITAL PLC



SALIDAS DE MAQUINA

N 350 / 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

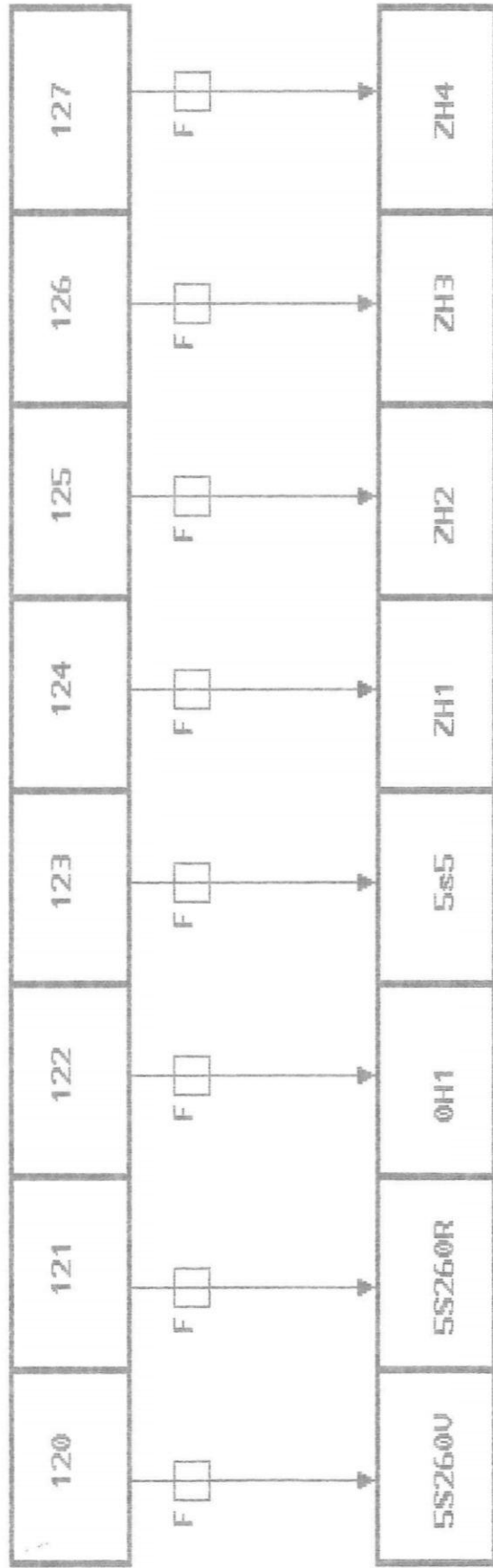
MODULO DIGITAL PLC



SALIDAS DE MAQUINA

N 350 / 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

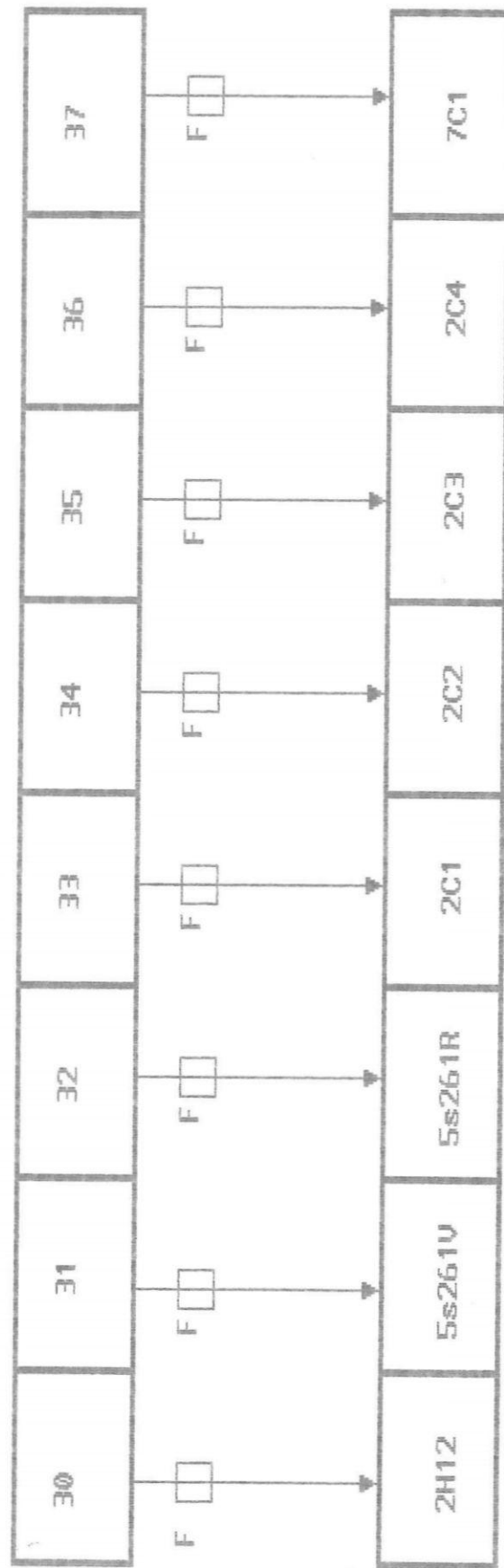
MODULO DIGITAL PLC



SALIDAS DE MAQUINA

N 350/ 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTICO PLC	

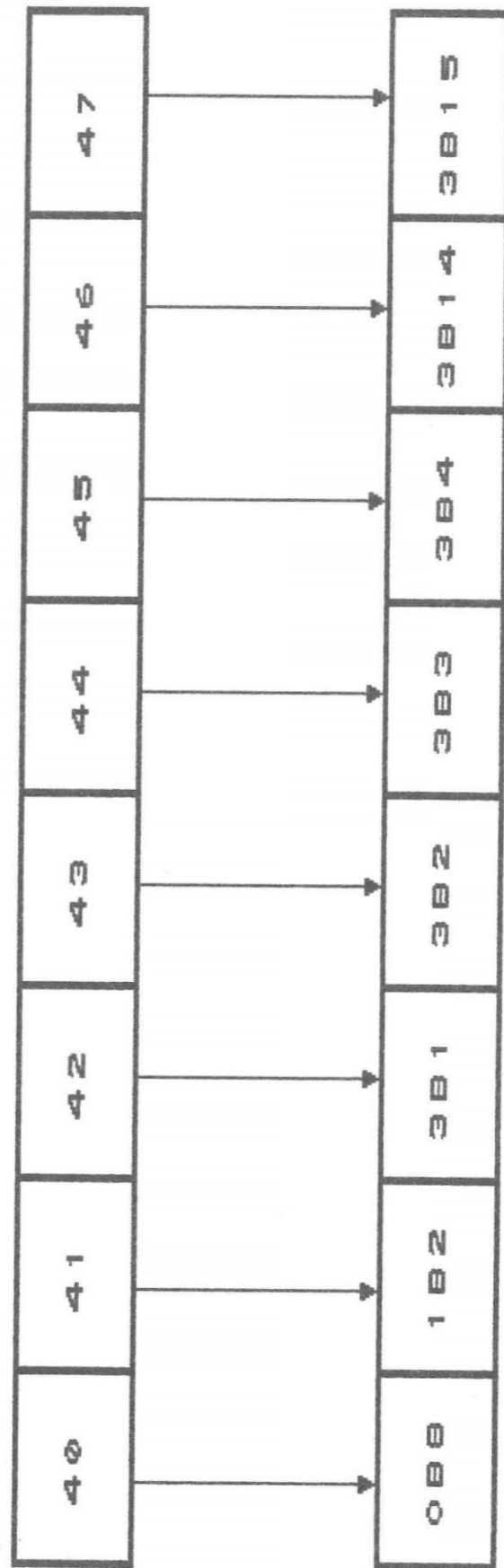
MODULO DIGITAL PLC



SALIDAS DE MAQUINA

N 350 / 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

MODULO DIGITAL PLC



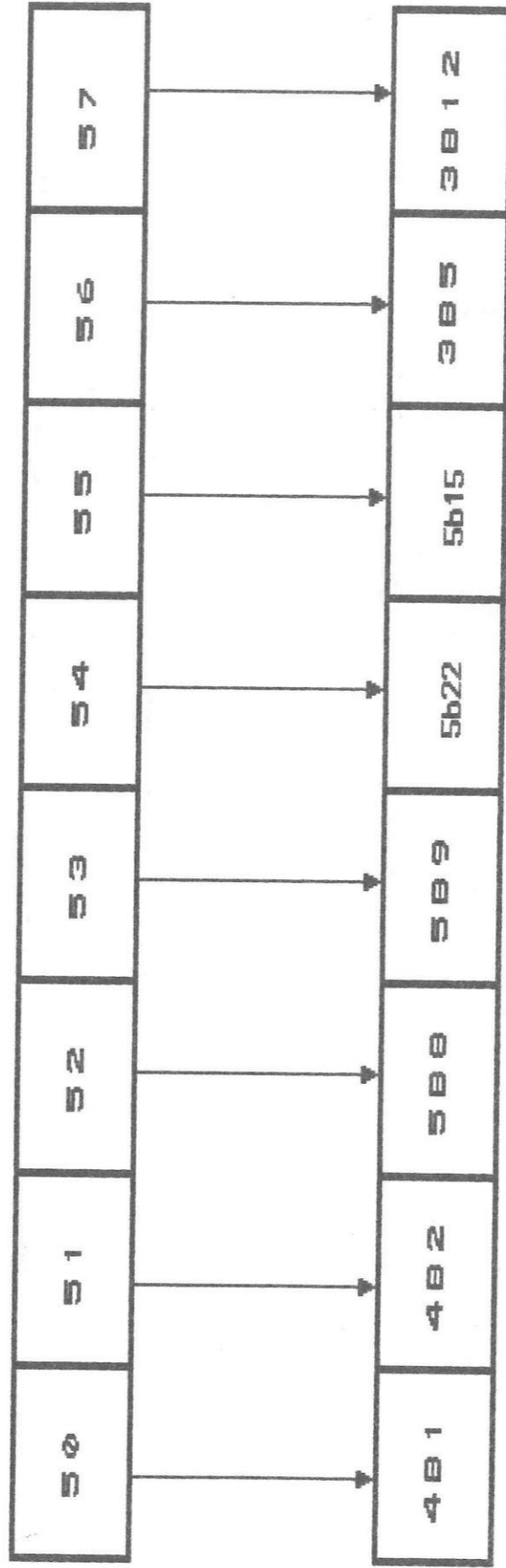
ENTRADAS DE MAQUINA

N 350/ 120

NETSTAL

ESQUEMA ELECTRICO PLC

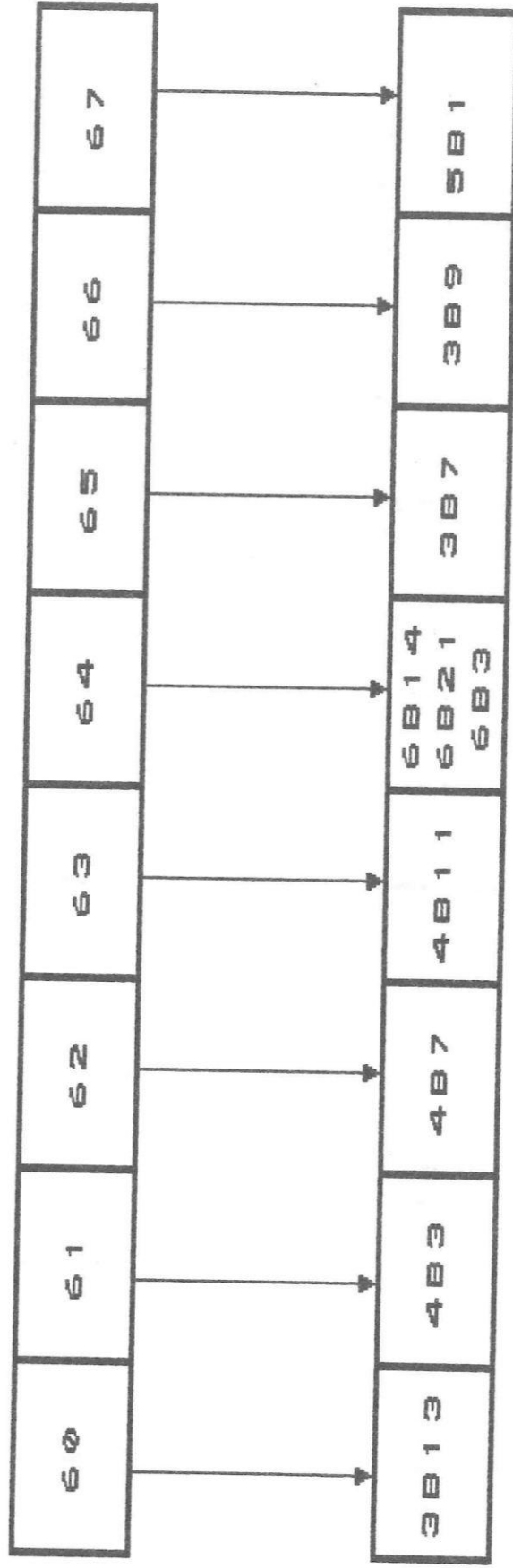
MODULO DIGITAL PLC



ENTRADAS DE MAQUINA

N 350/ 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

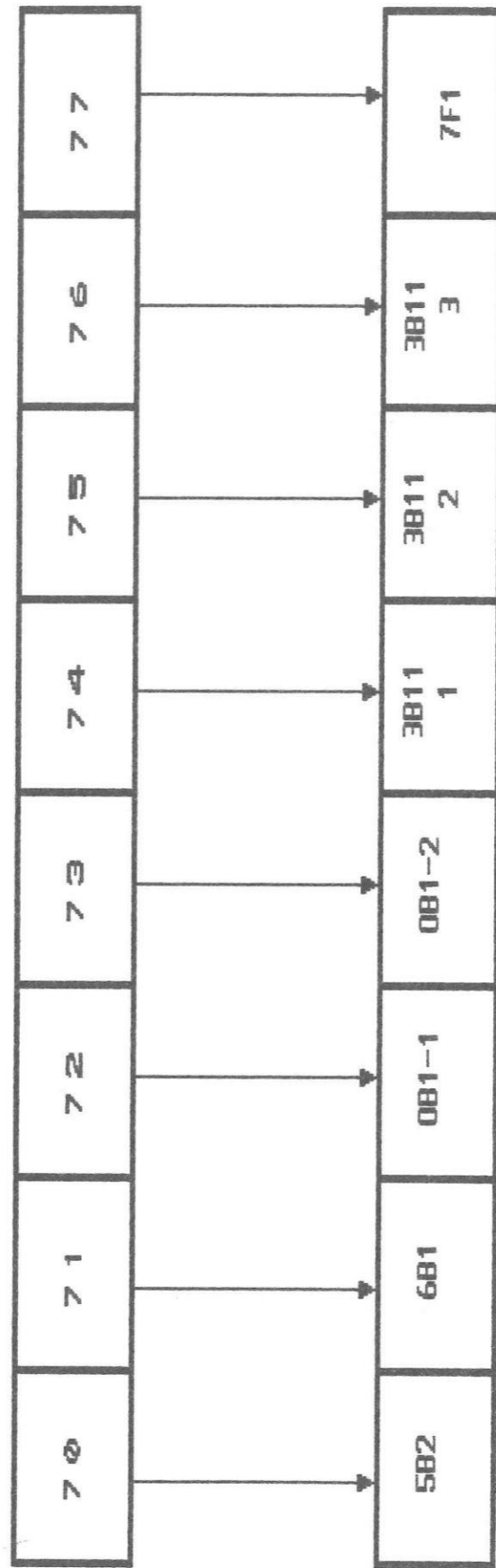
MODULO DIGITAL PLC



ENTRADAS DE MAQUINA

N 350/ 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

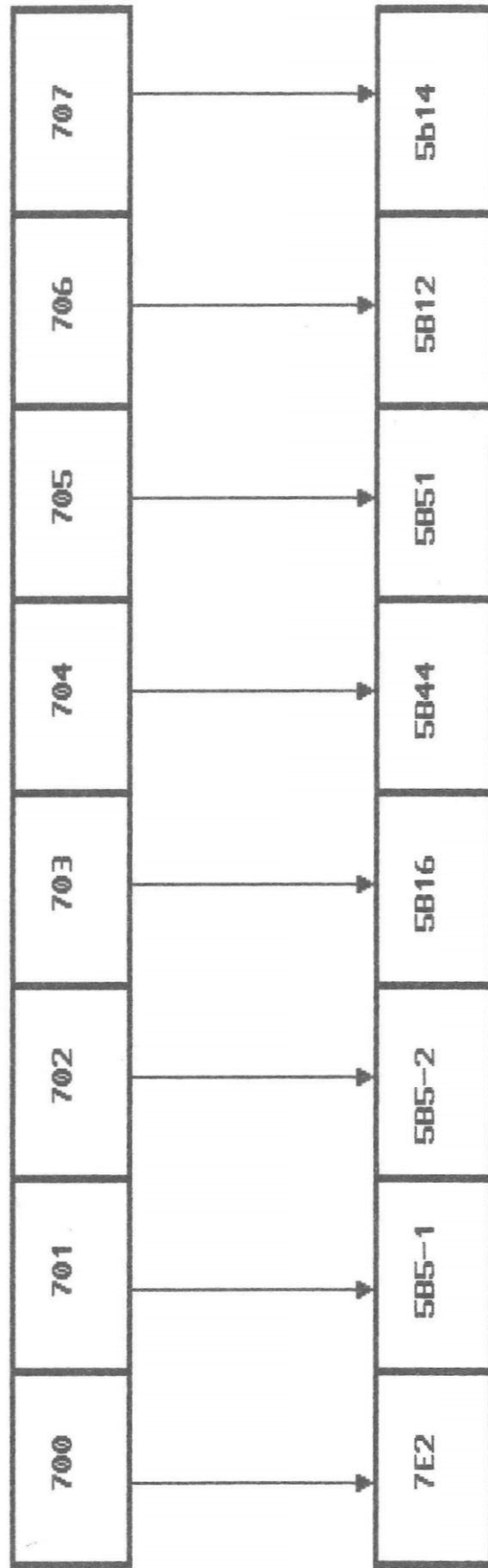
MODULO DIGITAL PLC



ENTRADAS DE MAQUINA

N 350 / 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

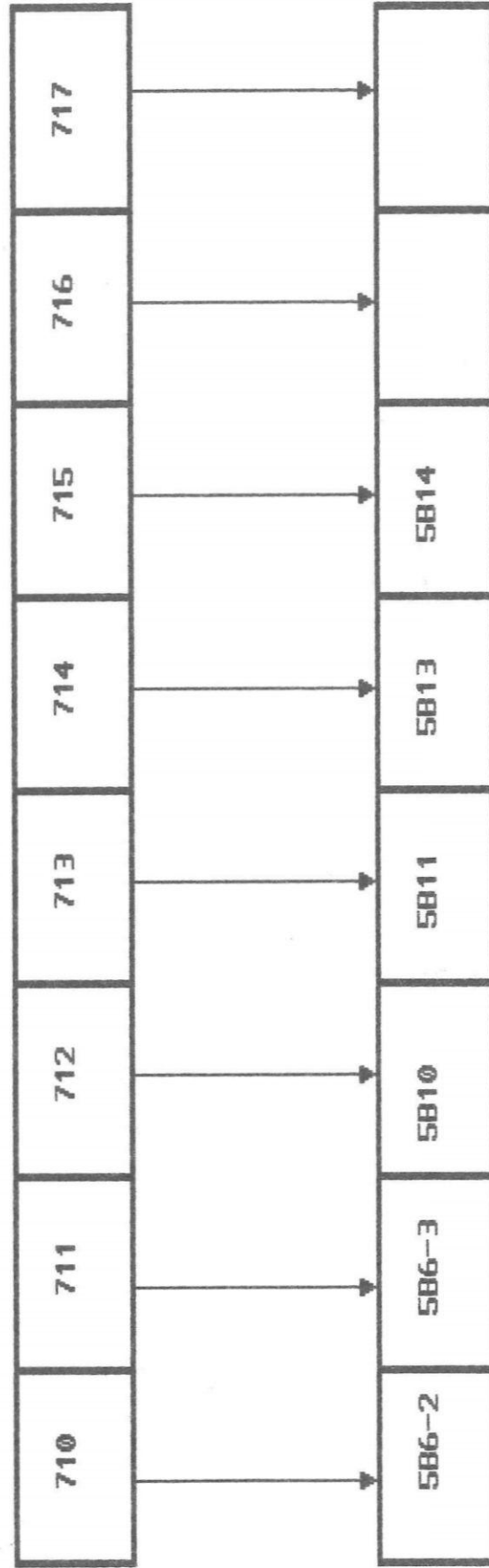
MODULO DIGITAL PLC



ENTRADAS DE MAQUINA

N 350/ 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

MODULO DIGITAL PLC



ENTRADAS DE MAQUINA

N 350/ 120	NETSTAL
ESQUEMA ELECTRICO PLC	

REPRESENTACION DE PROGRAMA

MODO

LISTA DE INSTRUCCIONES

CONTROLADOR

LOGICO

PROGRAMABLE

ADDR	INSTRUCTION
0	STR 0072
1	ANDN 0073
2	SET 0250
3	STR 0251
4	RST 0250
5	STR 0073
6	SET 0251
7	STR 0250
8	RST 0251
9	STR 0250
10	OR 0251
11	OUT 0247
12	STR 0247
13	AND 0040
14	OUT 0310
15	STR 0247
16	MCS
17	STR 0247
18	STRN 0310
19	OR 0162
20	ANDSTR
21	OUT 0253
22	STR 0253
23	STR 0044
24	ORN 0161
25	ANDSTR
26	STRN 0163
27	OR 0066
28	ANDSTR
29	OUT 0171
30	STR 0253
31	AND 0056
32	OUT 0161
33	STR 0253
34	AND 0066
35	OUT 0011
36	STR 0253
37	STRN 0163
38	OR 0161
39	ANDSTR
40	ANDN 0176
41	ANDN 0204
42	OUT 0012
43	STR 0253
44	STR 0171
45	OR 0176
46	ANDSTR
47	ANDN 0163
48	OUT 0176
49	OUT 0013
50	STR 0171
51	AND 0160
52	OUT 0114
53	STR 0247

ADDR	INSTRUCTION	
54	AND	0310
55	AND	0042
56	STR	0043
57	OR	0162
58	ANDSTR	
59	OUT	0162
60	OUT	0010
61	STR	0247
62	AND	0064
63	OUT	0254
64	STR	0254
65	STR	0233
66	OR	0256
67	OR	T0611
68	ANDSTR	
69	OUT	0255
70	STRN	0077
71	ANDN	0215
72	AND	0037
73	TMR	T0622 K0030
75	STR	T0622
76	OR	0256
77	AND	0064
78	OUT	0256
79	STR	0255
80	OUT	0233
81	STR	0255
82	ANDN	T0617
83	TMR	T0616 K0001
85	STR	T0616
86	TMR	T0617 K0001
88	STR	0255
89	ANDN	T0616
90	OUT	0257
91	STR	0314
92	OR	0315
93	OR	0316
94	OR	0317
95	AND	0710
96	OUT	0322
97	STR	0257
98	OR	0322
99	OUT	0112
100	STR	0257
101	AND	0037
102	OUT	0113
103	STR	0254
104	OUT	0235
105	STR	0247
106	ANDN	0310
107	OUT	0227
108	STR	0247
109	STR	0310
110	ORN	0310

ADDR	INSTRUCTION
111	ANDSTR
112	OUT 0223
113	STR 0247
114	AND 0310
115	ANDN 0227
116	STR 0247
117	ANDN 0310
118	ORSTR
119	OUT 0230
120	STR 0247
121	AND 0224
122	STR 0217
123	AND 0227
124	ORN 0227
125	ANDSTR
126	OUT 0224
127	STR 0254
128	STR 0212
129	ANDN 0310
130	ANDN 0206
131	OR T0604
132	OR 0216
133	OR 0233
134	ANDSTR
135	AND 0223
136	OUT 0217
137	OUT 0212
138	OUT 0211
139	STR 0254
140	AND 0050
141	OUT 0216
142	STR 0254
143	ANDN 0050
144	OUT 0260
145	STR 0260
146	STR 0051
147	ANDN 0234
148	STR 0063
149	AND T0606
150	ORSTR
151	ANDSTR
152	AND 0223
153	AND 0230
154	ANDN 0233
155	STR 0261
156	STRN 0310
157	OR 0207
158	ANDSTR
159	ORSTR
160	OUT 0205
161	OUT 0206
162	STR 0260
163	ANDN 0211
164	AND 0205

ADDR	INSTRUCTION	
165	OUT	0261
166	STR	0261
167	OUT	0214
168	STR	0261
169	ANDN	0207
170	AND	0071
171	TMR	T0611 K0010
173	STR	0235
174	AND	0214
175	OUT	0023
176	STR	0207
177	OUT	0022
178	STR	0235
179	STR	0211
180	OR	0213
181	ANDSTR	
182	OUT	0024
183	STR	0260
184	AND	0205
185	OUT	0262
186	STR	0262
187	OUT	0016
188	STR	0262
189	AND	0206
190	OUT	0263
191	STR	0263
192	ANDN	0213
193	OUT	0017
194	STR	0263
195	AND	0213
196	OUT	0110
197	STR	0260
198	AND	0211
199	ANDN	0216
200	STR	0247
201	AND	0216
202	ORSTR	
203	OUT	0111
204	STR	0247
205	AND	0205
206	STR	0207
207	OR	0061
208	ANDSTR	
209	OUT	0264
210	STR	0264
211	OUT	0213
212	OUT	0207
213	STR	0264
214	STR	0210
215	OR	0062
216	ANDSTR	
217	OUT	0210
218	OUT	0215
219	STR	0247

ADDR	INSTRUCTION
220	ANDN 0170
221	STR 0075
222	AND 0203
223	STR 0235
224	AND 0167
225	OR 0234
226	ANDSTR
227	OR 0210
228	ANDSTR
229	OUT 0203
230	STR 0260
231	ANDN 0177
232	ANDN 0310
233	OUT 0265
234	STR 0247
235	AND 0046
236	STR 0265
237	ANDN T0605
238	AND 0203
239	ORSTR
240	OUT 0266
241	STR 0266
242	OUT 0167
243	STR 0265
244	AND 0172
245	AND 0076
246	STR 0201
247	OR 0171
248	ANDSTR
249	OUT 0201
250	STR 0265
251	AND 0172
252	STR 0076
253	ANDN 0171
254	AND 0201
255	OR 0074
256	ANDSTR
257	TMR T0605 K0001
259	STR 0265
260	AND 0060
261	STR 0074
262	OR 0076
263	ANDSTR
264	STR 0173
265	OR 0174
266	ANDSTR
267	OUT 0173
268	STR 0247
269	AND 0047
270	OUT 0177
271	STR 0260
272	STR 0170
273	STR 0172
274	ORN 0051

ADDR	INSTRUCTION	
275	ANDSTR	
276	OR	0177
277	ANDSTR	
278	OUT	0170
279	STR	0167
280	OUT	0115
281	STR	0177
282	STRN	0167
283	AND	0173
284	DRSTR	
285	OUT	0116
286	STR	0260
287	ANDN	0310
288	AND	0215
289	OUT	0240
290	STR	0705
291	ANDN	0060
292	OUT	0307
293	STR	0705
294	ANDN	0307
295	TMR	T0600 K0003
297	STR	T0600
298	TMR	T0652 K0003
300	STR	0240
301	AND	0057
302	STRN	T0600
303	OR	T0652
304	ANDSTR	
305	OUT	0267
306	STR	0267
307	STR	0247
308	AND	0162
309	DRSTR	
310	STRN	0162
311	AND	0174
312	OR	0166
313	OR	0161
314	ANDSTR	
315	STR	0310
316	ORN	0224
317	ANDSTR	
318	OUT	0270
319	STR	0270
320	OUT	0174
321	STR	T0602
322	AND	0270
323	OUT	0202
324	STRN	0202
325	AND	0270
326	OUT	0204
327	OUT	0166
328	STR	0270
329	AND	0065
330	TMR	T0601 K0012

ADDR	INSTRUCTION	
332	STR	0270
333	STR	0065
334	AND	0045
335	OR	T0601
336	OR	0165
337	ANDSTR	
338	THR	T0602 K0006
340	OUT	0165
341	OUT	0200
342	STR	0247
343	AND	0204
344	ANDN	0200
345	OUT	0014
346	STR	0204
347	AND	0200
348	OUT	0015
349	STR	0176
350	STRN	0200
351	AND	0166
352	ORSTR	
353	OUT	0020
354	STR	0166
355	OUT	0021
356	STR	0240
357	STR	0177
358	OR	0172
359	OR	T0603
360	ANDSTR	
361	OUT	0271
362	STR	0271
363	THR	T0604 K0040
365	OUT	0172
366	OUT	0175
367	OUT	0122
368	STR	0271
369	STR	C0614
370	CTR	C0614 K9999
372	STR	0270
373	ANDN	T0603
374	OUT	0163
375	STR	0270
376	AND	0202
377	OUT	0272
378	STR	0272
379	THR	T0603 K0001
381	OUT	0164
382	STR	0163
383	ANDN	0164
384	OUT	0117
385	STR	0247
386	ANDN	0310
387	AND	0251
388	ANDN	0170
389	ANDN	0216

ADDR	INSTRUCTION
390	STR 0223
391	AND T0604
392	OR 0234
393	ANDSTR
394	OUT 0273
395	STR 0273
396	STR 0236
397	ANDN T0606
398	OR 0212
399	ANDSTR
400	OUT 0236
401	OUT 0234
402	STR 0273
403	TMR T0606 K0005
405	STR 0254
406	ANDN 0310
407	AND 0212
408	AND 0232
409	STR 0701
410	OR 0702
411	ANDSTR
412	OUT 0274
413	STR 0274
414	AND 0702
415	STR T0607
416	OR 0222
417	ANDSTR
418	OUT 0222
419	STR 0274
420	STR 0220
421	OR 0706
422	ANDSTR
423	STR 0276
424	AND 0310
425	AND 0052
426	ORSTR
427	OUT 0275
428	STR 0275
429	ANDN 0310
430	TMR T0607 K0010
432	STR 0275
433	ANDN T0607
434	OUT 0220
435	STR 0254
436	STR 0701
437	OR 0702
438	ANDSTR
439	ANDN 0310
440	STR 0247
441	STR 0701
442	OR 0702
443	ANDSTR
444	AND 0310
445	ORSTR

ADDR	INSTRUCTION	
446	OUT	0276
447	STR	0276
448	AND	0053
449	OUT	0232
450	STR	0276
451	STRN	0053
452	OR	0214
453	ANDSTR	
454	STR	0254
455	ANDN	0310
456	AND	0220
457	STR	0701
458	OR	0702
459	ANDSTR	
460	ORSTR	
461	OUT	0221
462	STR	0247
463	AND	0704
464	OUT	0231
465	STRN	0221
466	AND	0220
467	OUT	0277
468	STR	0277
469	AND	0705
470	OUT	0027
471	STR	0277
472	AND	0231
473	OUT	0120
474	STR	0221
475	AND	0231
476	OUT	0121
477	STR	0260
478	AND	0211
479	AND	0067
480	STR	0703
481	OR	0225
482	ANDSTR	
483	OUT	0300
484	STR	0300
485	TMR	T0613 K0010
487	STR	0300
488	ANDN	T0613
489	OUT	0225
490	STR	0225
491	OUT	0025
492	STR	0247
493	AND	0070
494	STR	0226
495	OR	0175
496	ANDSTR	
497	OUT	0226
498	STR	0226
499	ANDN	0206
500	OUT	0026

ADDR	INSTRUCTION
501	STR 0247
502	STR 0041
503	OR 0037
504	OR T0621
505	ANDSTR
506	OUT 0301
507	STR 0301
508	STR 0077
509	OR 0237
510	ANDSTR
511	OUT 0237
512	STR 0301
513	ANDN 0237
514	AND 0700
515	OUT 0037
516	STR 0237
517	SET 0306
518	STR T0651
519	RST 0306
520	STR 0247
521	AND 0306
522	ANDN T0651
523	TMR T0620 K0900
525	STR T0620
526	TMR T0621 K0900
528	STR T0621
529	TMR T0651 K0002
531	MCR
532	STR 0710
533	OUT 0107
534	TMR T0630 K0002
536	STRN T0630
537	DSTR K0108
539	DDUT R0400
541	DSTR K0102
543	DDUT R0402
545	DSTR K0115
547	DDUT R0404
549	DSTR K0108
551	STRN T0630
552	DDUT R0406
554	DSTR K0121
556	DDUT R0410
558	DSTR K0115
560	DDUT R0412
562	DSTR K0128
564	DDUT R0414
566	STRN T0630
567	DSTR K0121
569	DDUT R0416
571	STR 0100
572	DSTR1 R0000
574	BCD
575	CMF R0400

ADDR	INSTRUCTION
577	STR 0100
578	AND 0772
579	OR 0314
580	ORN 0710
581	RST 0033
582	STR 0100
583	CMP R0402
585	STR 0100
586	AND 0774
587	AND 0710
588	AND 0314
589	SET 0033
590	STR 0100
591	AND 0033
592	AND T0640
593	OR 0314
594	AND 0710
595	OUT 0314
596	STR 0101
597	DSTR1 R0000
599	BCD
600	CMP R0404
602	STR 0101
603	AND 0772
604	OR 0315
605	ORN 0710
606	RST 0034
607	STR 0101
608	CMP R0406
610	STR 0101
611	AND 0774
612	AND 0710
613	ANDN 0315
614	SET 0034
615	STR 0101
616	AND 0034
617	AND T0641
618	OR 0315
619	AND 0710
620	OUT 0315
621	STR 0102
622	DSTR1 R0000
624	BCD
625	CMP R0410
627	STR 0102
628	AND 0772
629	OR 0316
630	ORN 0710
631	RST 0035
632	STR 0102
633	CMP R0412
635	STR 0102
636	AND 0774
637	AND 0710

ADDR	INSTRUCTION	
638	ANDN	0316
639	SET	0035
640	STR	0102
641	AND	0035
642	AND	T0635
643	OR	0316
644	AND	0710
645	OUT	0316
646	STR	0103
647	DSTR1	R0000
649	BCD	
650	CMP	R0414
652	STR	0103
653	AND	0772
654	OR	0317
655	OR	0710
656	RST	0036
657	STR	0103
658	CMP	R0416
660	STR	0103
661	AND	0774
662	AND	0710
663	ANDN	0317
664	SET	0036
665	STR	0103
666	AND	0036
667	AND	T0654
668	OR	0317
669	AND	0710
670	OUT	0317
671	STR	0033
672	ANDN	0034
673	ANDN	0035
674	ANDN	0036
675	AND	T0650
676	OR	0160
677	OR	0044
678	AND	0710
679	OUT	0160
680	STR	0710
681	THR	T0650 K0020
683	STR	0160
684	THR	T0647 K0120
686	STR	0160
687	ANDN	T0647
688	OUT	0030
689	STR	0314
690	AND	T0642
691	OUT	0124
692	STR	0315
693	AND	T0642
694	OUT	0125
695	STR	0316
696	AND	T0642

ADDR	INSTRUCTION
697	OUT 0126
698	STR 0317
699	AND T0642
700	OUT 0127
701	STR 0710
702	ANDN T0640
703	AND 0033
704	TMR T0640 K0900
706	STR 0710
707	ANDN T0641
708	AND 0034
709	TMR T0641 K0900
711	STR 0710
712	ANDN T0653
713	AND 0035
714	TMR T0653 K0900
716	STR 0710
717	AND T0654
718	AND 0036
719	TMR T0654 K0009
721	STR 0710
722	ANDN T0643
723	TMR T0642 K0001
725	STR T0642
726	TMR T0643 K0001

REPRESENTACION DE PROGRAMA

MOD0

PLANO DE CONTACTOS
(escalera)

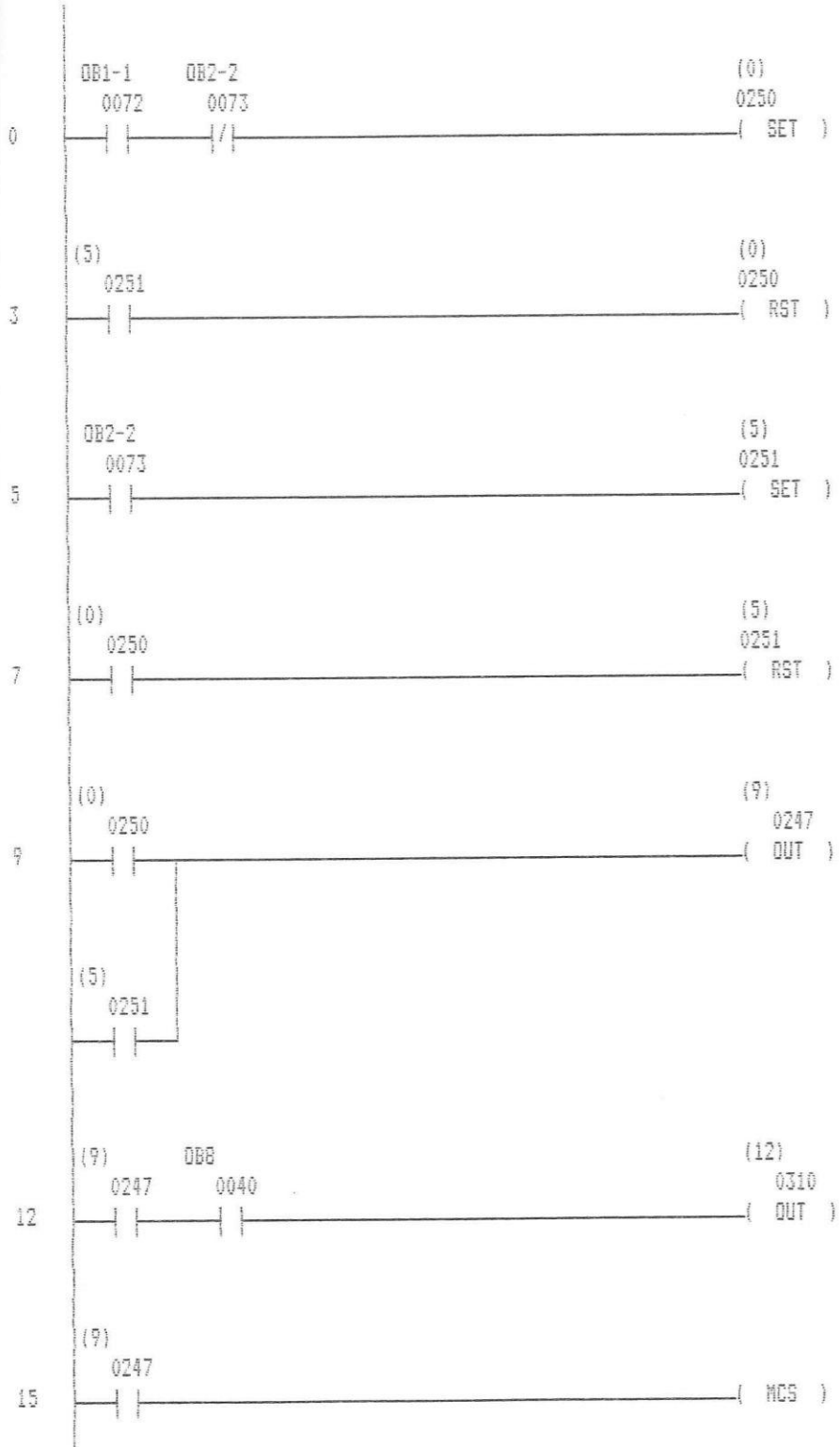
CONTROLADOR

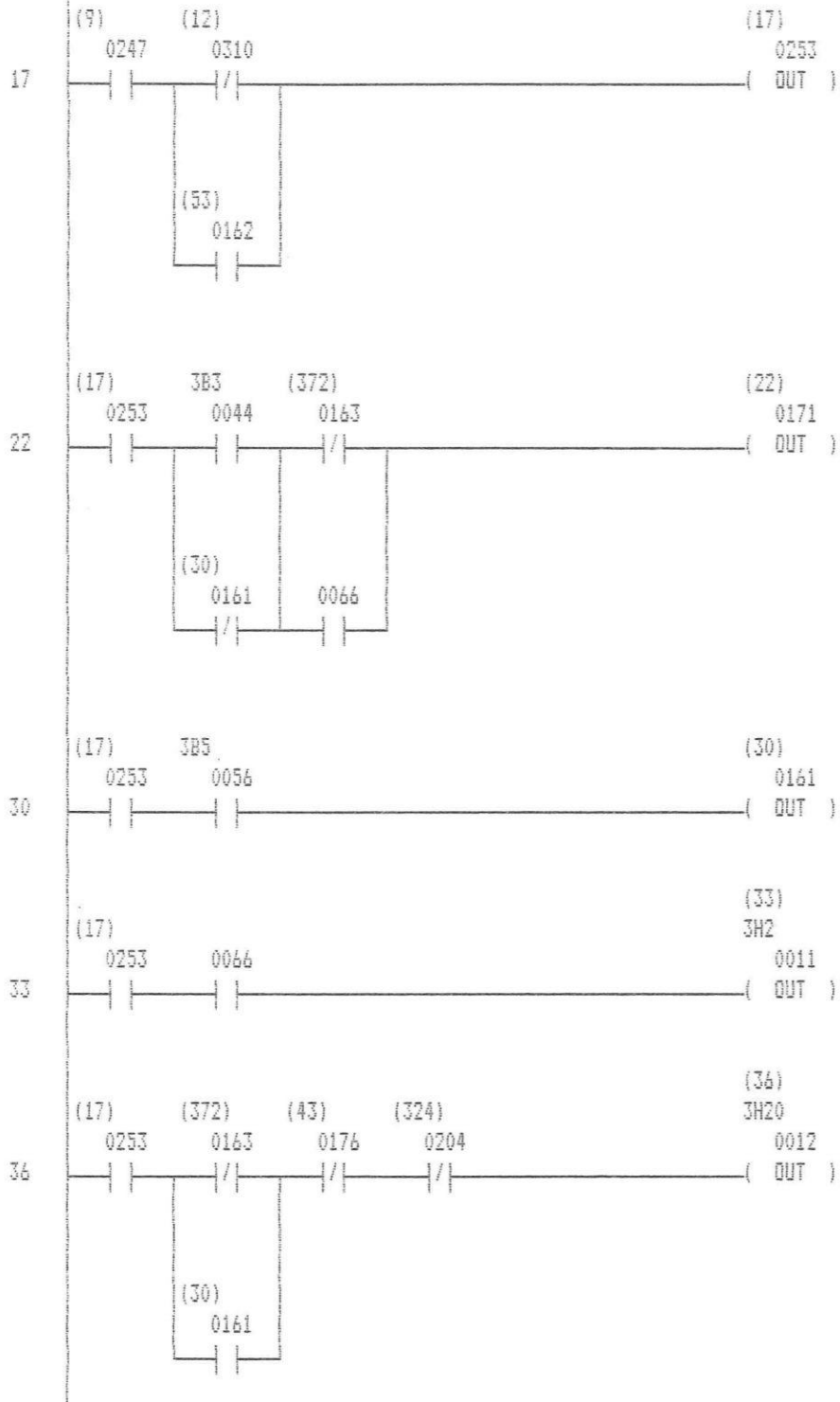
LOGICO

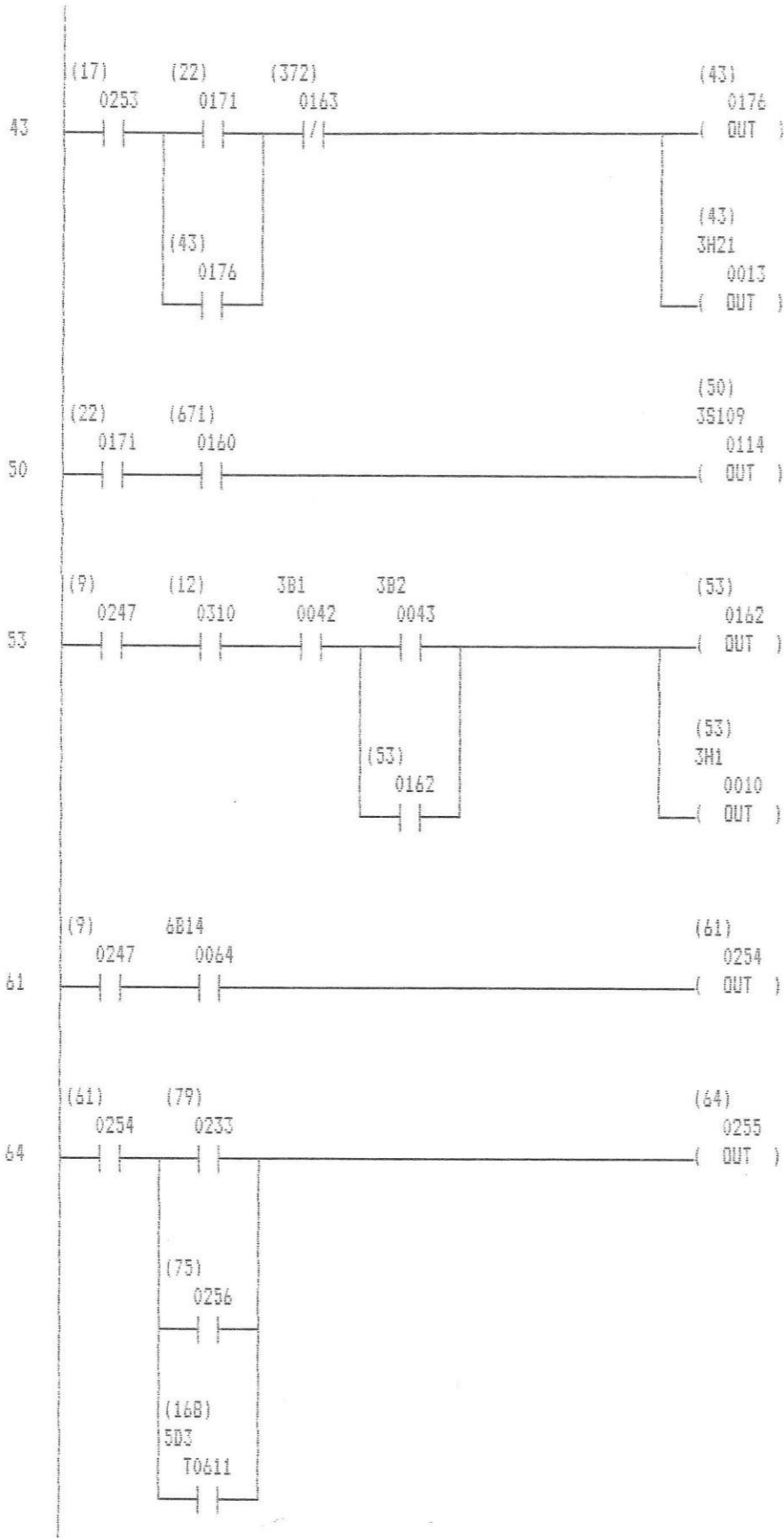
PROGRAMABLE

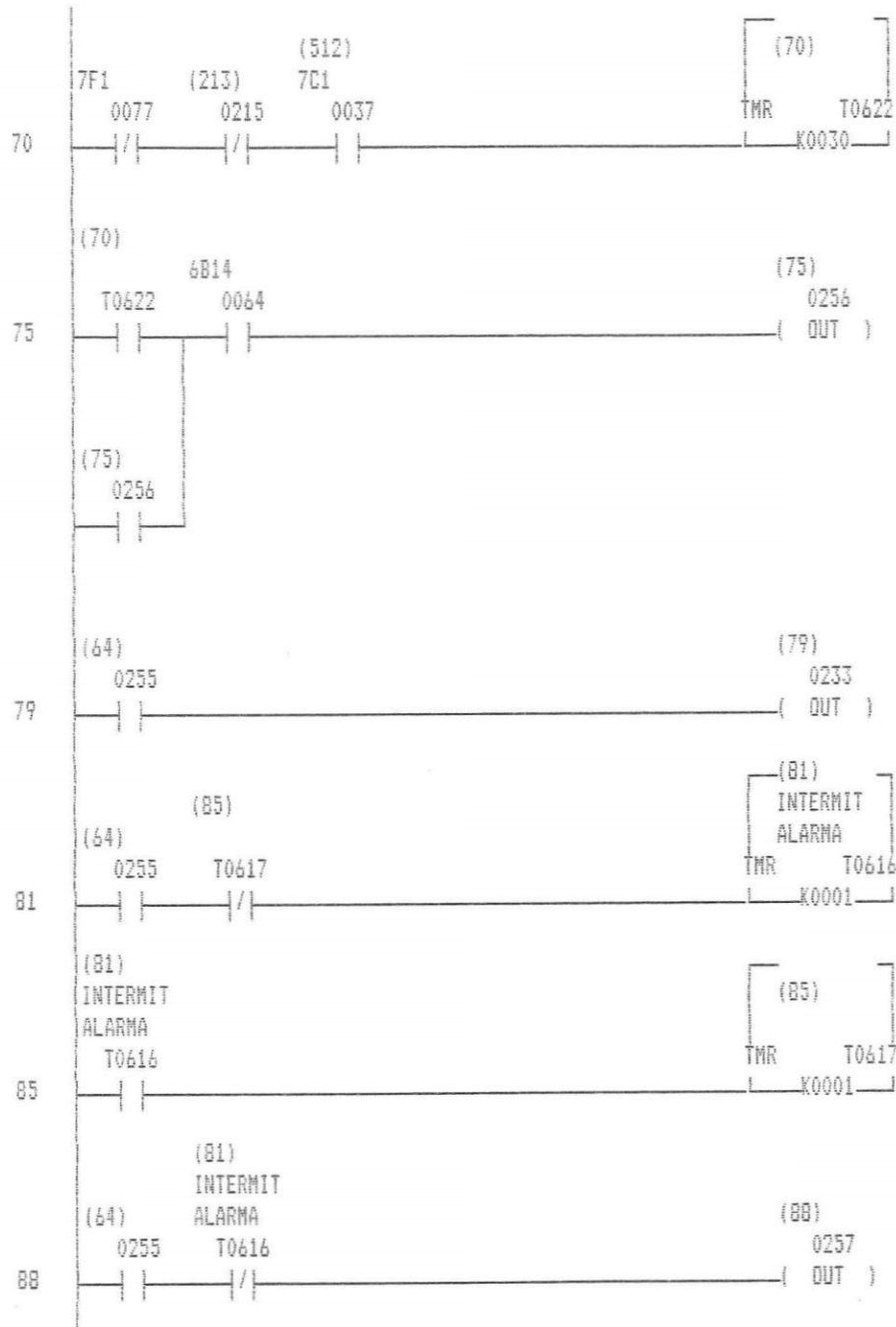
MEMORY CONFIGURATION

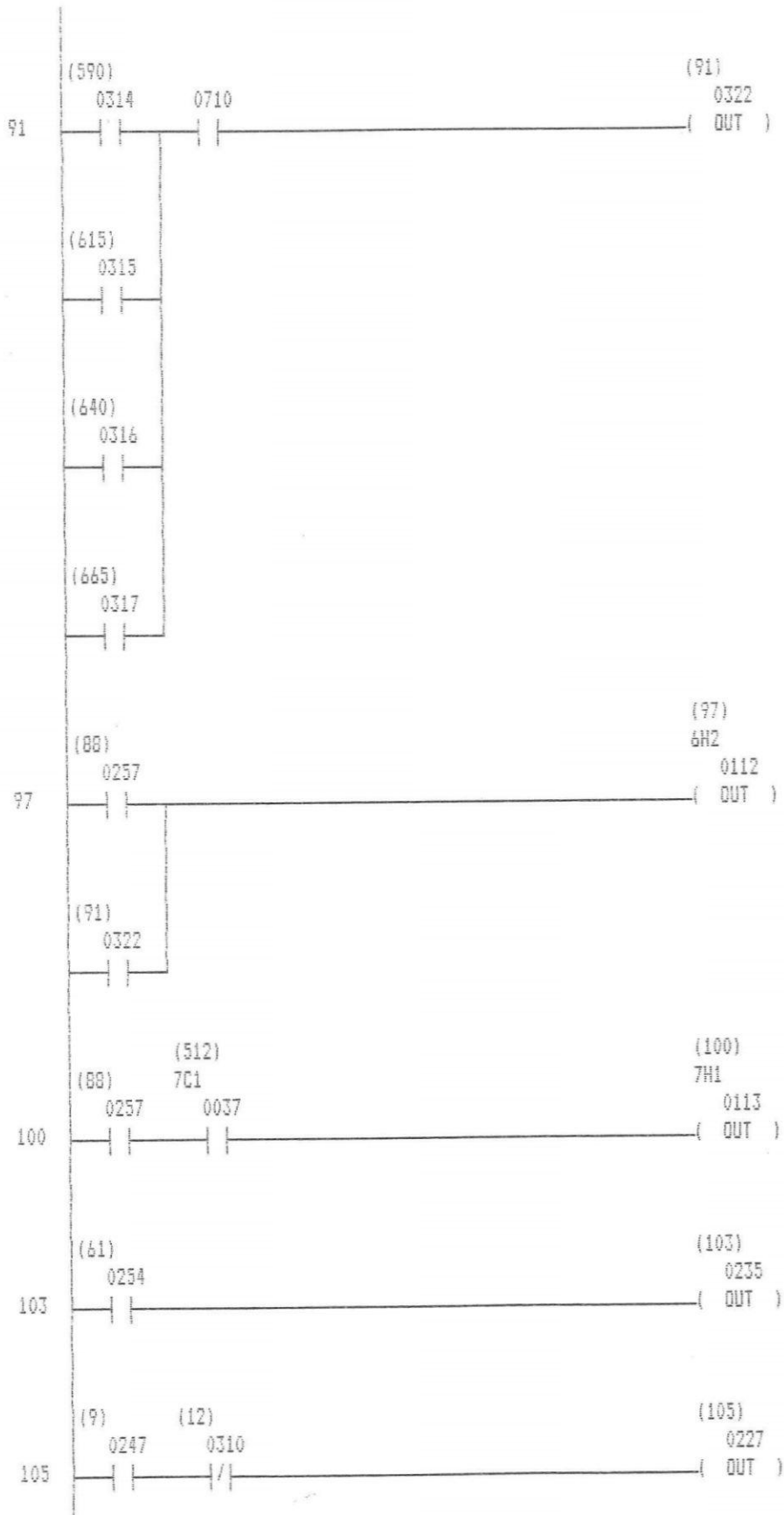
MEMORY TYPE	ADDRESSABLE RANGE
LADDER	0000 - 3700 DECIMAL
REGISTER	400 - 577 OCTAL
INPUT/OUTPUT	000 - 157
	700 - 767
INTERNAL RELAY	160 - 377
	770 - 777
SHIFT REGISTER	400 - 577
TIMER/COUNTER	600 - 673
EXTERNAL THR/CTR	674 - 677
HIGH SPEED COUNTER ..	100 - 107
PLC TYPE	330

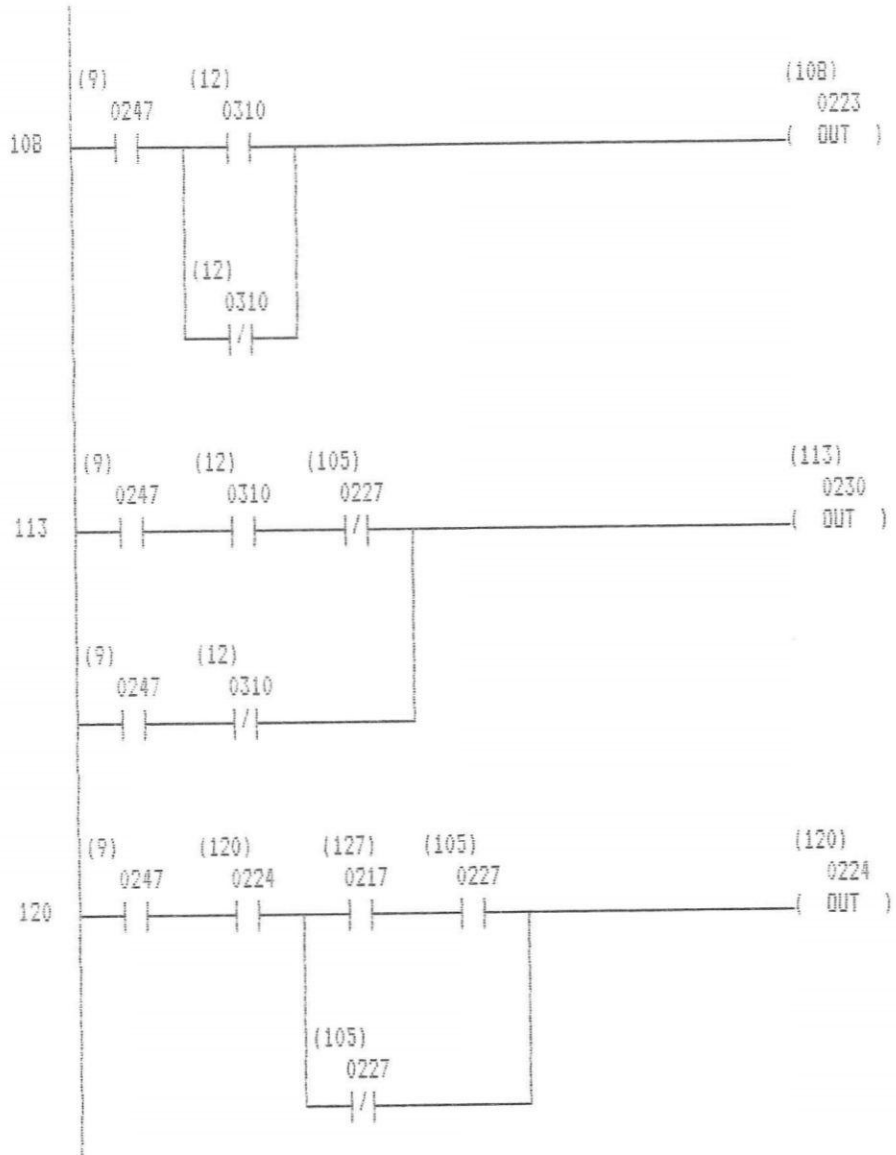


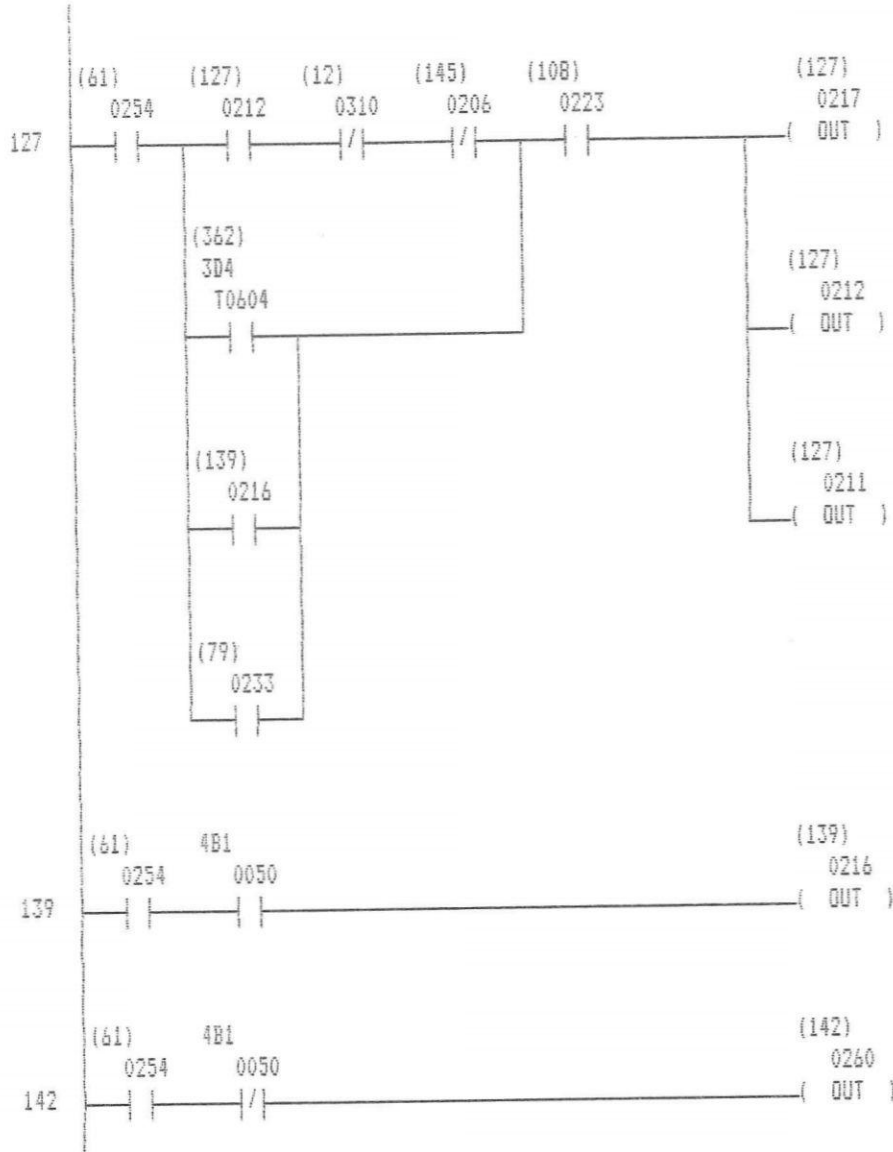


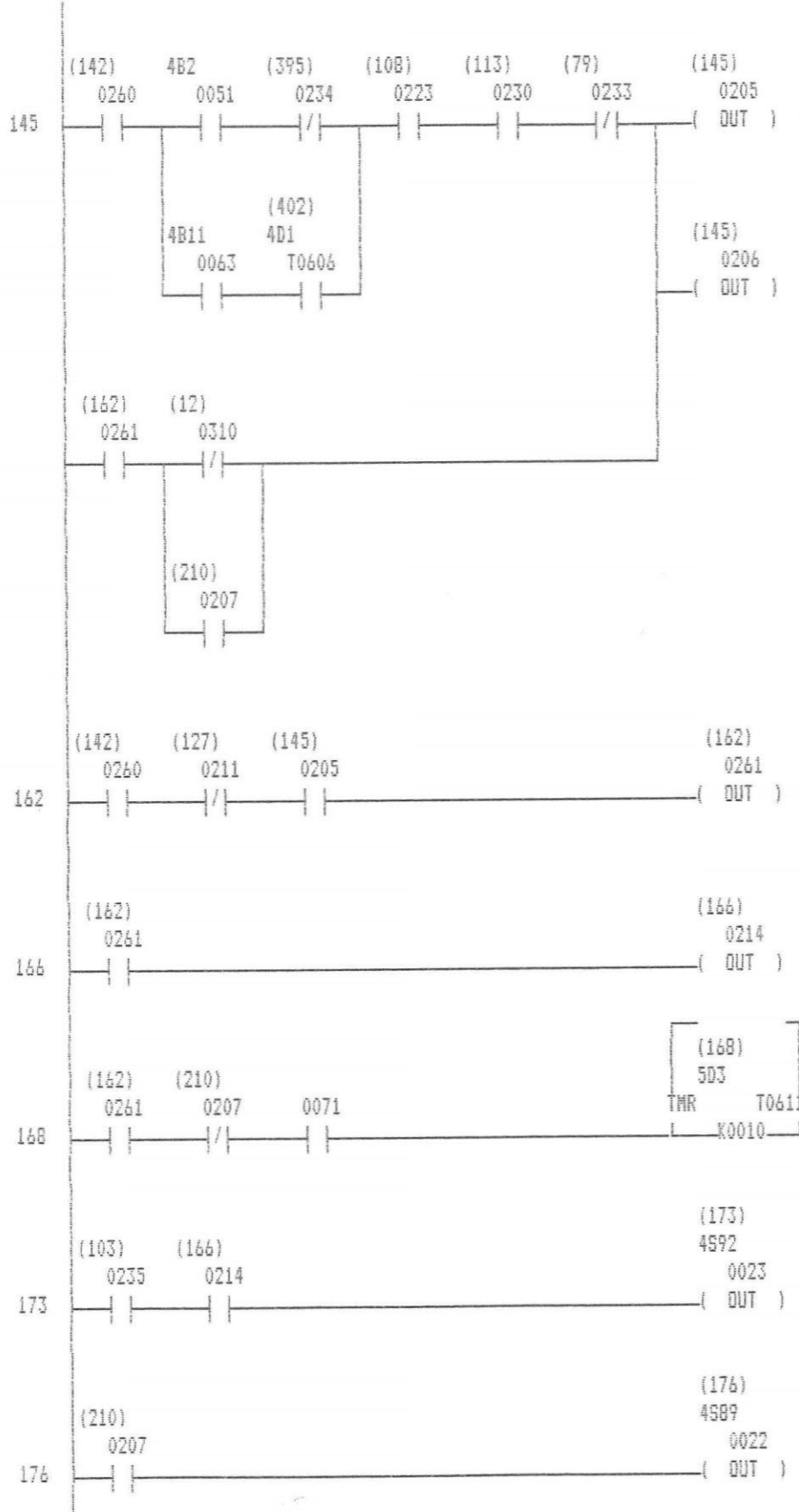


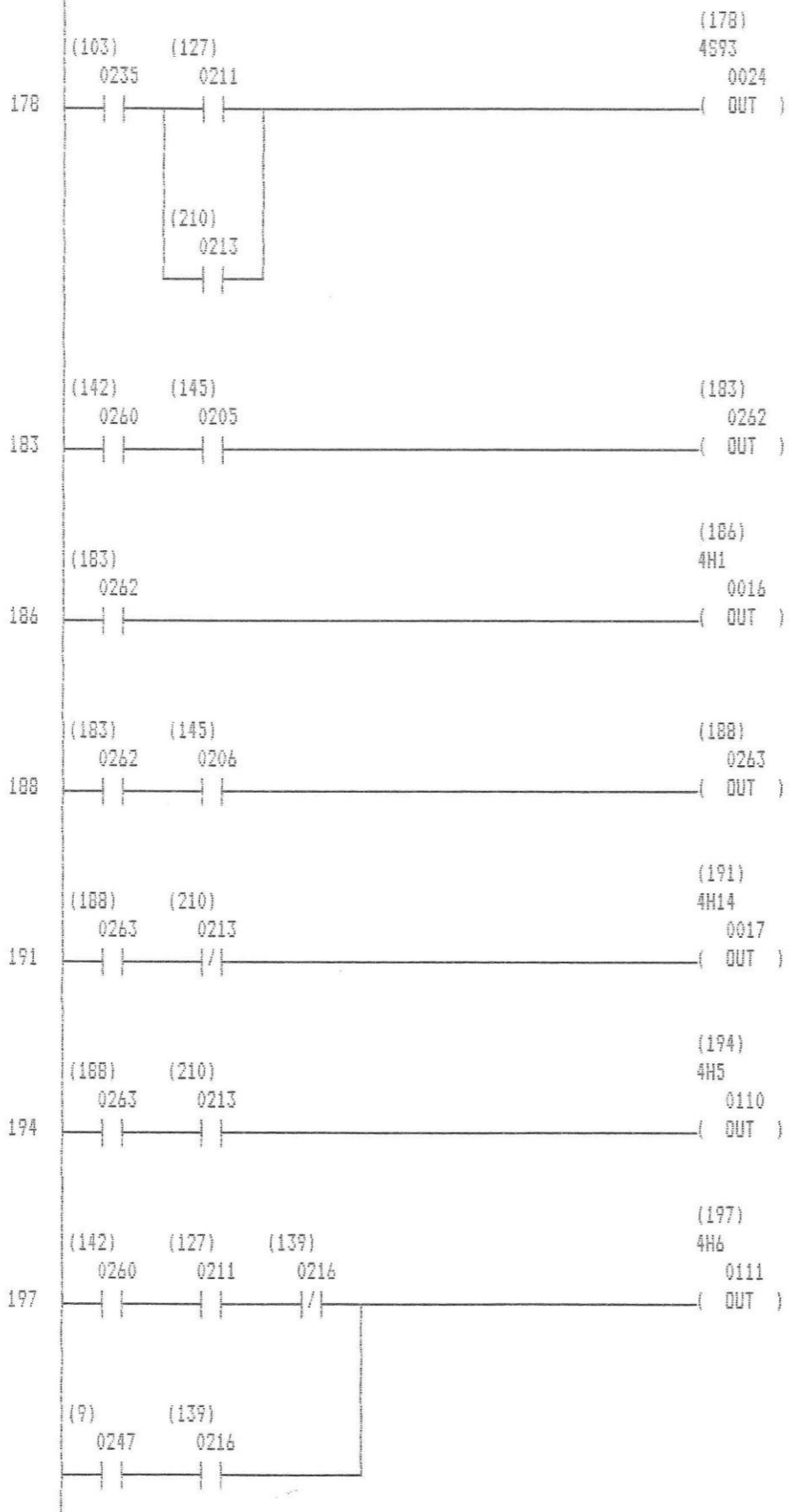


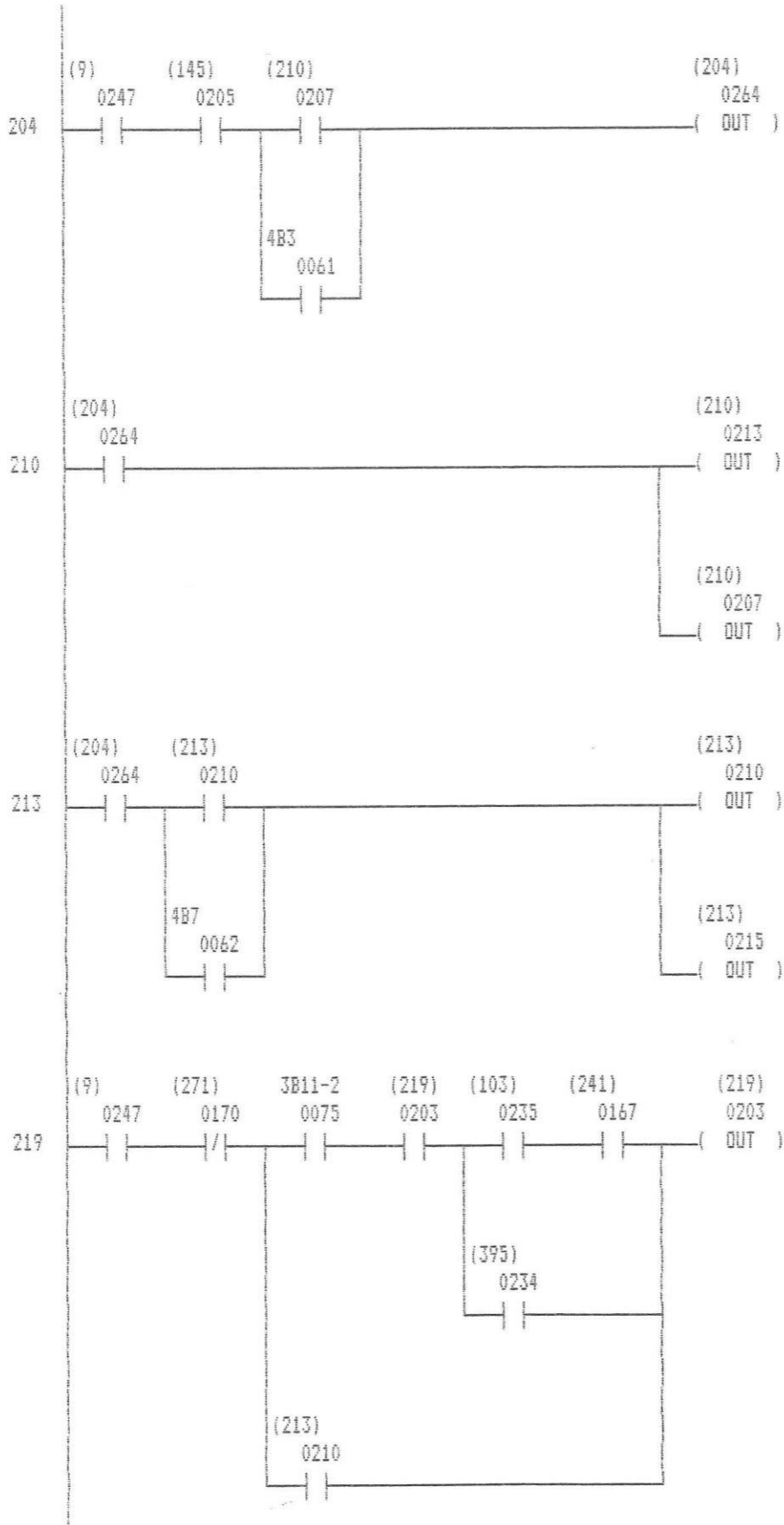


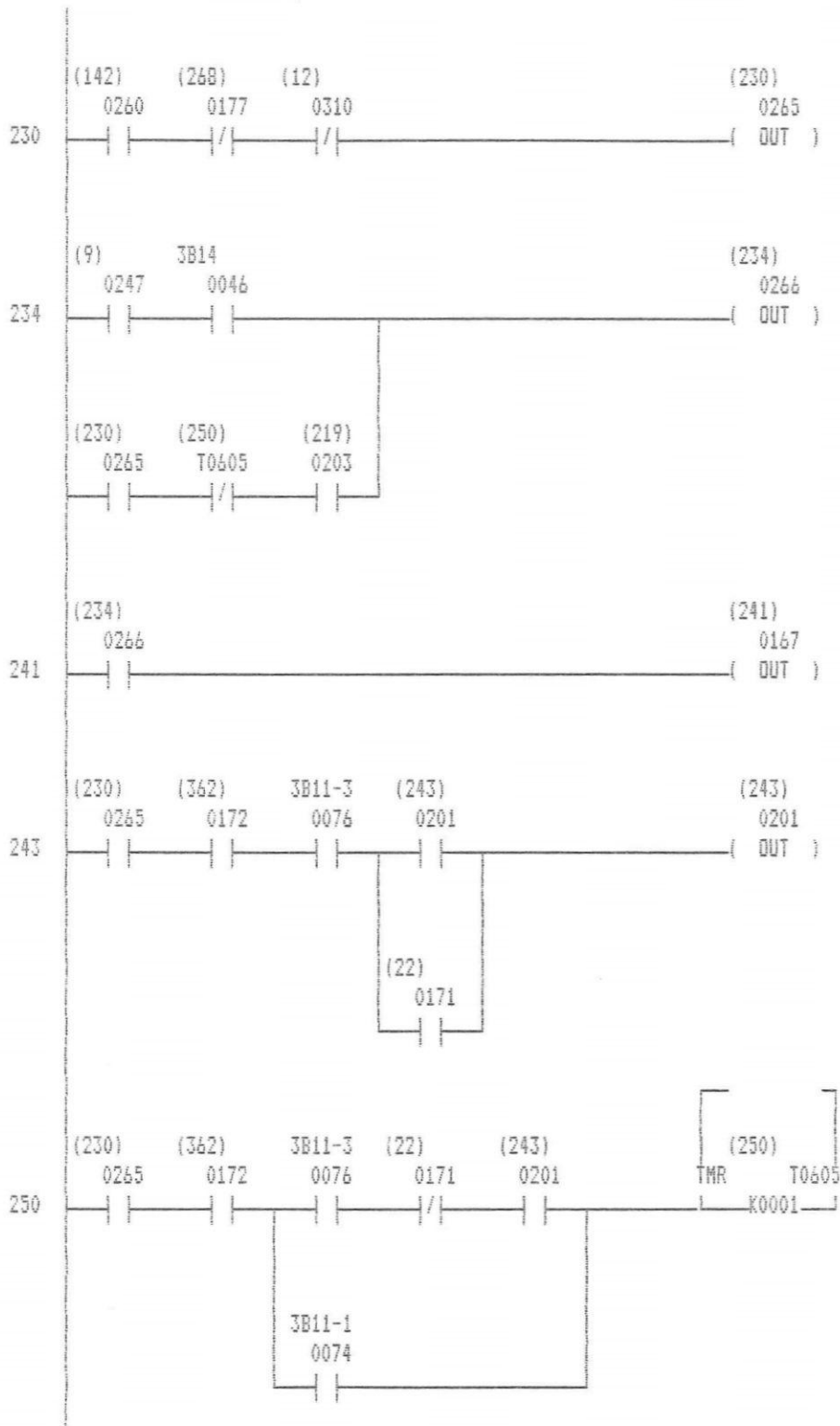


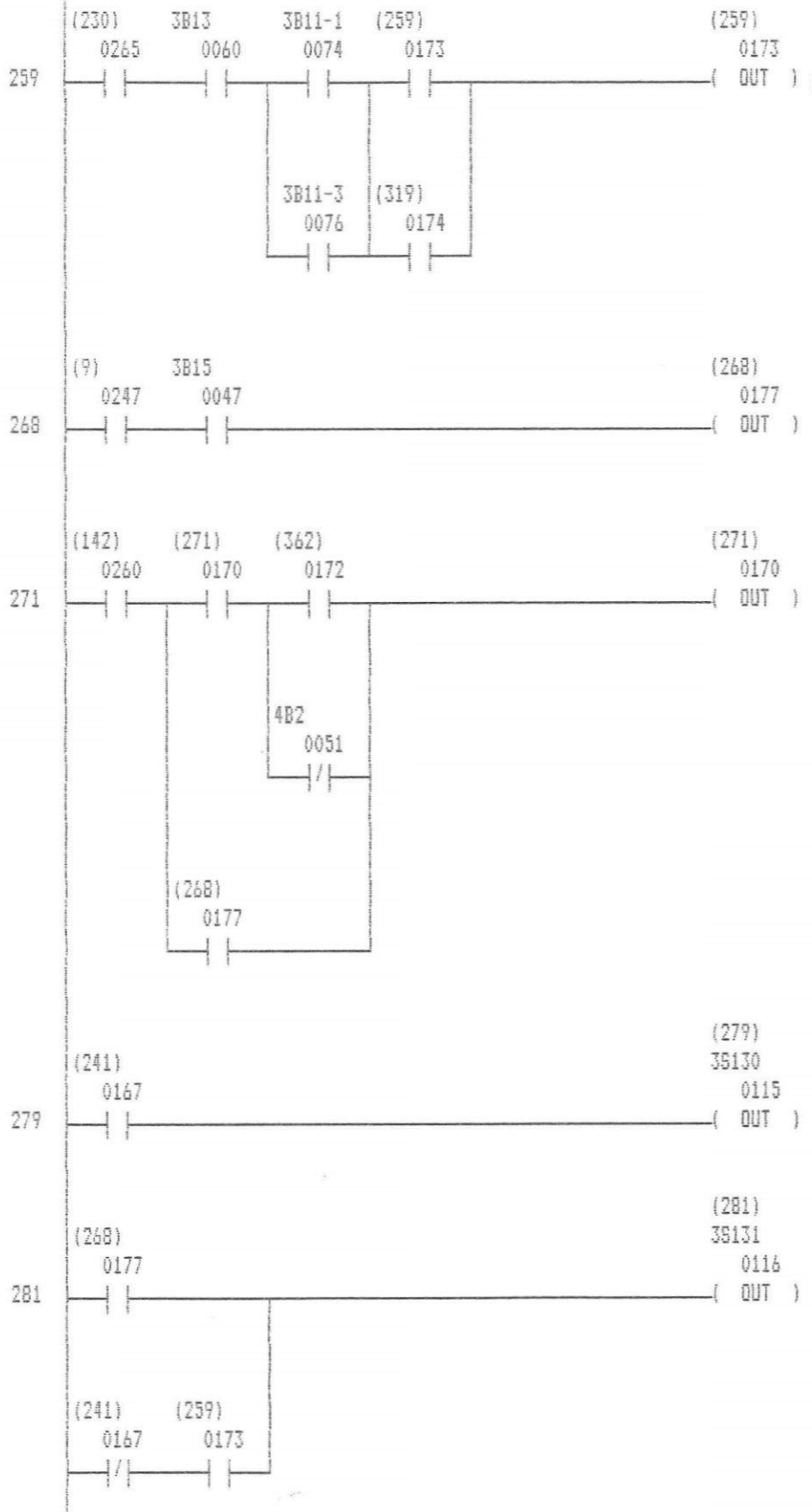


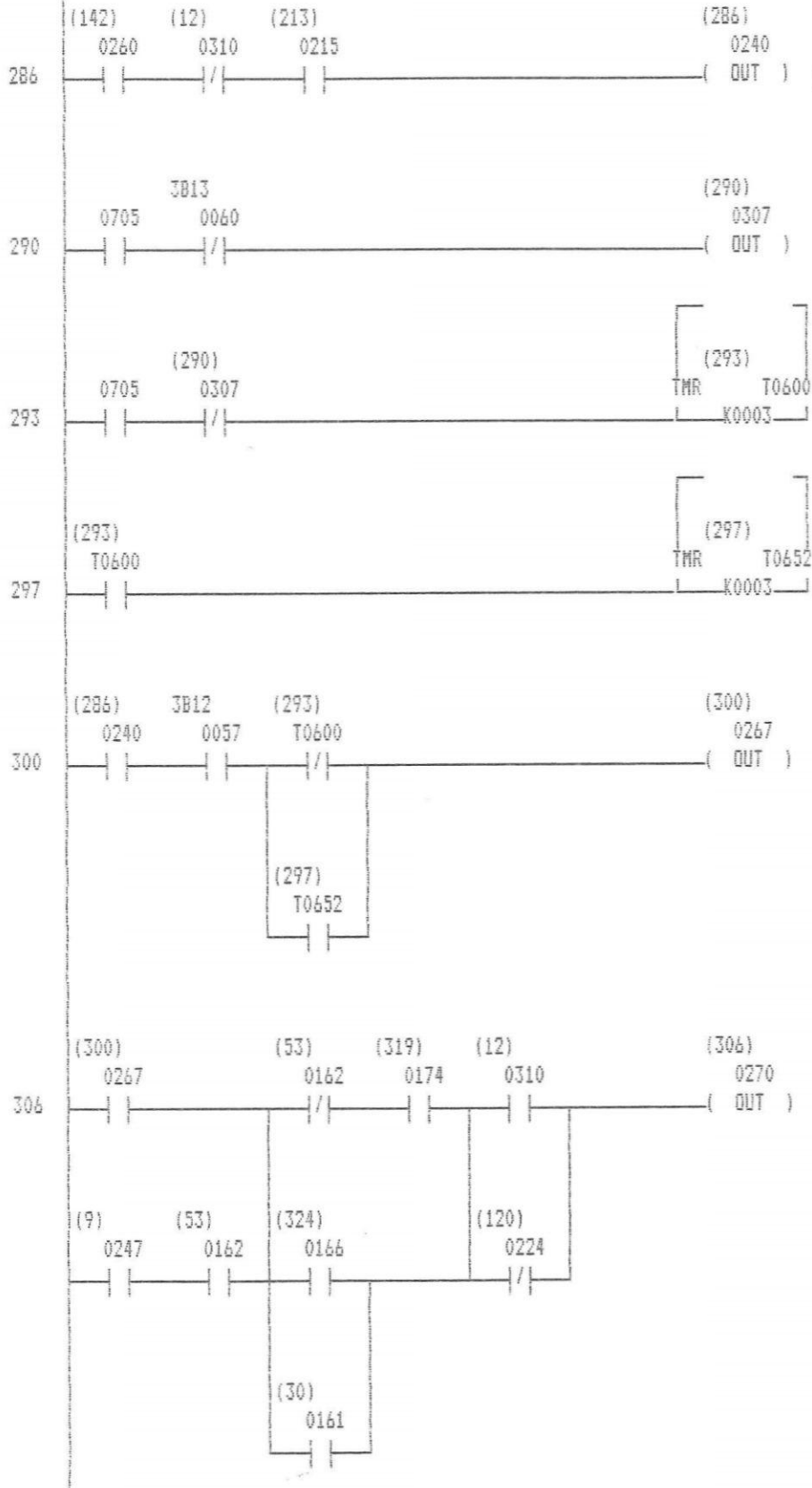


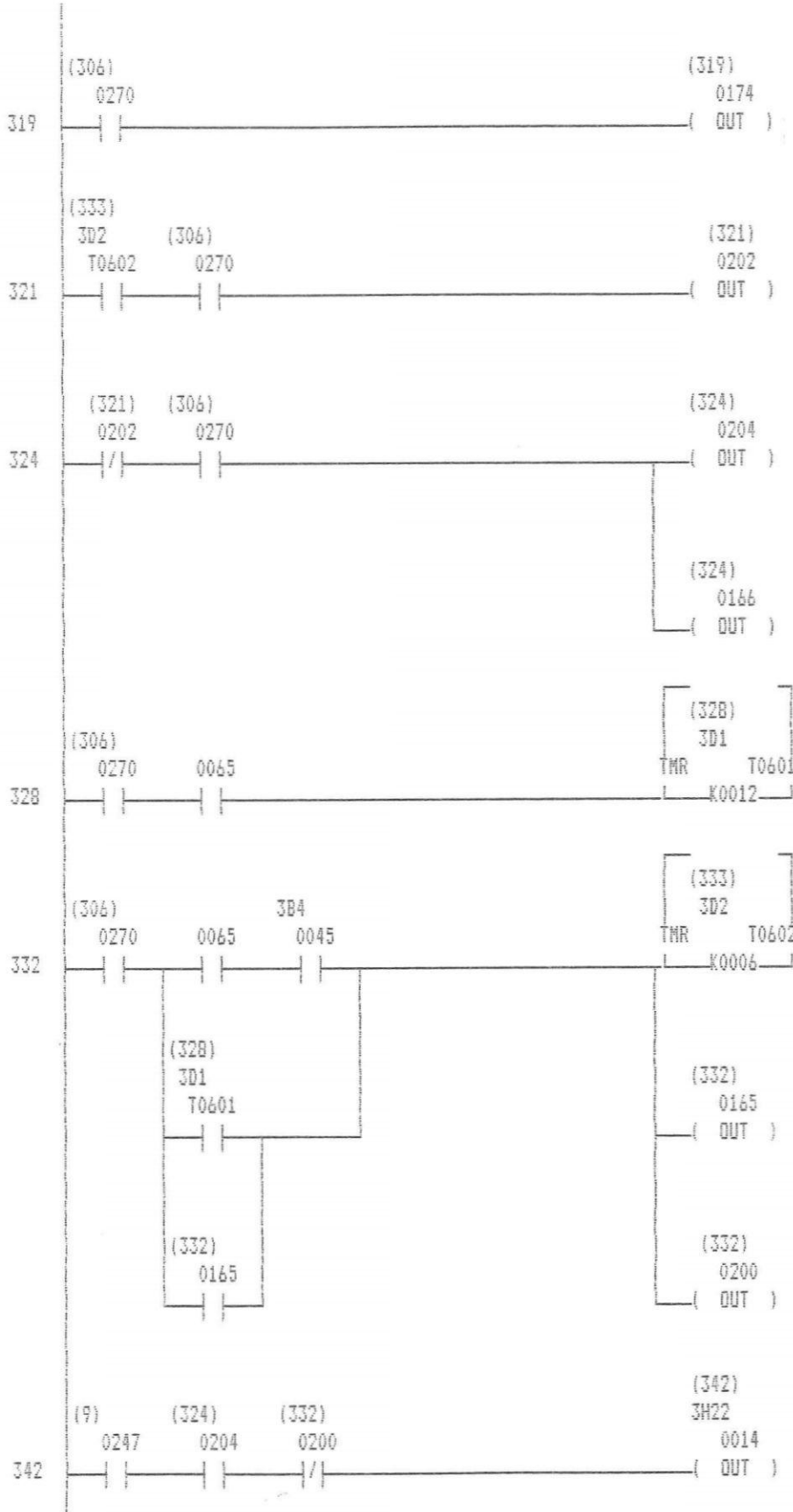


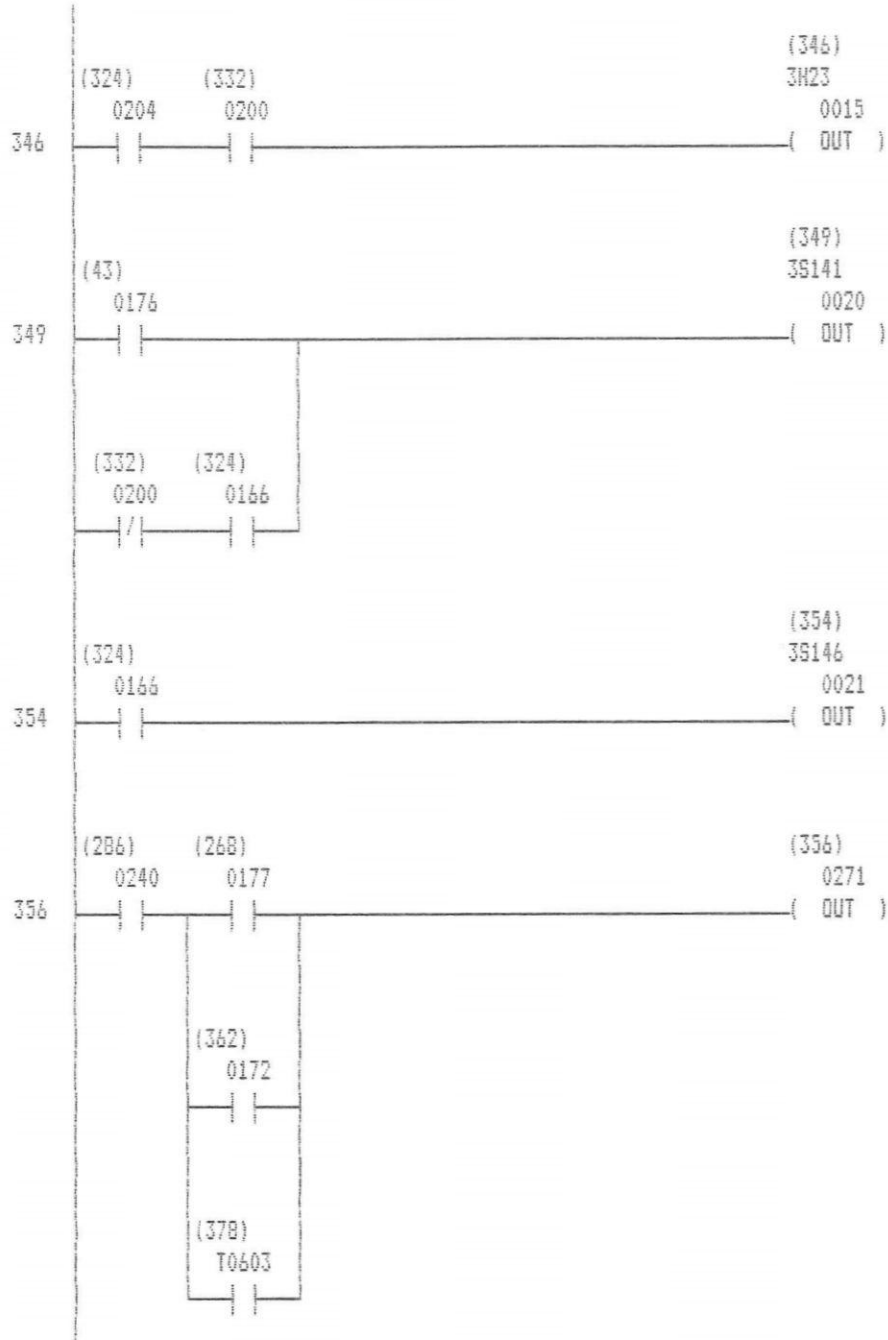


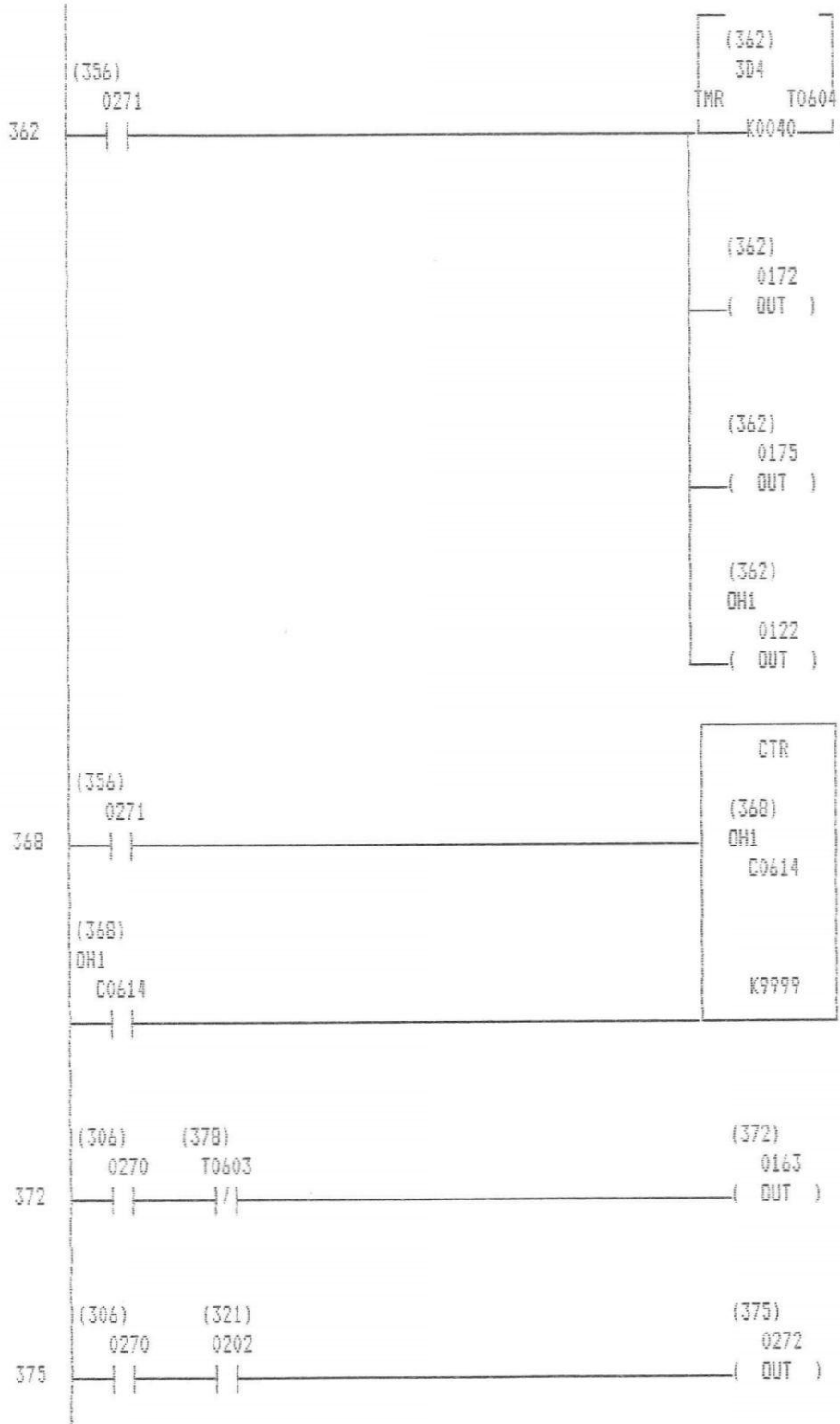


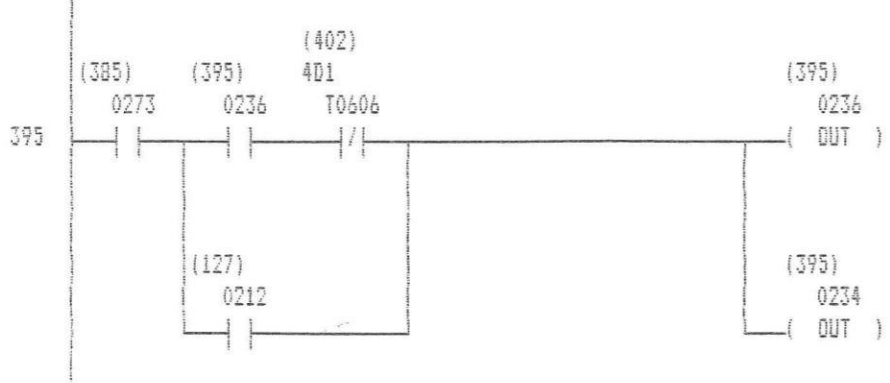
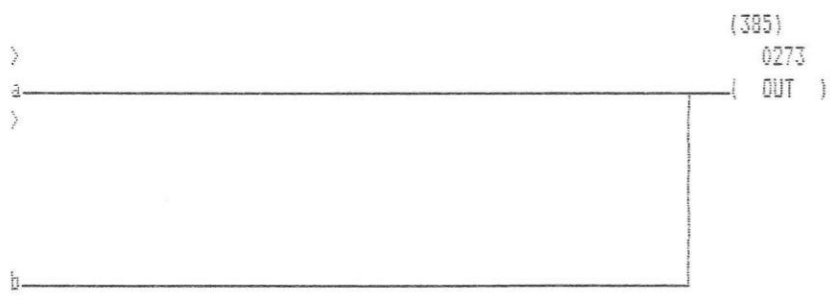
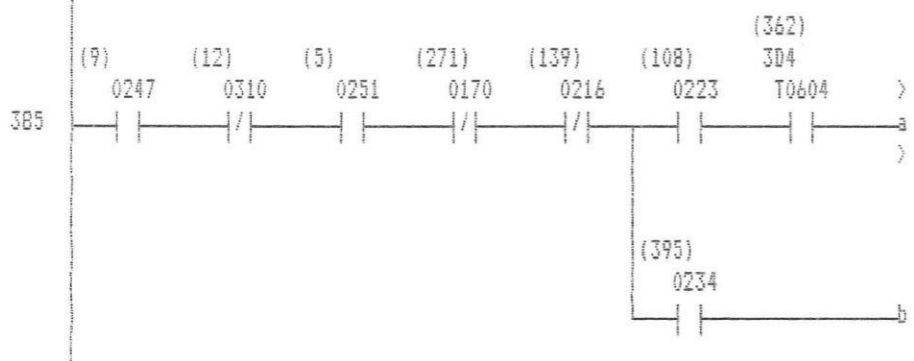
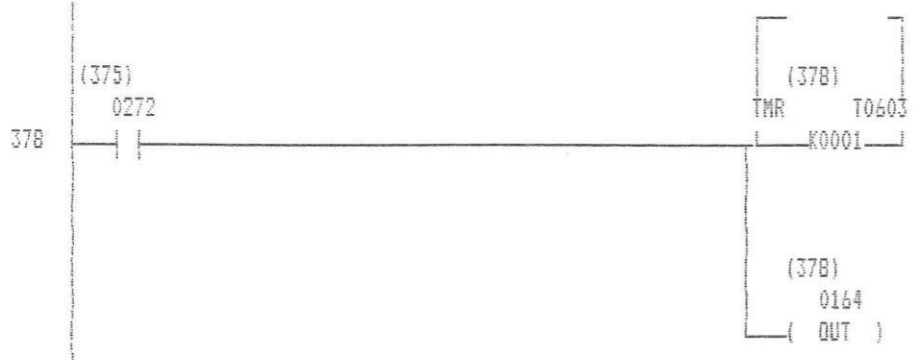


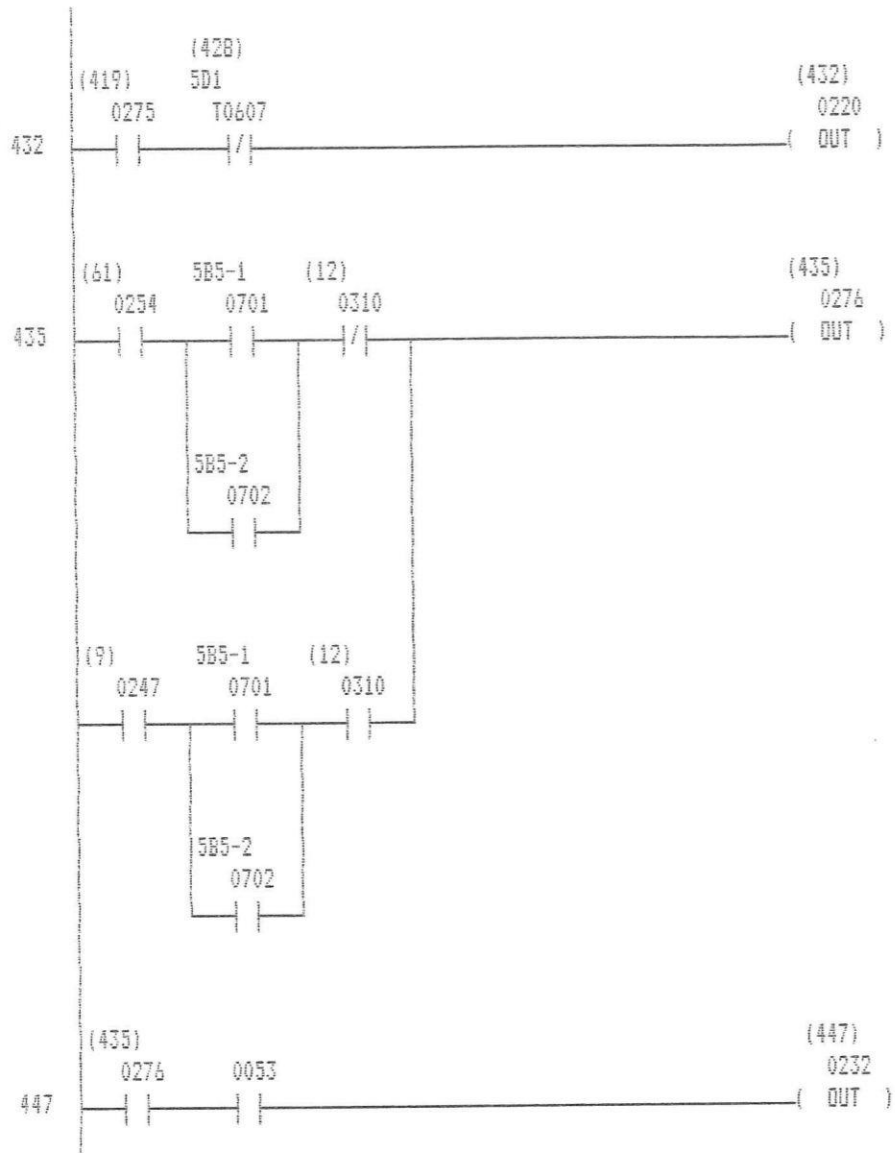


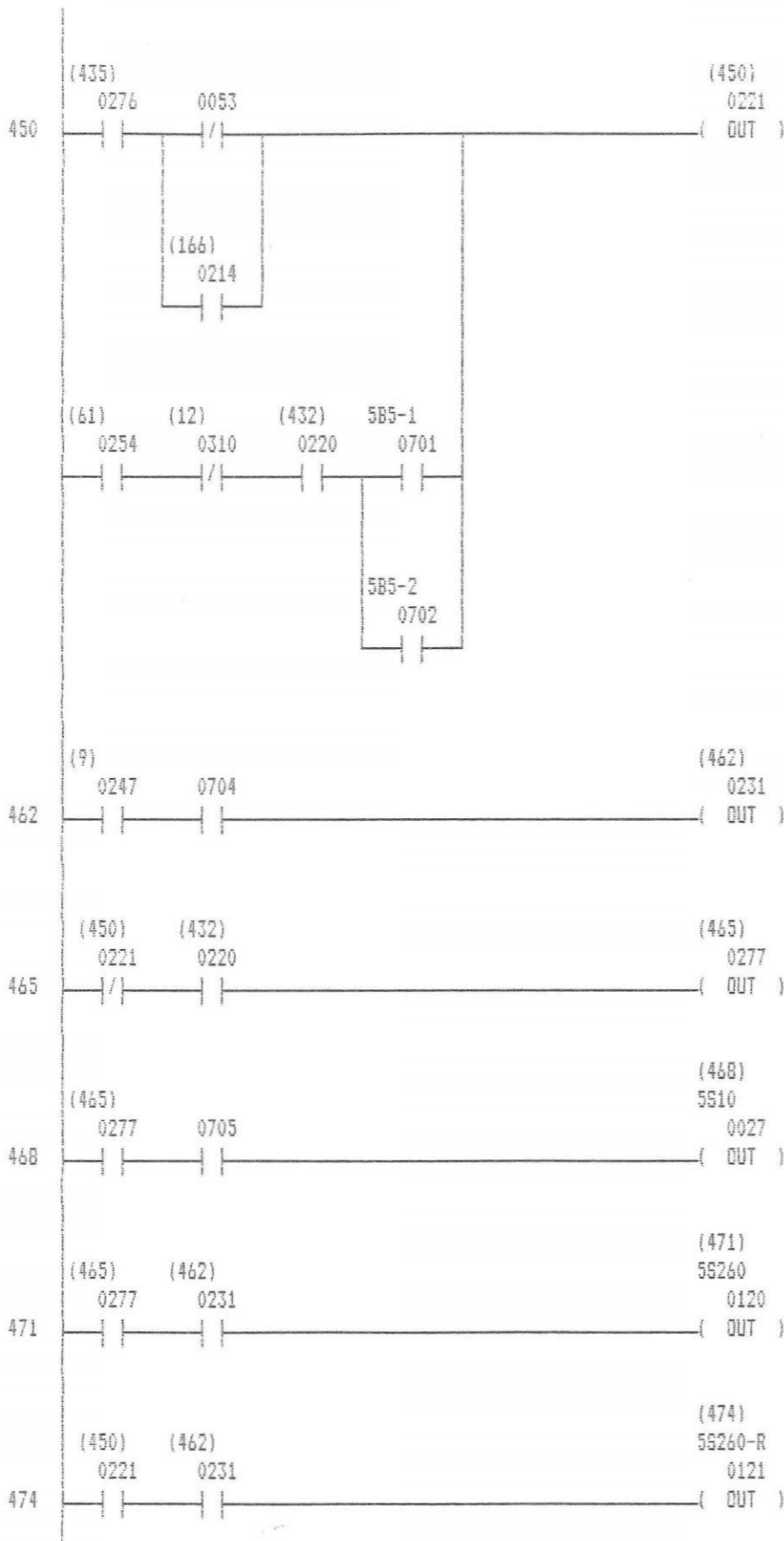


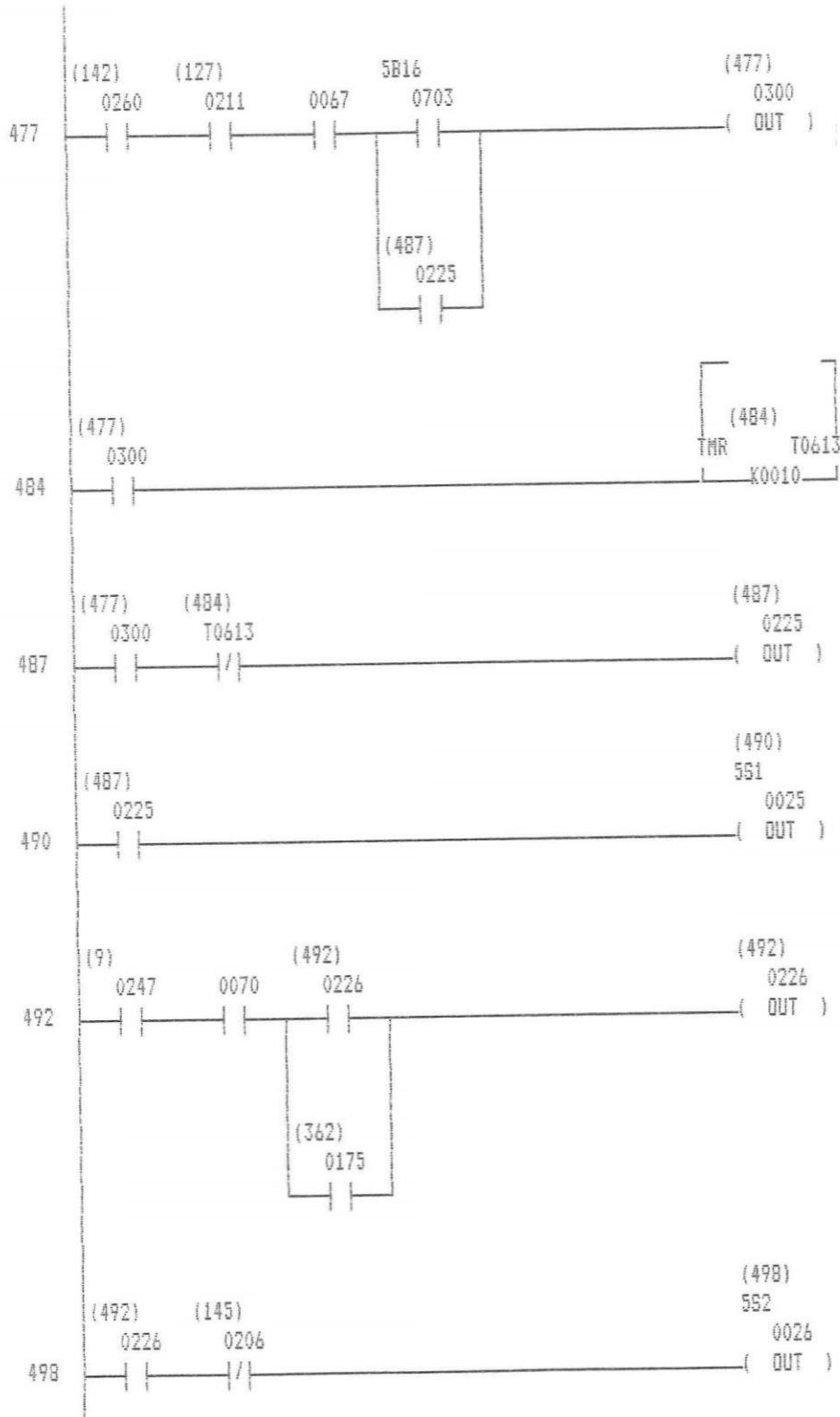


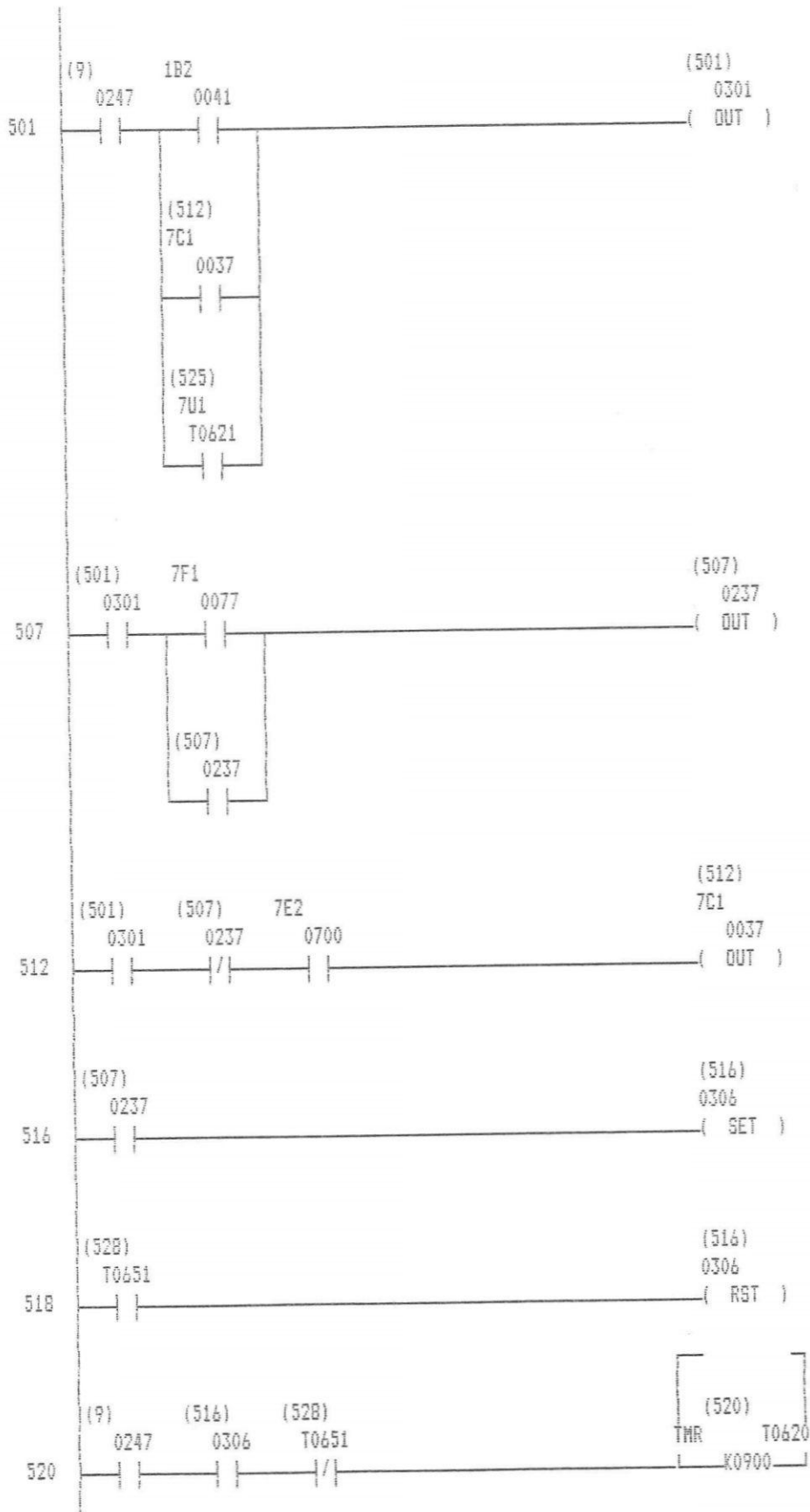


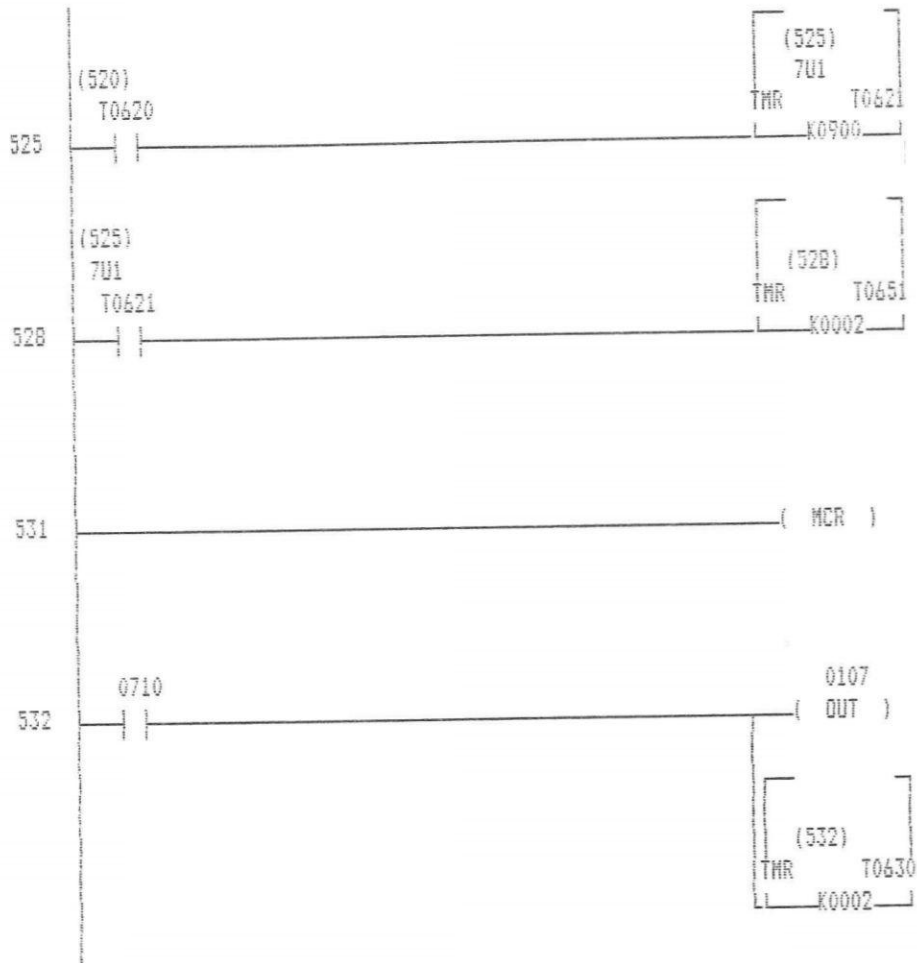












536

(532)
T0630

|/|

DSTR——F50

K010B

DOUT——F60

R0400

DSTR——F50

K0102

DOUT——F60

R0402

DSTR——F50

K0115

DOUT——F60

R0404

DSTR——F50

K010B

551 (532)
T0630
|/|

DOUT F60

R0406

DSTR F50

K0121

DOUT F60

R0410

DSTR F50

K0115

DOUT F60

R0412

DSTR F50

K0128

DOUT F60

R0414

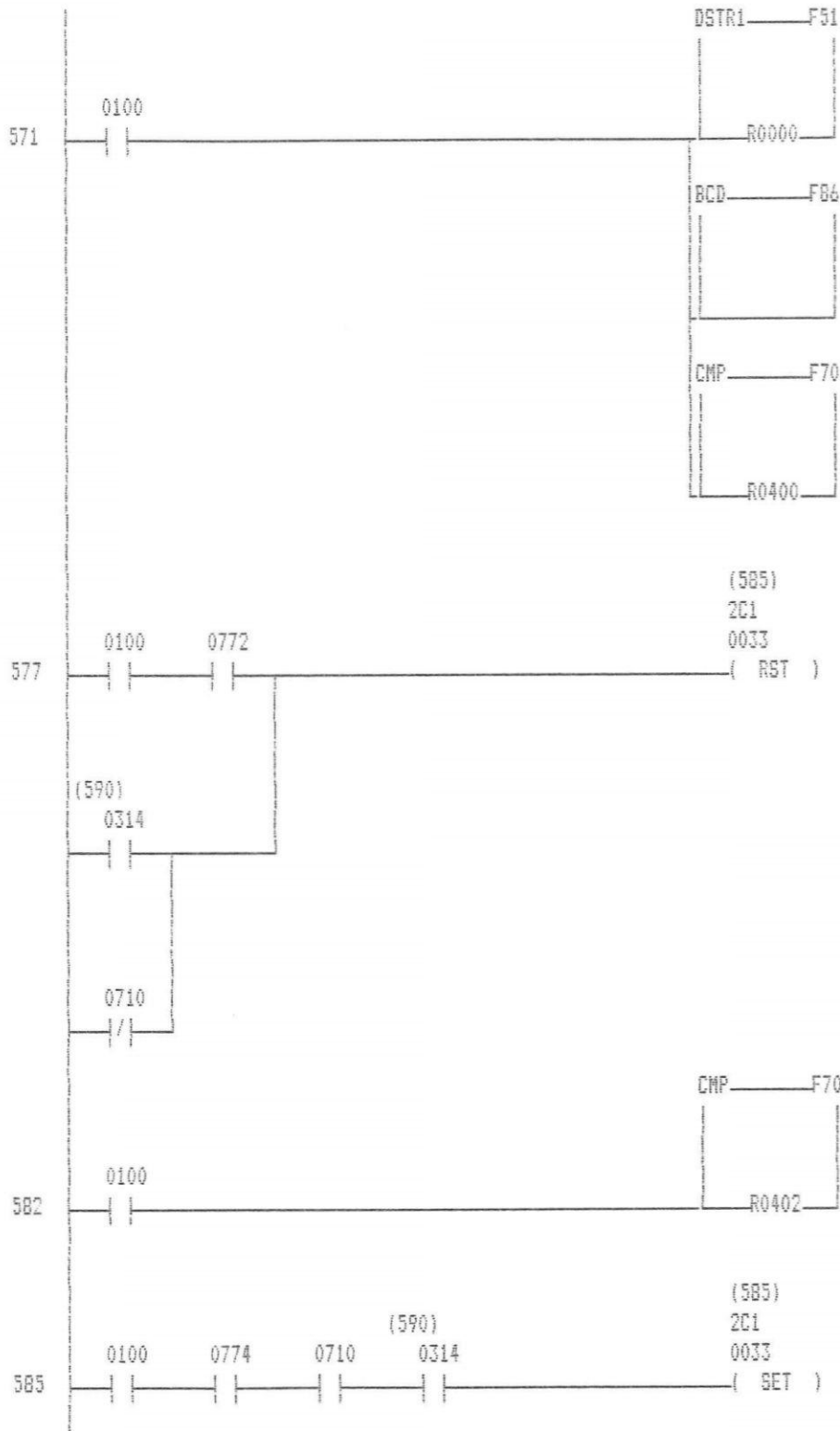
DSTR F50

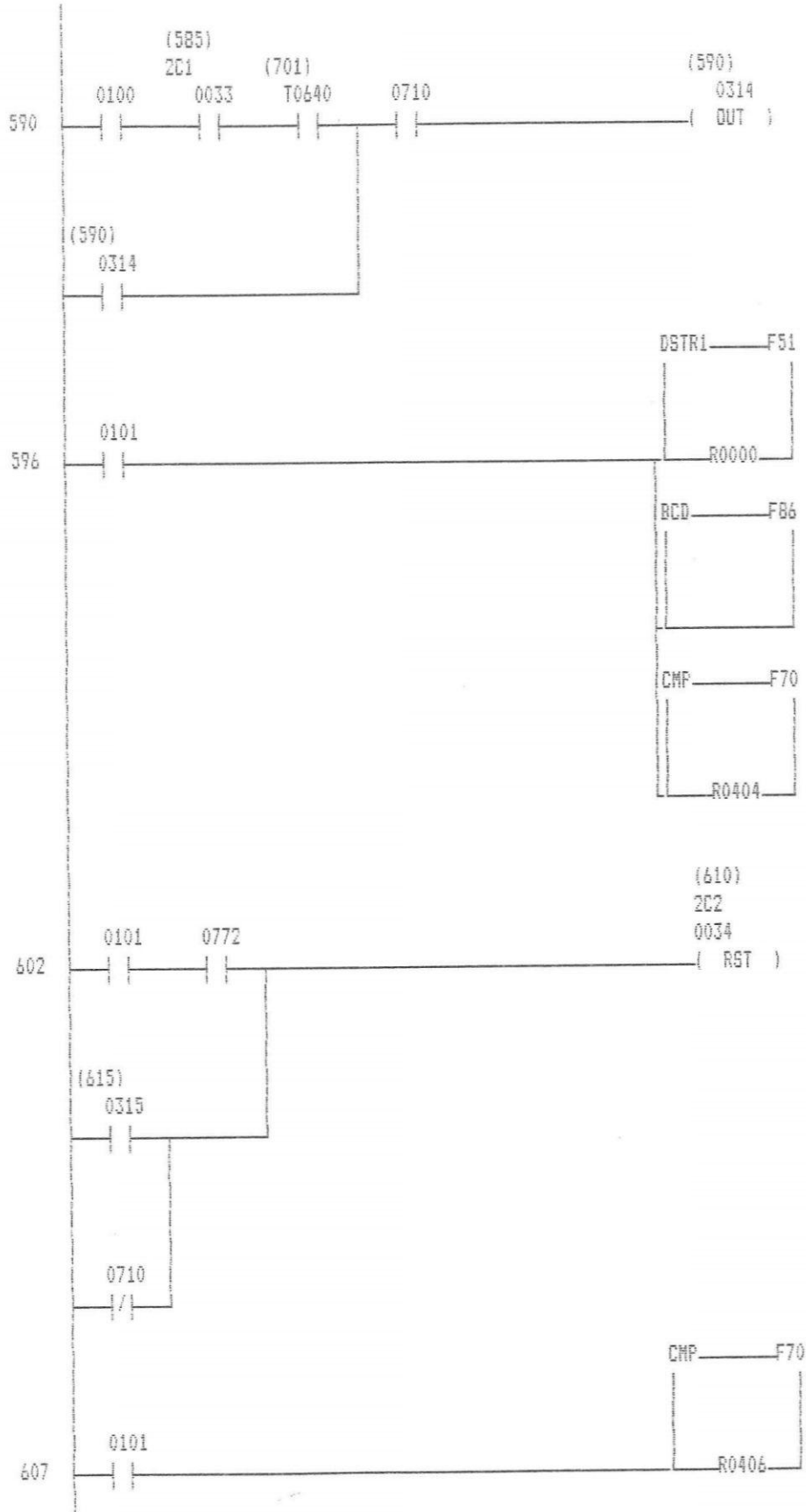
566 (532)
T0530
|/|

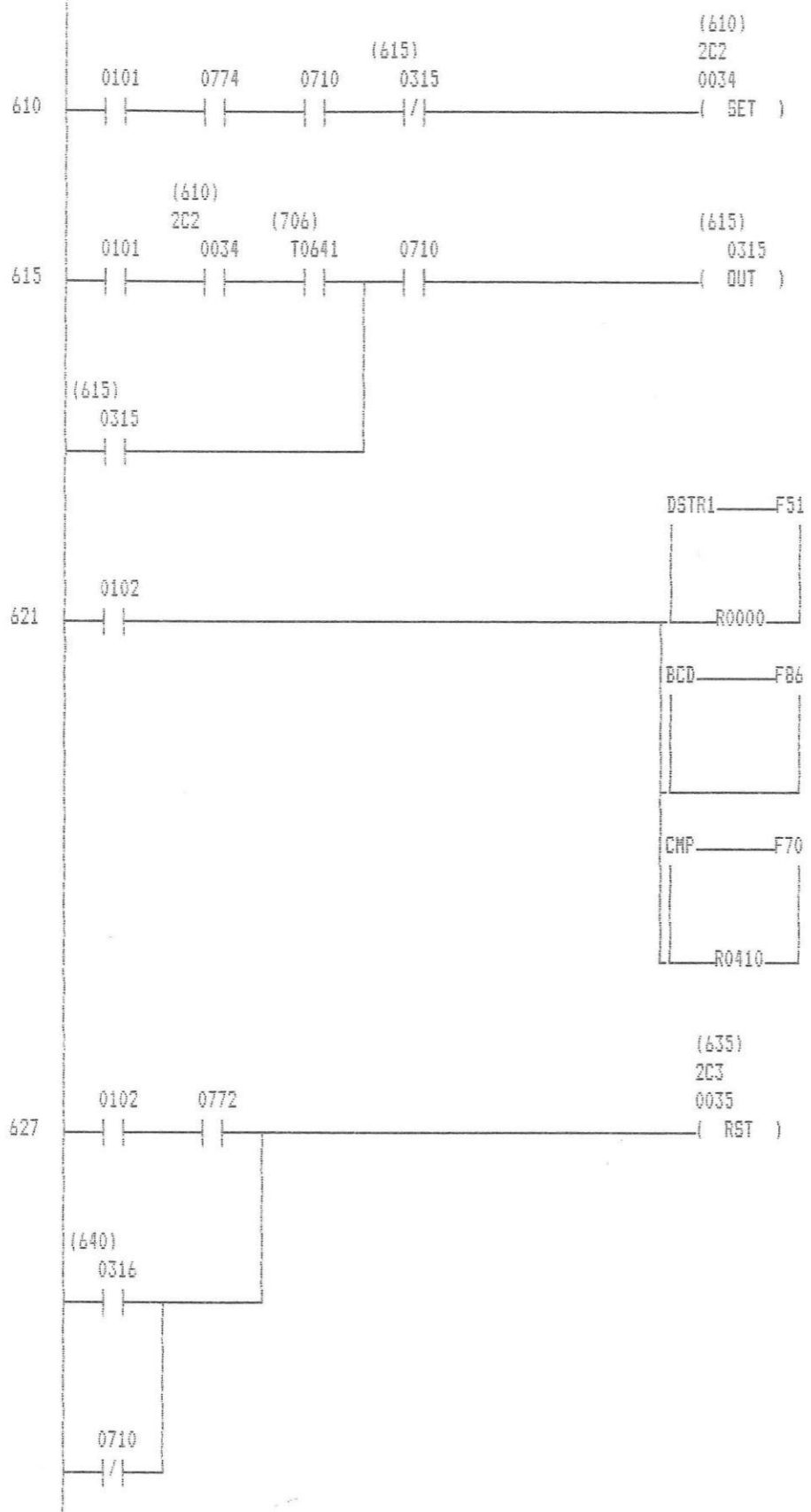
K0121

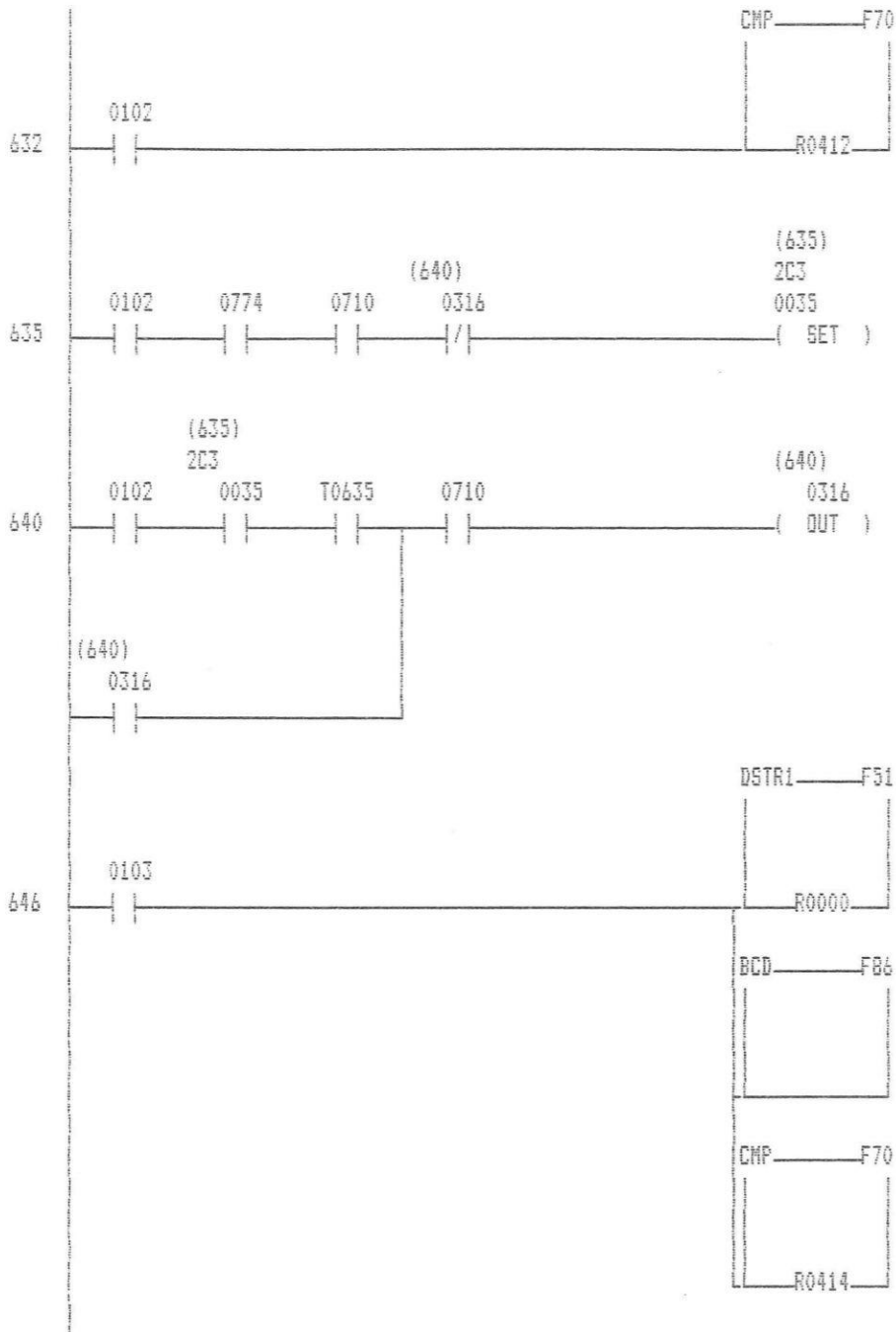
DOUT F60

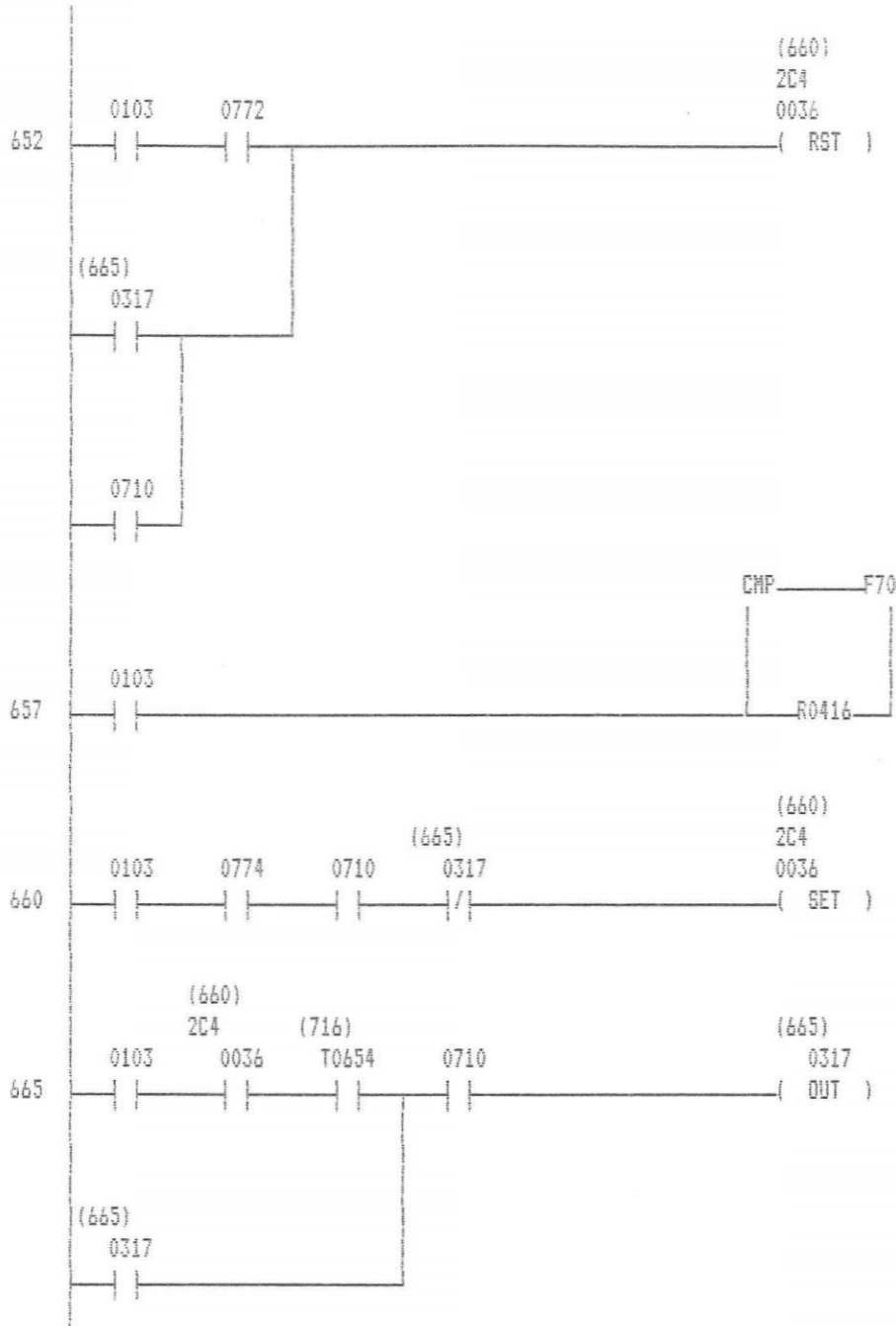
R0416

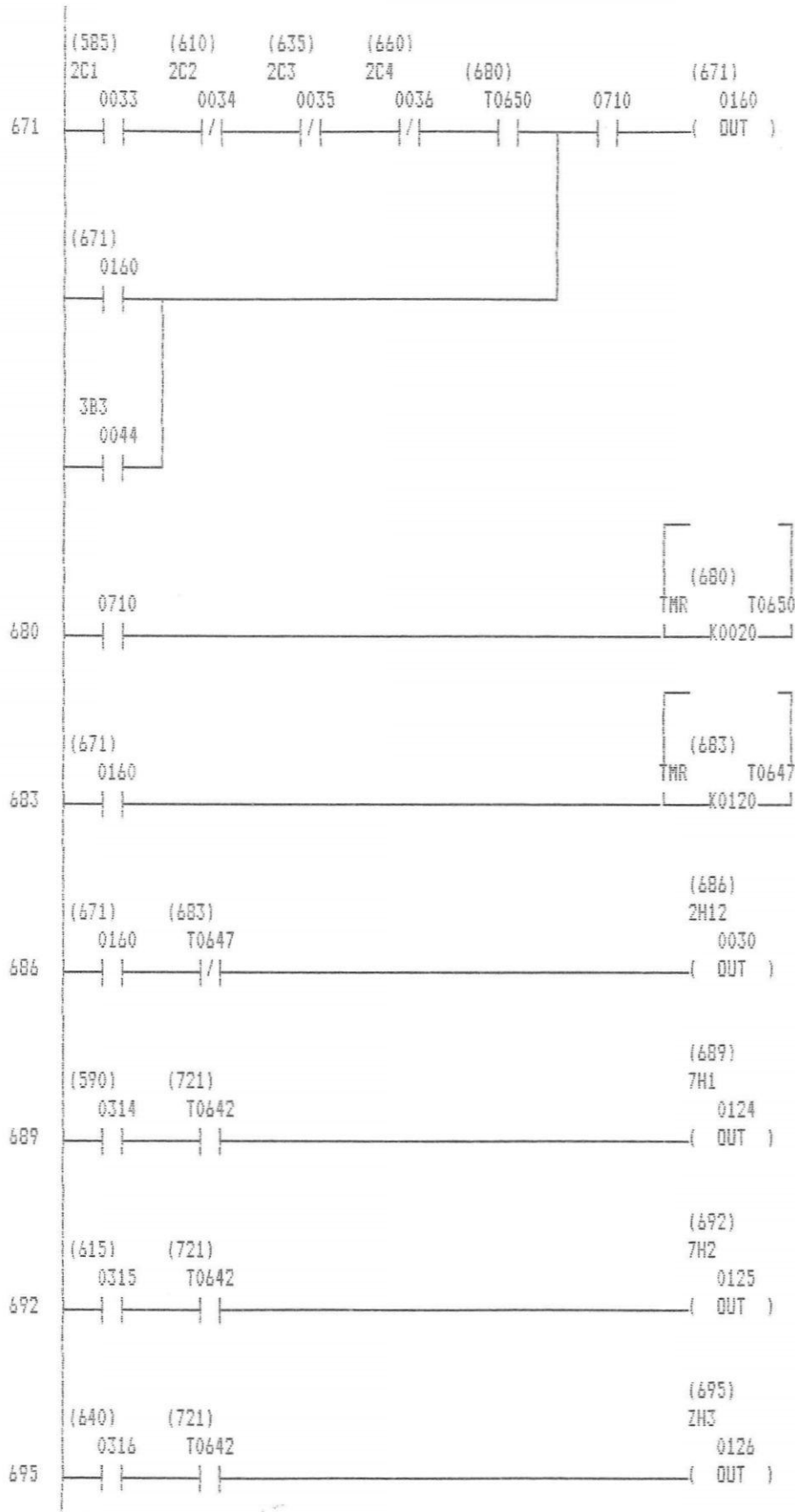












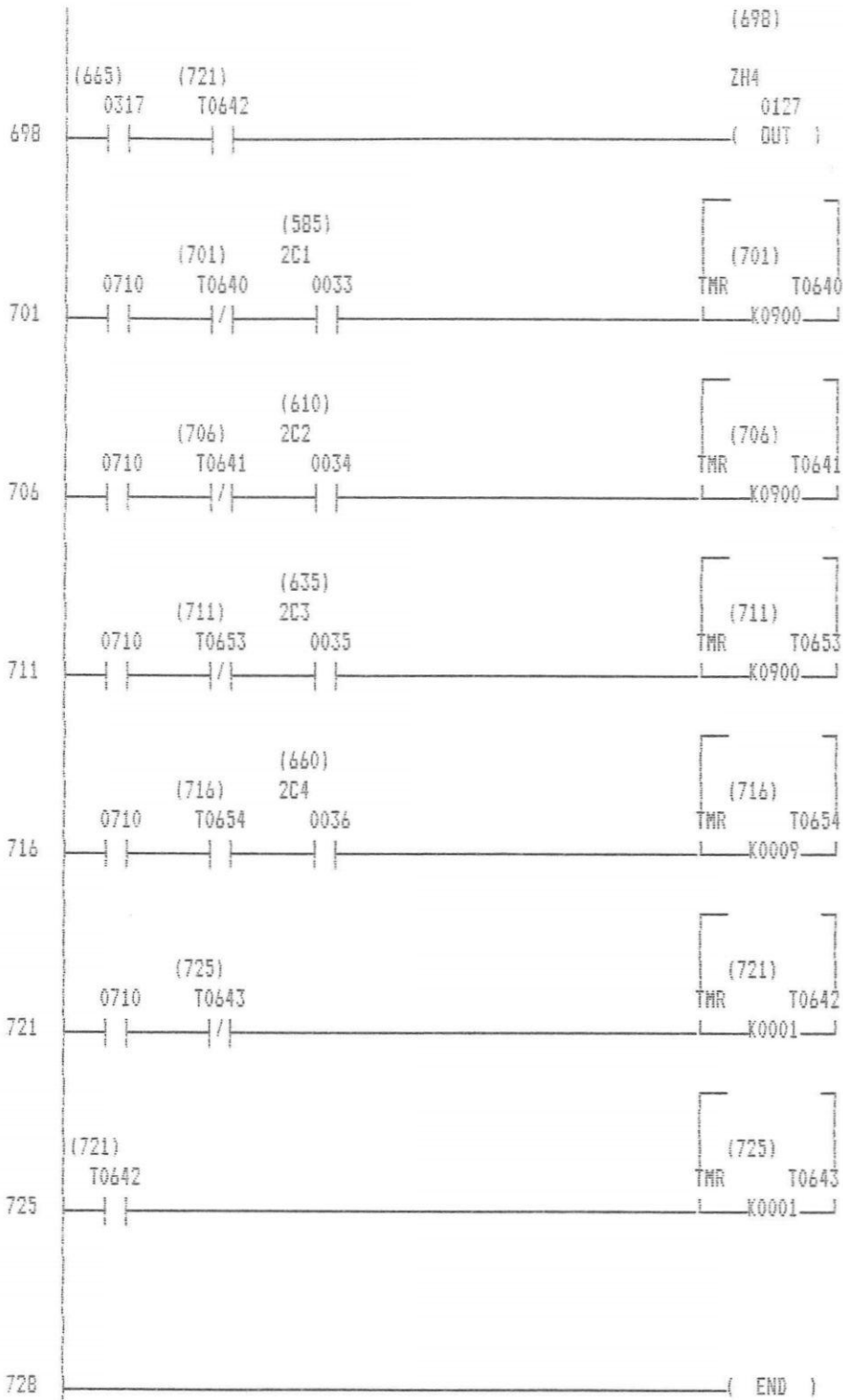


Tabla 10.2

n \ i		Hallar "F" dado "F" (P/R, i, n)															Factor de valor actual				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30					
1	0.9901	0.9804	0.9615	0.9415	0.924	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174	0.9091	0.8929	0.8696	0.8333	0.8000	0.7692						
2	0.9803	0.9612	0.9426	0.9246	0.9070	0.8900	0.8734	0.8573	0.8417	0.8265	0.7972	0.7562	0.6945	0.6400	0.5917						
3	0.9706	0.9423	0.9152	0.8890	0.8638	0.8396	0.8163	0.7938	0.7722	0.7513	0.7118	0.6575	0.5787	0.5120	0.4552						
4	0.9610	0.9239	0.8855	0.8548	0.8227	0.7921	0.7629	0.7350	0.7084	0.6830	0.6335	0.5718	0.4823	0.4096	0.3501						
5	0.9515	0.9057	0.8626	0.8219	0.7835	0.7473	0.7130	0.6806	0.6499	0.6209	0.5674	0.4972	0.4019	0.3277	0.2693						
6	0.9421	0.8880	0.8375	0.7903	0.7462	0.7050	0.6664	0.6302	0.5963	0.5646	0.5086	0.4323	0.3349	0.2522	0.2072						
7	0.9327	0.8706	0.8114	0.7599	0.7267	0.6951	0.6628	0.6335	0.6019	0.5132	0.4524	0.3759	0.2991	0.2097	0.1594						
8	0.9235	0.8535	0.7894	0.7307	0.6768	0.6274	0.5920	0.5403	0.5019	0.4665	0.4039	0.3259	0.2326	0.1678	0.1226						
9	0.9143	0.8368	0.7664	0.7026	0.6446	0.5919	0.5439	0.5003	0.4604	0.4241	0.3506	0.2843	0.1938	0.1342	0.0943						
10	0.9053	0.8204	0.7441	0.6756	0.6139	0.5584	0.5084	0.4632	0.4224	0.3856	0.3220	0.2472	0.1615	0.1074	0.0725						
11	0.8963	0.8043	0.7224	0.6496	0.5847	0.5268	0.4751	0.4289	0.3875	0.3505	0.2875	0.2150	0.1346	0.0859	0.0558						
12	0.8875	0.7885	0.7014	0.6246	0.5568	0.4970	0.4440	0.3971	0.3555	0.3186	0.2567	0.1669	0.1122	0.0687	0.0429						
13	0.8787	0.7730	0.6810	0.6006	0.5303	0.4688	0.4150	0.3677	0.3262	0.2897	0.2282	0.1625	0.0935	0.0550	0.0330						
14	0.8700	0.7579	0.6611	0.5775	0.5051	0.4423	0.3878	0.3405	0.2993	0.2633	0.2046	0.1413	0.0779	0.0440	0.0254						
15	0.8614	0.7430	0.6419	0.5553	0.4810	0.4173	0.3625	0.3153	0.2475	0.2394	0.1827	0.1229	0.0649	0.0352	0.0195						
16	0.8528	0.7285	0.6232	0.5339	0.4581	0.3937	0.3387	0.2919	0.2519	0.2176	0.1631	0.1069	0.0541	0.0282	0.0150						
17	0.8444	0.7142	0.6050	0.5134	0.4363	0.3714	0.3166	0.2703	0.2311	0.1979	0.1457	0.0929	0.0451	0.0225	0.0116						
18	0.8360	0.7002	0.5874	0.4936	0.4155	0.3504	0.2959	0.2503	0.2120	0.1799	0.1300	0.0808	0.0376	0.0180	0.0089						
19	0.8277	0.6864	0.5703	0.4747	0.3957	0.3305	0.2765	0.2317	0.1945	0.1635	0.1161	0.0703	0.0313	0.0144	0.0069						
20	0.8196	0.6730	0.5537	0.4564	0.3769	0.3118	0.2584	0.2146	0.1784	0.1487	0.1037	0.0611	0.0261	0.0115	0.0053						
21	0.8114	0.6598	0.5376	0.4388	0.3590	0.2942	0.2415	0.1987	0.1637	0.1351	0.0926	0.0531	0.0217	0.0092	0.0041						
22	0.8034	0.6468	0.5319	0.4220	0.3419	0.2775	0.2257	0.1840	0.1502	0.1229	0.0827	0.0462	0.0181	0.0074	0.0031						
23	0.7955	0.6342	0.5067	0.4057	0.3256	0.2618	0.2110	0.1703	0.1378	0.1117	0.0738	0.0402	0.0151	0.0059	0.0024						
24	0.7876	0.6217	0.4919	0.3901	0.3101	0.2470	0.1972	0.1577	0.1264	0.1015	0.0659	0.0349	0.0126	0.0047	0.0019						
25	0.7798	0.6095	0.4776	0.3751	0.2953	0.2330	0.1843	0.1460	0.1160	0.0923	0.0588	0.0304	0.0105	0.0038	0.0014						
26	0.7721	0.5976	0.4637	0.3607	0.2813	0.2198	0.1722	0.1352	0.1064	0.0839	0.0525	0.0264	0.0087	0.0030	0.0011						
27	0.7644	0.5859	0.4502	0.3468	0.2679	0.2074	0.1609	0.1252	0.0976	0.0763	0.0469	0.0230	0.0073	0.0024	0.0008						
28	0.7368	0.5744	0.4371	0.3335	0.2551	0.1956	0.1504	0.1159	0.0896	0.0694	0.0419	0.0200	0.0061	0.0019	0.0007						
29	0.7484	0.5631	0.4244	0.3207	0.2430	0.1846	0.1406	0.1073	0.0822	0.0680	0.0374	0.0174	0.0051	0.0016	0.0005						
30	0.7419	0.5521	0.4120	0.3083	0.2314	0.1741	0.1314	0.0994	0.0754	0.0573	0.0334	0.0151	0.0042	0.0012	0.0004						
31	0.7346	0.5413	0.4000	0.2965	0.2204	0.1653	0.1228	0.0920	0.0692	0.0521	0.0298	0.0131	0.0035	0.0010	0.0003						
32	0.7273	0.5306	0.3683	0.2851	0.2099	0.1550	0.1148	0.0852	0.0634	0.0474	0.0266	0.0114	0.0029	0.0008	0.0002						
33	0.7201	0.5202	0.3770	0.2741	0.1999	0.1462	0.1072	0.0789	0.0582	0.0431	0.0238	0.0099	0.0024	0.0006	0.0002						
34	0.7130	0.5100	0.3661	0.2636	0.1904	0.1379	0.1002	0.0731	0.0534	0.0392	0.0212	0.0086	0.0020	0.0005	0.0001						
35	0.7059	0.5000	0.3554	0.2534	0.1813	0.1301	0.0937	0.0676	0.0490	0.0356	0.0189	0.0075	0.0017	0.0004	0.0001						

Tabla 10.1

		Factor de capital compuesto - pago único													
		Hallar "F" dado "P" (F/P, i, n)													
n	i	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30
1	1.010	1.029	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.120	1.150	1.200	1.250	1.300
2	1.020	1.040	1.051	1.062	1.073	1.084	1.095	1.106	1.118	1.129	1.150	1.180	1.240	1.300	1.360
3	1.030	1.061	1.063	1.075	1.088	1.101	1.114	1.127	1.141	1.154	1.177	1.210	1.280	1.350	1.420
4	1.041	1.082	1.085	1.100	1.114	1.128	1.143	1.158	1.173	1.188	1.212	1.250	1.330	1.410	1.490
5	1.051	1.101	1.105	1.122	1.137	1.152	1.168	1.184	1.200	1.216	1.240	1.280	1.370	1.460	1.550
6	1.062	1.112	1.117	1.136	1.152	1.168	1.185	1.202	1.219	1.236	1.260	1.300	1.400	1.500	1.600
7	1.072	1.122	1.128	1.148	1.165	1.182	1.200	1.218	1.236	1.254	1.278	1.320	1.430	1.540	1.650
8	1.083	1.133	1.140	1.161	1.179	1.197	1.216	1.235	1.254	1.273	1.300	1.340	1.460	1.580	1.700
9	1.094	1.144	1.152	1.174	1.193	1.212	1.232	1.252	1.272	1.292	1.320	1.360	1.490	1.620	1.750
10	1.105	1.155	1.164	1.187	1.207	1.227	1.247	1.267	1.287	1.307	1.336	1.376	1.520	1.660	1.800
11	1.116	1.166	1.176	1.200	1.221	1.241	1.261	1.282	1.302	1.322	1.352	1.392	1.550	1.700	1.850
12	1.127	1.177	1.188	1.213	1.234	1.254	1.274	1.295	1.315	1.335	1.365	1.405	1.580	1.740	1.900
13	1.138	1.188	1.200	1.225	1.247	1.267	1.287	1.308	1.328	1.348	1.378	1.418	1.600	1.770	1.940
14	1.149	1.199	1.212	1.237	1.259	1.279	1.299	1.320	1.340	1.360	1.390	1.430	1.620	1.800	2.000
15	1.161	1.211	1.224	1.250	1.273	1.293	1.313	1.334	1.354	1.374	1.404	1.444	1.640	1.830	2.050
16	1.173	1.223	1.237	1.263	1.287	1.307	1.327	1.348	1.368	1.388	1.418	1.458	1.660	1.860	2.100
17	1.184	1.234	1.249	1.275	1.300	1.320	1.340	1.361	1.381	1.401	1.431	1.471	1.680	1.890	2.150
18	1.196	1.246	1.261	1.287	1.312	1.332	1.352	1.373	1.393	1.413	1.443	1.483	1.700	1.920	2.200
19	1.208	1.258	1.274	1.300	1.325	1.345	1.365	1.386	1.406	1.426	1.456	1.496	1.720	1.950	2.250
20	1.220	1.270	1.286	1.312	1.337	1.357	1.377	1.398	1.418	1.438	1.468	1.508	1.740	1.980	2.300
21	1.232	1.282	1.299	1.325	1.350	1.370	1.390	1.411	1.431	1.451	1.481	1.521	1.760	2.010	2.350
22	1.245	1.295	1.312	1.338	1.363	1.383	1.403	1.424	1.444	1.464	1.494	1.534	1.780	2.040	2.400
23	1.257	1.307	1.325	1.351	1.376	1.396	1.416	1.437	1.457	1.477	1.507	1.547	1.800	2.060	2.450
24	1.270	1.320	1.338	1.364	1.389	1.409	1.429	1.450	1.470	1.490	1.520	1.560	1.820	2.090	2.500
25	1.282	1.332	1.351	1.377	1.402	1.422	1.442	1.463	1.483	1.503	1.533	1.573	1.840	2.120	2.550
26	1.295	1.345	1.364	1.390	1.415	1.435	1.455	1.476	1.496	1.516	1.546	1.586	1.860	2.150	2.600
27	1.308	1.358	1.378	1.404	1.429	1.449	1.469	1.490	1.510	1.530	1.560	1.600	1.880	2.180	2.650
28	1.321	1.371	1.391	1.417	1.442	1.462	1.482	1.503	1.523	1.543	1.573	1.613	1.900	2.210	2.700
29	1.335	1.385	1.405	1.431	1.456	1.476	1.496	1.517	1.537	1.557	1.587	1.627	1.920	2.240	2.750
30	1.346	1.396	1.417	1.443	1.468	1.488	1.508	1.529	1.549	1.569	1.599	1.639	1.940	2.270	2.800
31	1.361	1.411	1.432	1.458	1.483	1.503	1.523	1.544	1.564	1.584	1.614	1.654	1.960	2.300	2.850
32	1.375	1.425	1.446	1.472	1.497	1.517	1.537	1.558	1.578	1.598	1.628	1.668	1.980	2.330	2.900
33	1.389	1.439	1.460	1.486	1.511	1.531	1.551	1.572	1.592	1.612	1.642	1.682	2.000	2.360	2.950
34	1.403	1.453	1.474	1.500	1.525	1.545	1.565	1.586	1.606	1.626	1.656	1.696	2.020	2.390	3.000
35	1.417	1.467	1.488	1.514	1.539	1.559	1.579	1.599	1.619	1.639	1.669	1.709	2.040	2.420	3.050

Tabla 10.3

Hallar "P" dado "A" (P/A i, n)

		Factor de valor actual														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30
1	0.9901	0.9804	0.9703	0.9615	0.9524	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174	0.9091	0.8929	0.8696	0.8333	0.8000	0.7692	
2	0.9704	1.9415	1.9135	1.8861	1.8594	1.8334	1.8080	1.7833	1.7591	1.7355	1.6901	1.6257	1.5278	1.4400	1.3610	
3	0.9410	2.9633	2.8266	2.7761	2.7233	2.6730	2.6243	2.5771	2.5313	2.4869	2.4018	2.2832	2.1065	1.9520	1.8161	
4	0.9000	3.9699	3.7171	3.6299	3.5463	3.4651	3.3872	3.3121	3.2337	3.1699	3.0374	2.8550	2.5887	2.3616	2.1563	
5	0.8554	4.7133	4.5737	4.4518	4.3255	4.2124	4.1002	3.9927	3.8937	3.7908	3.6048	3.3522	2.9905	2.6893	2.4356	
6	0.8000	5.6014	5.4172	5.2421	5.0757	4.9173	4.7665	4.6229	4.4859	4.3553	4.1114	3.7845	3.3255	2.9514	2.6128	
7	0.7450	6.4713	6.2303	6.0021	5.7864	5.5824	5.3893	5.2064	5.0340	4.8724	4.5638	4.1604	3.6664	3.1611	2.8021	
8	0.6900	7.3219	7.0191	6.7429	6.4632	6.2006	5.9713	5.7466	5.5348	5.3349	4.9873	4.4873	3.8372	3.3289	2.9247	
9	0.6350	8.1513	7.7801	7.4353	7.1073	6.8077	6.5162	6.2489	5.9959	5.7590	5.3283	4.7716	4.0310	3.4631	3.0190	
10	0.5800	8.9553	8.5203	8.1109	7.7217	7.3501	7.0036	6.7104	6.4177	6.1446	5.6502	5.0186	4.1925	3.5705	3.0915	
11	0.5250	9.7339	9.2303	8.8005	8.3964	7.9869	7.4987	7.1390	6.8052	6.4751	5.9377	5.2337	4.3271	3.6564	3.1473	
12	0.4700	10.4863	9.9151	9.5353	9.1833	8.7639	8.2727	7.9361	7.6157	7.3137	6.7144	5.9206	4.8392	4.1251	3.1933	
13	0.4150	11.2133	10.5801	10.2357	9.9233	9.5327	9.0577	8.7039	8.3689	8.0524	7.3936	6.5832	5.5227	4.7601	3.2233	
14	0.3600	11.9153	11.2133	10.9001	10.5967	10.2050	9.7456	9.4242	9.1257	8.8491	8.1209	7.2445	6.1066	5.2841	3.2437	
15	0.3050	12.5913	11.8301	11.5523	11.2657	10.8973	10.4579	10.1514	9.8737	9.6151	8.8170	7.8802	6.6755	5.7953	3.2662	
16	0.2500	13.2333	12.4101	12.1623	11.8967	11.5503	11.1259	10.8354	10.5737	10.3311	9.5640	8.5802	7.3155	6.4774	3.2912	
17	0.1950	13.8413	12.9501	12.7323	12.4967	12.1803	11.7759	11.4914	11.2337	11.0011	10.2540	9.2102	7.8955	7.0974	3.3182	
18	0.1400	14.4133	13.4501	13.2623	13.0467	12.7503	12.3659	12.1014	11.8637	11.6411	10.8940	9.7902	8.4255	7.6674	3.3472	
19	0.0850	14.9413	13.9101	13.7523	13.5567	13.2803	12.9159	12.6714	12.4437	12.2311	11.4840	10.4102	8.9955	8.2774	3.3782	
20	0.0300	15.4233	14.3201	14.1923	14.0267	13.7703	13.4259	13.2014	13.0037	12.8211	12.0740	11.0302	9.5655	8.8874	3.4112	
21	0.0250	15.8613	14.6801	14.5723	14.4267	14.1903	13.8659	13.6614	13.4837	13.3211	12.5740	11.5502	10.0355	9.4074	3.4462	
22	0.0200	16.2533	15.0001	14.9123	14.7867	14.5603	14.2559	14.0714	13.9137	13.7611	12.9940	12.0002	10.4355	9.7674	3.4832	
23	0.0150	16.6013	15.2801	15.2123	15.1067	14.8903	14.6059	14.4414	14.2937	14.1511	13.3740	12.3002	10.7055	10.0574	3.5212	
24	0.0100	16.9033	15.5201	15.4723	15.3867	15.1803	14.9159	14.7714	14.6337	14.5011	13.7040	12.5502	10.9355	10.3174	3.5602	
25	0.0050	17.1613	15.7201	15.6823	15.6167	15.4203	15.1759	15.0414	14.9137	14.7911	13.9740	12.7502	11.1255	10.5474	3.5992	
26	0.0040	17.3733	15.8801	15.8523	15.7967	15.6103	15.3759	15.2514	15.1337	15.0211	14.1940	12.9002	11.2855	10.7374	3.6382	
27	0.0030	17.5413	16.0101	16.0023	16.0067	15.8303	15.6059	15.4914	15.3837	15.2811	14.4440	13.0502	11.4355	10.8974	3.6772	
28	0.0020	17.6733	16.1101	16.1123	16.1267	15.9503	15.7359	15.6314	15.5337	15.4411	14.5940	13.1702	11.5755	11.0274	3.7162	
29	0.0010	17.7713	16.1801	16.1923	16.2167	16.0203	15.8159	15.7214	15.6337	15.5511	14.6940	13.2702	11.6955	11.1374	3.7552	
30	0.0000	17.8333	16.2301	16.2523	16.2867	16.0803	15.8859	15.8014	15.7237	15.6511	14.7840	13.3502	11.7955	11.2174	3.7942	
31	0.0000	17.8613	16.2601	16.2923	16.3367	16.1203	15.9359	15.8614	15.7937	15.7311	14.8640	13.4102	11.8455	11.2674	3.8332	
32	0.0000	17.8813	16.2801	16.3223	16.3767	16.1503	15.9659	15.9014	15.8437	15.7911	14.9440	13.4602	11.8855	11.3174	3.8722	
33	0.0000	17.8913	16.2901	16.3323	16.3967	16.1603	15.9859	15.9314	15.8837	15.8411	15.0240	13.5002	11.9155	11.3674	3.9112	
34	0.0000	17.8933	16.2920	16.3343	16.4067	16.1653	15.9959	15.9514	15.9137	15.8811	15.1040	13.5302	11.9355	11.4174	3.9502	
35	0.0000	17.8953	16.2940	16.3363	16.4267	16.1703	16.0059	15.9714	15.9437	15.9211	15.2040	13.5602	11.9555	11.4674	3.9892	

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/Modelo	Unidad Central						Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones				
	Tiempo de ciclo / K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Kbytes)	Tipo de memoria	Coprocesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie	Red local	Servicio al lector / Redacción
Sattcon rol SC8-10	5	1.500	RAM	SI	-	SI	4.000	1.530	32	No	No	DC, LI	SI	CRT, PC	32	RS-232 RS-485	Comli Sattbus	716
SC31-10/50/90	10	1.024	RAM	-	-	SI	2.304	576	32	SI	SI	DC, LI	SI	CRT, PC	32	RS-232 RS-485	Comli Sattbus Modbus	717
SC15-10/20	7	10	RAM	-	-	SI	512	128	32	SI	SI	DC, LI	SI	CRT, PC	4	RS-232 RS-485	Comli Sattbus	718
SC0-15/45	2	16	RAM	No	No	No	240	48	-	SI	SI	DC, LI	SI	CRT, PC	2	RS-232 RS-485	Comli Sattbus	719
SC0-45	2	16	RAM	-	-	SI	180	48	-	SI	SI	DC, LI	SI	CRT, PC	2	RS-232 RS-485	Comli Sattbus	720
SC0-10/20/30/35	7	4	RAM	-	-	SI	172	54	-	SI	SI	DC, LI	SI	CRT, PC	1	RS-232 RS-485	Comli	721
SC 110	0,5	16	RAM	-	-	SI	512	-	16, 32	No	No	DC, LI BF, CF	SI	TM, PC	>1	RS-485	Comli Sattbus Me-Net	722
SC 123	0,15	64	RAM	-	-	SI	2.043	256	32	No	No	DC, LI BF, CF	SI	TM, PC	>1	RS-485	Comli Sattbus Me-Net	723
Siemens S5-81U	1	4	RAM EPROM EEPROM	SI	No	SI	64	8	2, 4, 8	SI	SI	DC, BF, LI	SI	TM, CRT, PC	2	RS-232 RS-485	Protocolo Siemens	724
S5-83U	1	8	RAM EPROM EEPROM	SI	No	SI	276	40	2, 4, 8, 32	SI	SI	DC, BF, LI, LH	SI	TM, CRT, PC	9	RS-232 RS-485	Protocolo Siemens	725
S5-100U (CPU 100)	35	1	RAM EPROM EEPROM	SI	No	SI	128	8	4, 8, 32	SI	SI	DC, BF, LI	SI	TM, CRT, PC, LH	8	RS-232C	No	726
S5-110U (CPU 102)	3,5	2	RAM EPROM EEPROM	SI	No	SI	256	16	4, 8, 32	SI	SI	DC, BF, LI	SI	TM, CRT, PC, LH	9	RS-232C	Protocolo Siemens	727
S5-120U (CPU 103)	0,6	10	RAM EPROM EEPROM	SI	No	SI	256	32	4, 8, 32	SI	SI	DC, BF, LI, GF	SI	TM, CRT, PC, LH	8	RS-232C	Protocolo Siemens	728
S5-101U (CPU 101)	32,5	1	RAM EPROM EEPROM	No	No	SI	64	No	20E/12S	No	No	DC, BF, LI	SI	TM, CRT, PC	-	20 mA	Protocolo Siemens	729
S5-115U (CPU 941)	15	9	RAM EPROM EEPROM	SI	No	SI	1.536	128	8, 16, 32	SI	SI	DC, BF, LI, GF	SI	TM, CRT, PC	68	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	730
S5-130U (CPU 942)	9	21	RAM EPROM EEPROM	SI	No	SI	2.048	128	8, 16, 32	SI	SI	DC, BF, LI, GF	SI	TM, CRT, PC	68	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	731

(1) Tipos de lenguaje: DC: Diagrama de contactos BF: Bloques de función LI: Lista de instrucciones LH: Lenguaje de alto nivel GF: Grafcet (2) Equipo de programación: TM Terminal portátil de mano CRT: Consola dedicada PC: Ordenador personal

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/Modelo	Unidad Control						Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones			Servicio al lector / Redacción n.	
	Tiempo de ciclo / I (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Kbytes)	Tipo de memoria	Coprocesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie		Red local
Siemens S5-115U (CPU 943)	5	24	PAM EPROM EEPROM	Si	No	Si	2048	128	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	TM,CRT,PC	68	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	732
S5-115U (CPU 944)	1,5	48	PAM EPROM EEPROM	Si	No	Si	2048	128	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	TM,CRT,PC	68	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	733
S5-115F (CPU 942F)	7,5	16	RAM EPROM EEPROM	Si	Si	Si	2032	128	8,16,32	No	No	DC, BF, LI	Si	CRT,PC	34	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	734
S5-115H (CPU 942H)	11,5	16	RAM EPROM EEPROM	Si	Si	Si	2048	128	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	CRT,PC	68	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet	735
S5-135U/S5 155U (CPU 920)	-	32	RAM EPROM	No	No	Si	5.120	192	8,16,32	Si	Si	LH	Si	CRT,PC	256	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	736
S5-135U (CPU 922)	9,5	160	PAM EPROM EEPROM	Si	No	Si	5.120	192	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	TM,CRT,PC	256	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	737
S5-135U (CPU 920)	0,55	206	RAM EPROM	Si	No	Si	5.120	192	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	TM,CRT,PC	256	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	738
S5 160U (CPU 924 /925/926/927)	11,5	176	RAM EPROM	Si	No	Si	5.120	192	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	TM,CRT,PC	256	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	739
S5-155U (CPU 946/947)	0,7	448	RAM EPROM	Si	No	Si	5.120	192	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	CRT,PC	256	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet Profibus	740
S5-155H (CPU 946R/947R)	4	448	RAM EPROM	Si	Si	Si	5.120	192	8,16,32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	CRT,PC	256	RS-485 RS-232C RS-422A TTY/20 mA	Protocolo Siemens Ethernet	741
SMC ECC-50	15	2	EEPROM	No	No	Si	44	0	10,20	No	No	GF	No	CRT	0	-	No	742
Sprecher+ Schuh Sestep 290	6	2	RAM EEPROM	No	No	Si	128	16	8	No	No	DC, LI	Si	TM,PC	1	RS-232	No	743
Sestep 390	1,5	32	EPROM RAM	No	No	Si	256	80	8,16	No	No	DC, LI	Si	TM,PC	1	RS-232	Propia	744

(1) Tipo de lenguaje DC: Diagrama de contactos BF: Bloques de función LI: Lista de instrucciones LH: Lenguaje de alto nivel GF: Grafcet. (2) Equipo de programación TM: Terminal portátil de mano CRT: Consola dedicada PC: Ordenador personal.

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/Modelo	Unidad Central						Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones			Servicio al lector / Redacción 1	
	Tiempo de ciclo / 1 K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Bytes)	Tipo de memoria	Coprocesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie		Red local
Sprecher - Schuh Sestep 190	1,5	32	RAM EPROM	Si	No	Si	512	224	10,32,64	No	Si	DC, LI, GF	Si	TM, PC	16	RS-232 RS-422 RS-485 B-C	Propia	745
Sestep 290	1,1	64	RAM EPROM	Si	No	Si	1.024	224	10,32,64	No	Si	DC, LI, GF	Si	TM, PC	16	RS-232 RS-422 RS-485 B-C	Propia	746
Sestep 390	0,5	192	RAM EPROM	Si	No	Si	4.096	384	16,32,64	No	Si	DC, LI, GF	Si	TM, PC	16	RS-232 RS-422 RS-485 B-C	Propia	747
Square-1 Sy/M 401	2,8	4	RAM	No	Si	Si	000	-	4, 8, 16, 32	Si	Si	DC, BF	Si	TM, CRT, PC	2	RS-422	Sy/Net Remote Lan	749
Sy/M 400	0,7	16	RAM	No	Si	Si	-	-	4, 8, 16, 32	Si	Si	DC, BF	Si	TM, CRT, PC	2	RS-422	Sy/Net Remote Lan	749
Sy/Max 600	0,8	28	RAM	No	Si	Si	-	-	4, 8, 16, 32	Si	Si	DC, BF	Si	TM, CRT, PC	2	RS-422	Sy/Net Remote Lan	750
Sy/Max 650	0,8	28	RAM	No	Si	Si	-	-	4, 8, 16, 32	Si	Si	DC, BF	Si	TM, CRT, PC	2	RS-422	Sy/Net Remote Lan	751
Sy/M 700	1,7	64	RAM	No	Si	Si	-	-	4, 8, 16, 32	Si	Si	DC, BF	Si	TM, CRT, PC	4	RS-422	Sy/Net Remote Lan	752
Sy/Max 60	8	4	RAM EPROM EEPROM	No	No	Si	256	160	8, 10	No	No	DC, BF, LI	Si	TM, PC	1	RS-422	Sy/Net	753
Telemecanique TSX 17-10	5	8	RAM EPROM EEPROM	No	No	Si	120	No	40	No	No	LI, GF	No	TM, CRT, PC	No	No	No	754
TSX 17-20	3	24	RAM EPROM EEPROM	Si	No	Si	160	18	40	No	No	DC, BF, GF	Si	TM, CRT, PC	3	RS-232 RS-485	Unitelway	755
TSX 47-20	s/inst.	32	RAM EPROM	Si	No	Si	256	24	4, 8, 16, 32	No	No	DC, BF, GF	Si	TM, CRT, PC	5	RS-232 RS-422 RS-485 BC	Telway Unitelway	756
TSX 47-40	s/inst.	112	RAM EPROM	Si	No	Si	512	60	4, 8, 16, 32	Si	Si	LH, DC, BF, GF	Si	TM, CRT, PC	10	RS-232 RS-422 RS-485 BC	Telway Unitelway Mapway	757
TSX 67-40	s/inst.	224	RAM EPROM	Si	Si	Si	1.024	200	4, 8, 16, 32	Si	Si	LH, DC, BF, GF	Si	TM, CRT, PC	32	RS-232 RS-422 RS-485 BC	Telway Unitelway Mapway Multired	758

(1) Tipos de lenguaje: DC: Diagrama de contactos; BF: Bloques de función; LI: Lista de instrucciones; LH: Lenguaje de alto nivel; GF: Grafcet. (2) Equipo de programación: TM: Terminal portátil de mano; CRT: Consola dedicada; PC: Ordenador personal.

Automatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/ Modelo	Unidad Control						Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones				
	Tiempo de ciclo/1 K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Kbytes)	Tipo de memoria	Coprocesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie	Red local	Servicio al lector / Redacción
Telemecanique TSX 87-40	s/inst.	352	RAM EPROM	Si	Si	Si	2.048	384	4,8,16,32	Si	Si	LH, DC, BF, GF	Si	TMCRT,PC	64	RS-232	Telway	759
																RS-422	Unitelway	
TSX 107-40	s/inst.	352	RAM EPROM	Si	Si	Si	2.048	384	4,8,16,32	Si	Si	LH, DC, BF, GF	Si	TMCRT,PC	64	RS-232	Telway	76C
																RS-422	Unitelway	
Tempatron TPC 9000	10	32	EPROM RAM	No	No	Si	256	60	8,16	No	No	DC, LH, LI	Si	TM,PC	1	RS-232	No	76
																RS-485	Multired	
Texas Instruments TI-330	12	37	RAM EPROM	-	-	Si	168	24	4,8,16	-	-	DC, LI	Si	TM,PC	1	RS-232	-	76
TI-435	0,49	7,5	EPROM CMOS EEPROM	-	-	Si	640	40	8,16	-	-	DC, LI	Si	TM,PC	-	-	-	75
TI-525	4	4	CMOS EEPROM	-	-	Si	1.023	1.023	8,16,32	Si	-	DC, LI	Si	TM,PC	2	RS-232 RS-422	Tiway	7
TI-560/565T	1,5	256	CMOS RAM	Si	Si	Si	8.192	8.192	8,32	Si	-	DC, LI	Si	PC	4	RS-232 RS-422	Tiway	7
TI-945	1	66	CMOS EEPROM	-	-	Si	1.023	1.023	8,16,32	Si	-	DC, LI	Si	PC	3	RS-232 RS-422 RS-485	Tiway	7
TI-535	0,9	12	CMOS EEPROM	-	-	Si	1.023	1.023	8,16,32	Si	-	DC, LI	Si	TM,PC	2	RS-232 RS-422	Tiway	-
Toshiba Corporation Ex20 Plus	60	1	RAM EEPROM	-	-	Si	40	2	20	-	-	DC	-	TM,PC	1	RS-232	Propia	-
																RS-422	Propia	
Ex40 Plus	60	1	RAM EEPROM	-	-	Si	80	2	40	-	-	DC	-	TM,PC	1	RS-232 RS-422	Propia	-
Ex100	0,9	4	PAM EEPROM	-	-	-	480	60	16,32	No	Si	DC, BF	Si	TMCRT,PC	1	RS-422	Tosline	-
M20	0,9	4	RAM EEPROM	-	-	-	140	16	16,20,32	No	Si	DC, BF	Si	TMCRT,PC	1	RS-422	Tosline	-
M40	0,9	4	RAM EEPROM	-	-	-	168	16	16,20,40	No	Si	DC, BF	Si	TMCRT,PC	1	RS-422	Tosline	-
Ex250	1,5	4	RAM PROM EEPROM	-	-	Si	512	128	8,16,32	Si	Si	DC, BF	Si	TMCRT,PC	1	RS-422	Tosline	-
Ex500	0,9	8	RAM PROM EEPROM	-	-	Si	1.024	128	8,16,32	Si	Si	DC, BF	Si	TMCRT,PC	1	RS-422	Tosline	-

(1) Tipos de lenguaje: DC: Diagrama con contactos; BF: Bloques de función; LI: Lista de instrucciones; LH: Lenguaje de alto nivel; GF: Grafcet. (2) Equipo de programación: TM: Terminal portátil de mano; CRT: Creador de fichas; PC: Ordenador.

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/ Modelo	Unidad Central						Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones				
	Tiempo de ciclo/ 1 K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Bytes)	Tipo de memoria	Coprosesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie	Red local	Servicio al lector / Redacción n.
ABB Masterpiece 200/1	10	3500	RAM EPROM	Si	Si	Si	2200	1800	8,16,32	Si	Si	BF	Si	CRT, PC	4	RS-232 RS-422	Ethernet	600
Procontic-T200	2	48	RAM EPROM	Si	No	Si	1856	256	16,32	Si	Si	DC, BF, LI	Si	PC, TM	4	RS-232 RS-422	Si	601
Procontic-T200	2.5	16	RAM EPROM	Si	Si	Si	2048	512	16, 32, 64	Si	Si	DC, BF, LI, LH, GF	Si	PC	4	RS-232 RS-422	ZB-10 Ethernet Bitbus	602
Procontic-B	2.5	16	EEPROM	Si	No	Si	2048	256	4, 8, 16	Si	No	DC, BF, LI, LGF	Si	PC, TM	1	RS-232 RS-422	ZB-10	603
Procontic-K200	5	2	EEPROM	No	No	Si	128	4	8	No	No	LI, DC, BF	Si	TM, PC	1	RS-232	-	604
Sigma-Tronic P	10	2	EPROM	No	No	No	22	-	-	No	No	LI	No	CRT	-	-	No	606
Procontic CS-31	2.5	16	EEPROM	Si	No	Si	2048	256	8, 16	Si	No	DC, BF, LI	Si	PC	2	RS-232	ZB-10	608
Aeissa Mida-24	65	1,2	RAM EPROM	No	No	Si	24	-	-	No	No	LI, LH	Si	CRT PC	1	RS-232 RS-422	No	607
Mida-80A	65	1,2	RAM EPROM	No	No	Si	62	19	-	No	No	LI, LH	Si	CRT PC	2	RS-232 RS-422	No	608
Mida-44	32	1,2	RAM EPROM	No	No	Si	44	4	-	No	No	LI, LH	Si	CRT, PC	1	RS-232 RS-422	No	609
Allen-Bradley SLC-500	8	4	RAM EPROM EEPROM	No	No	Si	512	180	4, 8, 16	Si	No	DC	Si	TM, PC	1	RS-485	DH-485	610
Mini PLC-2	7.5	6	RAM EPROM	Si	No	No	256	256	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	CRT, PC	32	RS-232 RS-423-C1	DH	611
PLC-2/30	5	16	RAM	Si	No	Si	1792	512	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	CRT, PC	128	RS-232 RS-423-C1	DH/DH+	612
PLC-3	1	1,920	RAM	Si	Si	Si	4096	4096	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	CRT, PC	-	RS-232 RS-423-C1	DH, MAP	613
PLC-5/10	2	6	RAM EPROM	Si	-	Si	512	256	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	PC	32	RS-232 RS-423-C1	DH+	614
PLC-5/12	2	6	RAM EPROM	Si	-	Si	512	256	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	PC	32	RS-232 RS-423-C1	DH+	615
PLC-5/15	2	14	RAM EPROM	Si	Si	Si	1,024	512	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	PC	128	RS-232 RS-423-C1	DH+	616
PLC-5/25	2	21	RAM EPROM	Si	Si	Si	2,048	1,024	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	PC	256	RS-232 RS-423-C1	DH+	617
PLC-5/VME	2	14	RAM EPROM	Si	No	Si	2,048	1,024	8, 16, 32	Si	Si	DC	Si	PC	256	RS-232 RS-423-C1	DH+	618

(1) Tipos de lenguaje: DC: Diagrama de contactos BF: Bloques de función LI: Lista de instrucciones LH: Lenguaje de alto nivel GF: Gráfico (2) Equipo de programación: TM: Terminal portátil de mano CRT: Creador de lista de PC: Ordenador personal

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/Modelo	Unidad Central					Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones					
	Tiempo de ciclo/1 K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Kbytes)	Tipo de memoria	Coprocador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicos	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie	Red local	Servicio al factor / Redacción
Allen-Bradley Pyramid Integrator	1	8.384	RAM	Si	No	Si	8.192	4.096	8.18,32	Si	Si	DC	Si	PC	1.024	RS-232 RS-423 RS-422-CL	DECnet Ethernet DH MAP	619
PLC 6V 80	0.5	64	RAM EPROM	Si	Si	Si	8.144	3.072	8.18,32	Si	Si	DC	Si	PC	768	RS-232 RS-423CL	DH+(4)	620
PLC 140	0.5	48	RAM EPROM	Si	Si	Si	4.096	2.048	8.18,32	Si	Si	DC	Si	PC	512	-	DH+(4)	621
Aplic. Digt. Micronand Plan 1-52	-	16	RAM EPROM	No	No	Si	48	-	24	No	No	LI	Si	PC	2	RS-232	No	622
April April 15	1	0.6	EEPROM	No	No	Si	40	-	40	No	No	LI, GF	No	TM, CRT	No	No	No	623
SMC 25	1.5	4	EEPROM	Si	Si	Si	304	96	8.18	No	No	DC, GF	Si	TM, CRT, PC	1	RS-232 20 mA	JBUS	624
SMC 31	1.5	8	RAM CMOS	Si	Si	-	304	96	8.18	No	Si	DC, GF	Si	TM, CRT, PC	1	RS-232 20 mA	JBUS JNET	625 628
SMC	1.5	8	RAM REEPROM	Si	Si	Si	288	128	8.18	No	Si	DC, GF	Si	TM, CRT, PC	1	RS-232 20 mA	JNET JBUS	627
SMC 60	1.5	32	RAM EEPROM REEPROM	Si	Si	Si	2.048	256	8.18,32	No	Si	DC, GF	Si	TM, CRT, PC	2	RS-232 RS-485 20 mA	JNET JBUS	628
April 2000	1	80	RAM REEPROM	Si	Si	Si	256	96	8.12,16 24,32	Si	No	DC, BF, LI, LH, GF	Si	TM, CRT, PC	12	RS-232 RS-485 20 mA	FACTOR JNET JBUS MAP	629
April 3000	1	208	RAM REEPROM	Si	Si	Si	1.024	256	8.12,16 24,32	Si	Si	DC, BF, LI, LH, CG	Si	TM, CRT, PC	16	RS-232 RS-485 20 mA	Ethernet JNET JBUS FACTOR/MAP	630
April 7000	1	720	RAM REEPROM	Si	Si	Si	4.096	256	8.12,16 24,32	Si	Si	DC, BF, LI, LH, CG	Si	TM, CRT, PC	16	RS-232 RS-485 20 mA	JBUS PB-NET	631
PB 80	1	2	EPROM RAM CMOS	No	No	Si	320	No	8.18	No	No	DC, LI, GF	No	CRT, TM, PC	2	RS-232 RS-422 V-24	JBUS PBNET	632
PB 200	1	4	RAM	Si	Si	Si	192	64	8.12,16	Si	Si	DC, LI, GF	Si	TM, CRT, PC	4	RS-232 RS-422 V-24	JBUS PBNET	633
PB 41	1	16	RAM EEPROM	Si	Si	Si	1.072	24	8.12,16	Si	Si	DC, LI, GF	Si	TM, CRT, PC	4	RS-232 RS-422 V-24	JBUS PBNET	633

(1) Tipos de lenguaje: DC: Diagrama de contactos; BF: Eléctrico de función; LI: Lista de instrucciones; LH: Lenguaje de alto nivel; GF: Grafet. (2) Equipo de programación: TM: Terminal portátil de mano; CI: T. Consola dedicada; PC: Ordenador personal.

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/ Modelo	Unidad Control						Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones			Servicio al lector / Redacción n.	
	Tiempo de ciclo/1 K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Kbytes)	Tipo de memoria	Coprocesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie		Red local
Jetter Fase-E	-	8	RAM EPROM EEPROM	No	No	Si	512	48	16	Si	Si	LH	Si	PC	32	RS-232 RS-432	Propia	665
Keyence KX-mini	0,085	1	CMOS RAM	-	-	Si	16	-	19	-	-	DC	Si	CRT	-	-	-	668
Klöckner-Moeller PS 3	5	36	RAM EPROM	No	No	Si	132	20	38	Si	No	DC, BF, LI	Si	TM,CRT,PC	1	RS-232 RS-485	Suconet Clase I	667
PS 306	0,5	64	RAM EPROM	Si	No	Si	342	45	33	Si	No	DC, BF, LI	Si	TM,CRT,PC	2	RS-232 RS-485	Suconet Clase I-II	668
PS 316	0,5	64	RAM EPROM	Si	No	Si	2158	128	18	Si	Si	DC, BF, LI	Si	TM,CRT,PC	8	RS-232 RS-485	Suconet Clase I-II	669
PS 32	2,5	32	RAM EPROM	Si	No	Si	2048	128	32	Si	Si	DC, BF, LI	Si	TM,CRT,PC	18	RS-232 RS-485	Suconet Clase I-II	670
IPC 620-12	2,5	2	RAM	Si	No	Si	256	256	32	Si	Si	DC,BF	Si	TM,CRT,PC	5	RS-232 RS-422 RS-485	Ethernet	671
IPC 620-18	2,5	8	RAM	Si	No	Si	1024	1024	32	Si	Si	DC,BF	Si	TM,CRT,PC	5	RS-232 RS-422 RS-485	Suconet Clase I y Ethernet	672
IPC 620-26	2,5	18	RAM	Si	No	Si	2048	2048	32	Si	Si	DC,BF	Si	TM,CRT,PC	5	RS-232 RS-422 RS-485	Suconet Clase I y Ethernet	673
IPC 620-36	2,5	32	RAM	Si	Si	Si	2048	2048	32	Si	Si	DC,BF	Si	TM,CRT,PC	9	RS-232 RS-422 RS-485	Suconet Clase I y Ethernet	674
Kuhnke Kuax 857	1	16	RAM EPROM	Si	No	Si	1280	320	32	Si	Si	BF, LI	Si	PC	16	RS-232 RS-485 TTY	Kin Profibus	675
Kuax 667 Pico	2	4	RAM EPROM	No	No	Si	32	5	-	No	No	BF, LI	Si	PC	1	RS-232	Kin	676
Kuax 667 Compact	2	4	RAM EPROM	No	No	Si	64	5	-	No	No	BF, LI	Si	PC	1	RS-232	Kin	677
Marposs E 12-MPC	6	4	EPROM EEPROM RAM	No	No	Si	384	-	8	No	No	DC, BF, LI, GF	Si	TM,PC	1,2	RS-232 RS-422	No	678
Mitsubishi Electric Serie F1	12	1000	RAM EPROM EEPROM	-	-	Si	120	18	8,10,12 20,30,40 60	No	Si	DC, LI, GF	Si	TM,CRT,PC	1	RS-232	Mini-Net	679
Serie A2C	1,25	8	RAM EPROM EEPROM	-	-	Si	512	-	-	No	No	DC, LI, LH, GF	Si	TM,CRT,PC	-	-	Multidrop Modem-Net	680

(1) Tipo de lenguaje: DC: Diagrama de contactos BF: Bloques de función LI: Lista de instrucciones LH: Lenguaje de alto nivel GF: Grafcet (2) Equipo de programación TM: Terminal portátil de mano CRT: Consola dedicada PC: Ordenador personal

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/Modelo	Unidad Central					Entradas / Salidas				Programación			Comunicaciones					
	Tiempo de ciclo/1 K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Kbytes)	Tipo de memoria	Coprocesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie	Red local	Servicio al lector / Redacción
Mitsubishi Electric Serie A	0,2	60	RAM EPROM	SI	SI	SI	2048	1.024	16.32,64	SI	SI	DC, LI, LH, GF	SI	TM, CRT, PC	8	RS-232C RS-422	Multidrop Melsec-Net Token ring	681
Sei IX	0,74	8	RAM EPROM	No	SI	SI	256	-	8,16,32,48	SI	SI	DC, LI, LH, GF	SI	TM, CRT, PC	-	RS-232C RS-422	Melsec Mini-Net	682
Sei f	7	2	RAM EPROM	SI	-	SI	240	18	8,10,20,40,60	SI	SI	TM, CRT, PC	SI	TM, CRT, PC	1	RS-422	Melsec Mini-Net	683
Murelektronik MPC 16/8	60	1	RAM EPROM	No	No	SI	24	-	-	-	-	LI	No	CRT	-	-	No	684
MPC 16/16	60	1	RAM EPROM	No	No	SI	32	-	24	-	-	LI	No	CRT	-	-	No	685
National Matsushita AFM 6115	4,25	2	RAM EPROM	SI	No	SI	192	20	24,16	-	-	DC, LI	SI	TM, PC	1	RS-422	No	686
Omnor C 2	10	1	RAM EPROM	No	No	SI	140	0	28,56	No	No	DC, LI	SI	TM, CRT, PC	1	RS-232C RS-422	Sysway Sysbus	687
C20	10	1	RAM EPROM	No	No	SI	140	8	4,16,20,28,40,60	No	No	DC, GF, LI	SI	TM, CRT, PC	1	RS-232C RS-422	Sysway Sysbus	688
C 200 H	7	8	RAM EPROM	SI	No	SI	1.680	40	8,12,16,32	No	SI	DC, GF, LI	SI	TM, CRT, PC	20	RS-232C RS-422	Sysway Sysbus Sysmac Net	689
C 500	8	24	RAM EPROM	SI	No	SI	512	128	16,32,64	SI	SI	DC, LI	SI	TM, CRT, PC	32	RS-232C RS-422	Sysway Sysbus Sysmac Net	690
C 100 H	5	32	RAM EPROM	SI	No	SI	2.048	512	16,32,64	SI	SI	DC, LI, GF	SI	TM, CRT, PC	128	RS-232C RS-422	Sysway Sysbus Sysmac Net	691
C 200 H	5	32	RAM EPROM	SI	SI	SI	2.048	512	16,32,64	SI	SI	DC, LI, GF	SI	TM, CRT, PC	128	RS-232C RS-422	Sysway Sysbus Sysmac Net	692
C 20 H	7,5	2	RAM EPROM	No	No	SI	140	0	20, 28, 40	No	No	DC, LI, GF	SI	TM, CRT, PC	2	RS-232C RS-422	Sysway	693
SP 10	20	100	EEPROM	No	No	SI	10	0	10	No	No	DC, LI	SI	TM	0	-	-	694
Osai A-II 860 GP	2	128	RAM EPROM	SI	SI	SI	405	6	66,36	No	SI	LI, LH	SI	CRT, PC, TM	2	RS-232C	Hermes Link	695
Philips PC 30	1	16	RAM EPROM	SI	No	SI	2.048	128	4,8,16,32,128	SI	SI	BF, LI, LH, GF, DC	SI	TM, CRT, PC	15	RS-232C RS-422 RS-485	PPC COM PPC POINT MOD BUS	696
MC 30	2	16	RAM EPROM	No	No	No	120	24	12,28,128	No	No	BF, LI, LH, GF, DC	SI	TM, CRT, PC	2	RS-232C RS-485	PPC COM	697

(1) Tipo de lenguaje DC Diagrama de contactos BF Esquema de función LI Lista de instrucciones LH Lenguaje de alto nivel GF Control (2) Equipo de programación TM Terminal portátil de mano CRT Consola de línea PC Ordenador personal

SIMATIC® TI305™ Specifications

	TI315™	TI325™	TI330™	TI335™
I/O Points	24	168	168	168
Total Memory				
Standard, CMOS RAM	0.7K	0.7K	3.7K	3.7K
Expansion, CMOS RAM	n/a	1.7K	n/a	n/a
Optional, EPROM	0.7K	1.7K	3.7K	3.7K
Scan Rate	30 mS/7K	12 mS/K	12 mS/K	.8 mS/K Boolean
Internal Functions				
Total # of instructions	22	55	55	55
Integer math	No	Yes	Yes	Yes
Password protection	No	Yes	Yes	Yes
Total # of internal coils (control relays)	155	140	140	196
Non-retentive coils	96	112	112	168
Retentive coils	59	28	28	28
Special function coils	5	12	12	12
Timers/counters (4 digit) ¹	20	64	64	64
Shift registers (steps)	155 ²	128	128	128
Data registers (16 bit)	n/a	64	64	128
Sequencers (9999 step) ³	20	64	64	64
Programming Environment				
TISOFT IBM PC software	Yes	Yes	Yes	Yes
Handheld Programmer	Yes	Yes	Yes	Yes
Ⓞ				
Base density	n/a	5/8/10	5/8/10	5/8/10
Module density	n/a	4/8/16	4/8/16	4/8/16
Analog I/O		24 ⁴	24 ⁴	24 ⁴
High-speed counter	2 kHz built-in	10 kHz module	10 kHz module	10 kHz module
Agency Approvals	UL (0°-60°C) FM Class I Div2 CSA	UL (0°-60°C) FM Class I Div2* CSA*	UL (0°-60°C) FM Class I Div2* CSA*	UL (0°-60°C) FM Class I Div2* CSA*
Battery Life (typical)	5 years	5 years	5 years	5 years
Mounting dimensions				
TI315	8.3"×6.4"×2.2"			
5-slot chassis	11.4"×4.7"×5.5"			
8-slot chassis	15.6"×4.7"×5.5"			
10-slot chassis	18.3"×4.7"×5.5"			

¹Any mix of timers or counters

²Implemented using internal coils

³Implemented using counters

⁴Six 16-point references allowed per system

*Approval for specific part numbers

Siemens Industrial Automation, Inc.
100 Technology Drive
Alpharetta, GA 30202

Order No. I2BB002
Printed in the U.S.A.

SIEMENS and SIMATIC are registered trademarks of Siemens AG.
TISOFT, Stage and JNET2 are trademarks of Siemens Industrial
Automation, Inc. TI is a registered trademark of Texas Instrument
Incorporated. TI305, TI315, TI325, TI330 and TI335 are trademarks
of Texas Instruments Incorporated.
IBM is a trademark of International Business Machines Corporation.

Autómatas programables

Características técnicas de autómatas programables

NOTA: Esta relación no pretende ser exhaustiva. Sólo aparecen aquellas empresas conocidas por esta redacción que han respondido a nuestra demanda de información.

Fabricante/Modelo	Unidad Central						Entradas / Salidas					Programación			Comunicaciones			
	Tiempo de ciclo/1 K (ms)	Capacidad de memoria (K palabras - Kbytes)	Tipo de memoria	Coprocesador	Redundancia	Diagnósticos	Máximo E/S digitales	Máximo E/S analógicas	Número de E/S por módulo	PID	Control de ejes	Lenguaje (1)	Instrucciones aritméticas	Equipo de programación (2)	Número de canales serie	Tipo de canales serie	Red local	Servicio al lector / Redacción n.
Phillips MC 31	2	16	PAM EPROM EEPROM	Si	No	Si	120	24	12,24,120	No	No	BF, LI, LH, GF, DC	Si	TM,CRT,PC	3	RS-232 RS-485	FFC COM	699
MC 40	10	16	RAM	No	No	No	21	-	-	No	No	LI	Si	TM	-	-	No	699
MC 41	10	16	RAM	No	No	Si	21	4	-	No	No	BF, LI, LH, GF, DC	Si	TM,CRT,PC	2	RS-232 RS-485	FFC COM	700
LMS 200	0.5	32	RAM EPROM	Si	No	Si	4.096	512	4, 8, 16, 32	Si	Si	DC, BF, LI, GF	-	PC	16	RS-232C RS-422 RS-485	FFC COM MOD BUS PROTIBUS VME BUS	701
Robert Bosch CL-300	30	16	RAM EPROM EEPROM	Si	Si	Si	1.024	1.024	8,16,32	Si	Si	DC, LI	Si	CRT,PC	-	RS-232 RS-422	-	702
PC-600	30	64	RAM EPROM EEPROM	Si	Si	Si	4.096	4.096	8,16,32	Si	Si	DC, LI	Si	CRT,PC	-	RS-232 RS-422	-	703
PC-400	1	16	RAM EPROM	-	-	Si	1.024	-	8,16,32	Si	Si	DC, LI	No	CRT,PC	-	RS-232 RS-422	-	704
CL-100	35	1	RAM EEPROM	No	Si	No	64	-	-	No	No	DC, LI	No	TM,CRT,PC	1	-	-	705
CL-500	0.8	128	RAM EPROM EEPROM	Si	Si	Si	4.096	4.096	8,16,32	Si	Si	DC, LI	Si	CRT,PC	-	RS-232 RS-422	-	706
Sac PC-109	-	128	RAM EPROM	-	No	Si	40	16	8	Si	Si	LI	Si	TM,CRT,PC	2	RS-232C	MR net	707
RM-209	-	768	RAM	-	No	Si	1.024	160	16	Si	Si	LI	Si	TM,CRT,PC	2	RS-232C	MR net SAC net	708
ER-M2	-	128	EPROM RAM	No	No	Si	1.024	160	8	Si	Si	LI	Si	TM,CRT,PC	4	RS-232C	MR net SAC net	709
4CL-3000	-	512	RAM	Si	Si	Si	192	128	8	Si	Si	LH, LI	Si	CRT,PC	2	RS-232C	SAC net	710
Saia PCA0	70	4	RAM EPROM	No	No	Si	64	0	No	No	No	LI	Si	TM,CRT,PC	0	0	No	711
PCA1	70	8	RAM EPROM	No	No	Si	224	128	8	Si	No	LI	Si	TM,CRT,PC	2	RS-232C 20 mA	SAIA LAN 1	712
PCA2	70	8	RAM EPROM	No	No	Si	512	80	16,32	Si	No	LI	Si	TM,CRT,PC	1	RS-232C 20 mA	SAIA LAN 1	713
PCD4	6	128	RAM EPROM	Si	No	Si	512	256	8,16	Si	Si	DC, BF, LI, GF	Si	PC, TM	4	RS-232C RS-422 20 mA RS-485	LAC SAIA LAN 1	714
PCD6	5.4	256	RAM EPROM	Si	No	Si	8.120	5.120	16,32	Si	No	DC, BF, LI, GF	Si	PC, TM	28	RS-232C RS-422 20 mA RS-485	LAC SAIA LAN 1	715

(1) Tipo de lenguaje: DC: Diagrama de contactos BF: Bloques de función LI: Lista de instrucciones LH: Lenguaje de alto nivel GF: Grafcet (2) Equipo de programación TM: Terminal portátil de mano CRT: Consola dedicada PC: Ordenador personal