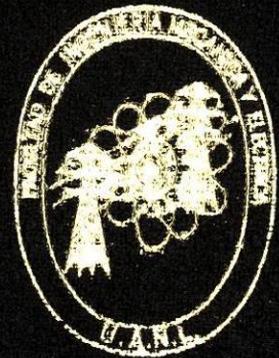
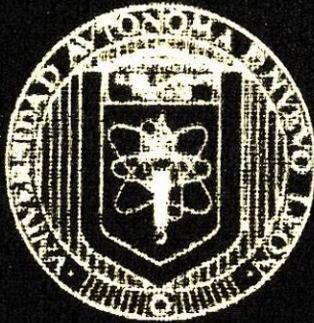


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



AUTOMATIZACION DE UNA MAQUINA
PUNTEADORA A BASE DE PLC

TESINA

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

PRESENTA

EDGAR GUILLERMO ESPARZA QUINTANILLA

ASESOR: ING. FRANCISCO ESPARZA RAMIREZ

CD. UNIVERSITARIA

30 DE JUNIO DE 1996

T
TJ223
.P76
E8
C.1



1080064409

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



AUTOMATIZACION DE UNA MAQUINA
PUNTEADORA A BASE DE PLC

TESINA

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

PRESENTA

EDGAR GUILLERMO ESPARZA QUINTANILLA

ASESOR: ING. FRANCISCO ESPARZA RAMIREZ

CD. UNIVERSITARIA

30 DE JUNIO DE 1996

T
TS 223
- P76
E8



LA PRESENTE ESTA DEDICADA A MIS PADRES

JESUS EDUARDO ESPARZA LUNA
OLGA GUADALUPE QUINTANILLA DE ESPARZA

Y A MIS HERMANOS

OLGA IRENE ESPARZA QUINTANILLA
EDUARDO FELIPE ESPARZA QUINTANILLA
HAIDEE ESPARZA QUINTANILLA
CYNTHIA ORFELINDA ESPARZA QUINTANILLA

POR EL APOYO Y COMPRESION QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO

INDICE

PAGINA

I.- INTRODUCCION A LOS CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES	1
1.1) DEFINICION	
1.2) HISTORIA DE LOS PLC'S	
1.3) ESTANDAR IEC 1131-3 PARA PROGRAMACION DE PLC'S	
II.- SISTEMAS Y CODIGOS NUMERICOS	3
2.1) INTRODUCCION	
2.2) SISTEMAS NUMERICOS	
2.3) FORMATO DE LA PALABRA REGISTRO	
III.- CONCEPTOS LOGICOS	5
3.1) CONCEPTO BINARIO	
3.2) FUNCIONES LOGICAS	
3.3) CIRCUITOS PLC	
3.4) SIMBOLOGIA DE CONTACTOS	
IV.- PROCESADOR, FUENTE Y DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION	7
4.1) INTRODUCCION	
4.2) PROCESADORES	
4.3) BARRIDO DEL PROCESADOR	
4.4) SUBSISTEMAS, DETECCION DE ERROR Y DIAGNOSTICO DEL CPU	
4.5) FUENTES DEL SISTEMA	
4.6) DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION	
V.- SISTEMAS DE MEMORIA E INTERACCION DE I/O	10
5.1) MEMORIA	
5.2) ESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE MEMORIA	
5.3) CONSIDERACIONES DE MEMORIA	

INDICE

PAGINA

VI.- SISTEMAS DE I/O DISCRETAS	12
6.1) INTRODUCCION	
6.2) RACKS DE I/O	
6.3) ENTRADAS DISCRETAS	
6.4) SALIDAS DISCRETAS	
VII.- SISTEMAS DE I/O ANALOGICAS	14
7.1) INTRODUCCION	
7.2) ENTRADAS ANALOGICAS	
7.3) SALIDAS ANALOGICAS	
VIII.- PROGRAMACION	15
8.1) INTRODUCCION	
8.2) DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION	
IX) VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PLC	15
X) PROYECTO:	
AUTOMATIZACION DE UNA MAQUINA PUNTEADORA A BASE DE PLC	17
10.1) INTRODUCCION	
10.2) ENTRADAS	
10.3) SALIDAS	
10.4) ESQUEMA DE LA MAQUINA PUNTEADORA	
10.5) DIAGRAMA ELECTRICO DE LA MAQUINA PUNTEADORA	
10.6) DIAGRAMA ESCALERA DE LA MAQUINA PUNTEADORA	
10.7) CODIFICACION DEL PROGRAMA DE LA MAQUINA PUNTEADORA	

I.- INTRODUCCION A LOS CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES

1.1) DEFINICION

LOS CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (PLC'S) SON LA HERRAMIENTA PREDOMINANTE PARA LA AUTOMATIZACION DE LA INDUSTRIA. SON LA SOLUCION IDEAL PARA APLICACIONES DE CONTROL SECUENCIAL, CONTROL LOGICO EN GENERAL Y SEGURIDAD.

UN PLC PUEDE DEFINIRSE COMO UN DISPOSITIVO DE ESTADO SOLIDO MIEMBRO DE UNA FAMILIA DE COMPUTADORAS. ES CAPAZ DE ALMACENAR INSTRUCCIONES PARA IMPLEMENTAR FUNCIONES DE CONTROL TALES COMO SECUENCIA, REGULACION DE TIEMPO, CONTEO, ARITMETICA, MANIPULACION DE DATOS Y COMUNICACIONES PARA MAQUINAS Y PROCESOS INDUSTRIALES.

1.2) HISTORIA DE LOS PLC'S

EL PLC FUE INTRODUCIDO EN 1969 PARA REEMPLAZAR LA GRAN INSTALACION DE ALAMBRES Y RELEVADORES EN EL PANEL DE CONTROL, Y FUE DISEÑADO CON UN LENGUAJE DE PROGRAMACION. HUBO PROBABLEMENTE DOS FACTORES PRINCIPALES EN EL DISEÑO INICIAL DE LOS PLC'S QUE CONDUJO A SU EXITO, PRIMERO ALTAMENTE FIABLES POR SUS COMPONENTES EN ESTADO SOLIDO Y LOS CIRCUITOS ELECTRONICOS JUNTO CON LOS MODULOS FUERON DISEÑADOS PARA EL SEVERO AMBIENTE INDUSTRIAL; Y EL SEGUNDO FACTOR, FUE QUE EL LENGUAJE DE PROGRAMACION SELECCIONADO INICIALMENTE ESTABA BASADO EN LA LOGICA ESCALERA ESTANDAR.

LOS PRIMEROS PLC'S FUERON REEMPLAZADORES DE LOS RELEVADORES. ALGUNAS DE LAS ESPECIFICACIONES INICIALES INCLUIAN LO SIGUIENTE:

- ✦ PRECIO COMPETITIVO CON LOS SISTEMAS DE RELEVACION EXISTENTES.
- ✦ CAPAZ DE MANTENERSE EN AMBIENTE INDUSTRIAL.
- ✦ INTERFACES DE ENTRADA Y SALIDA FACILMENTE INTERCAMBIABLES.
- ✦ DISEÑO EN FORMA MODULAR PARA QUE LOS SUB-ENSAMBLES SE PUEDAN QUITAR FACILMENTE PARA REPARACION O REEMPLAZO.
- ✦ CAPACIDAD DE PASAR DATOS RECOLECTADOS A UN SISTEMA CENTRAL.
- ✦ SISTEMA CAPAZ DE VOLVERSE A UTILIZAR.
- ✦ EL METODO DE PROGRAMACION DEL CONTROLADOR DEBE SER SIMPLE.

EL PRIMER PLC

LOS PRIMEROS PLC'S OFRECIERON FUNCIONALIDAD EN LA RELEVACION, REEMPLAZANDO ASI LA LOGICA DE RELEVACION Y EL USO EN AMBIENTE INDUSTRIAL

FUE ALCANZADO. LA PROGRAMACION, AUNQUE TEDIOSA, TENIA UN ESTANDAR RECONOCIBLE: FORMATO ESCALERA.

PRIMERAS INNOVACIONES

EL AVANCE EN LA TECNOLOGIA DE MICROPROCESADORES CREO UN DRAMATICO CAMBIO EN LOS CONTROLADORES PROGRAMABLES. ESTOS NUEVOS MICROPROCESADORES AUMENTARON LA FLEXIBILIDAD E INTELIGENCIA DEL PLC. EN ADICION A LAS FUNCIONES DE RELEVACION, LOS PLC'S SON AHORA CAPACES DE EJECUTAR FUNCIONES ARITMETICAS Y DE MANIPULACION DE DATOS, COMUNICACION E INTERACCION CON EL OPERADOR Y COMUNICACIONES CON COMPUTADORAS.

EL TUBO DE RAYOS CATODICOS (CRT) USADO EN COMPUTADORAS, ES AHORA UNA HERRAMIENTA DE PROGRAMACION PARA INTERACCION DEL PROGRAMADOR Y DEL PLC. ESTO FUE UNA ALTERNATIVA EN EL PROCESO TEDIOSO DE PROGRAMACION MANUAL. LOS SIMBOLOS USADOS EN DIAGRAMAS ESCALERAS SIRVIERON PARA IMPLEMENTAR NUEVAS INSTRUCCIONES Y PROPORCIONAR ACCESO A LAS FUNCIONES CREADAS POR EL MICROPROCESADOR. SE AGREGARON NUEVOS SIMBOLOS PARA REPRESENTAR OPERACIONES COMO COMPARACIONES, TRANSFERENCIA DE DATOS Y FUNCIONES ARITMETICAS.

LA ADICION DE FUNCIONES ARITMETICAS Y EL MEJORAMIENTO DE INSTRUCCIONES PERMITIO LA APLICACION DE LOS PLC'S CON DISPOSITIVOS DE INSTRUMENTACION PARA PROPORCIONAR ENTRADA DE DATOS NUMERICOS.

PLC'S ACTUALES

EL HARDWARE DE LOS PLC'S A MEJORADO GRADUALMENTE A TRAVES DE LOS AÑOS Y HOY EN DIA ESTAN DISPONIBLES A UN BAJO COSTO, LISTOS PARA TRABAJAR EN AMBIENTES RUDOS Y SIN COSTOS ADICIONALES POR INTERFASE. SIN EMBARGO LA PROGRAMACION DEL PLC A SUFRIDO UNA CARENCIA DE UNIFORMIDAD. ADEMAS, LOS METODOS DE PROGRAMACION NORMAL DE LOGICA ESCALERA HAN TENIDO QUE SER CASI ABANDONADOS.

LA SITUACION HA CAMBIADO, LA INDUSTRIA DE LOS PLC'S COMPRENDIO LOS PROBLEMAS QUE FUERON CREADOS POR LA DEPENDENCIA DE LOS FABRICANTES EL POBRE SOPORTE EN EL MANTENIMIENTO Y EN EL DISEÑO DE SOFTWARE. COMO RESULTADO EL ESTANDAR IEC 1131-3 FUE DESARROLLADO ESTO ES EL PRIMER PASO HACIA UNA GRAN UNIFORMIDAD Y ESTRUCTURA EN LOS METODOS DE PROGRAMACION DE LOS PLC'S. ESTE ESTANDAR A SIDO ADOPTADO RAPIDAMENTE POR LOS FABRICANTES Y USUARIOS FINALES EN EUROPA, NORTE AMERICA Y EL RESTO DEL MUNDO.

1.3) ESTANDAR IEC 1131-3 PARA PROGRAMACION DE PLC'S

LA NECESIDAD DE LA ESTANDARIZACION DE LOS PLC'S FUE PROPUESTA EN LOS 70'S. PERO NO FUE HASTA '92 QUE EL ESTANDAR IEC 1131-3 FUE PUBLICADO. IEC 1131-3

INCORPORA CINCO PRINCIPALES LENGUAJES DE PROGRAMACION EN UN BIEN DEFINIDO E INTEGRADO ESTANDAR. EN ADICION PARA LA LOGICA ESCALERA Y LISTA DE INSTRUCCIONES, UN LENGUAJE GRAFICO POR MEDIO DE FUNCIONES SECUENCIALES DE TRAZO; TEXTO ESTRUCTURADO COMO EL LENGUAJE PASCAL Y DIAGRAMAS DE BLOQUES EN LOS CUALES UN BLOQUE ENVUELVE COMPUERTAS LOGICAS, TEMPORIZADORES, ETC.

LA SIGUIENTE LISTA DESCRIBE ALGUNAS DE LAS MEJORAS QUE HAN OCURRIDO:

- ◆ TIEMPOS DE SCAN MAS RAPIDOS.
- ◆ BAJO COSTO.
- ◆ PLC'S MAS PEQUEÑOS REQUIRIENDO MENOS ESPACIO.
- ◆ SISTEMAS DE I/O DE ALTA DENSIDAD CON INTERFASE, POR LO TANTO, DE BAJO COSTO Y EFICIENCIA DE ESPACIO.
- ◆ INTERFACES DE I/O INTELIGENTES, BASADOS EN MICROPROCESADORES.

II.- SISTEMAS Y CODIGOS NUMERICOS

2.1) INTRODUCCION

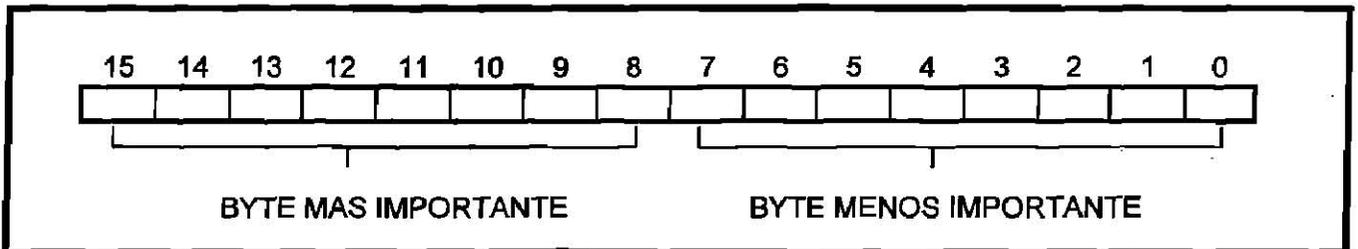
EN GENERAL, LOS PLC'S TRABAJAN CON NUMEROS BINARIOS EN UNA FORMA O EN OTRA PARA REPRESENTAR VARIOS CODIGOS O CANTIDADES. EN GENERAL LA BASE DE UN SISTEMA NUMERICO DETERMINA EL NUMERO TOTAL DE SIMBOLOS USADOS.

2.2) SISTEMAS NUMERICOS

LOS SISTEMAS NUMERICOS Y CODIGOS DIGITALES QUE SE ENCUENTRAN FRECUENTEMENTE EN LOS PLC'S PARA ASIGNACION DE DIRECCION DE I/O SON: BINARIO, OCTAL, DECIMAL Y HEXADECIMAL.

2.3) FORMATOS DE LA PALABRA REGISTRO

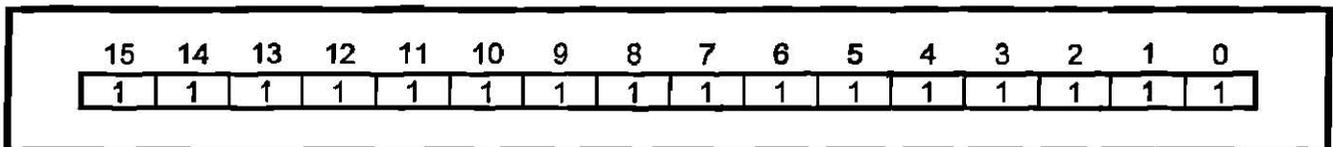
EN UN PLC A UNA PALABRA TAMBIEN SE LE CONOCE COMO REGISTRO O LOCALIDAD Y CONSTA DE DOS BYTES O 16 BITS. COMO SE MUESTRA A CONTINUACION.



GENERALMENTE EL DATO SE REPRESENTA DIRECTAMENTE (NO CODIFICADO) EN BINARIO, O BCD.

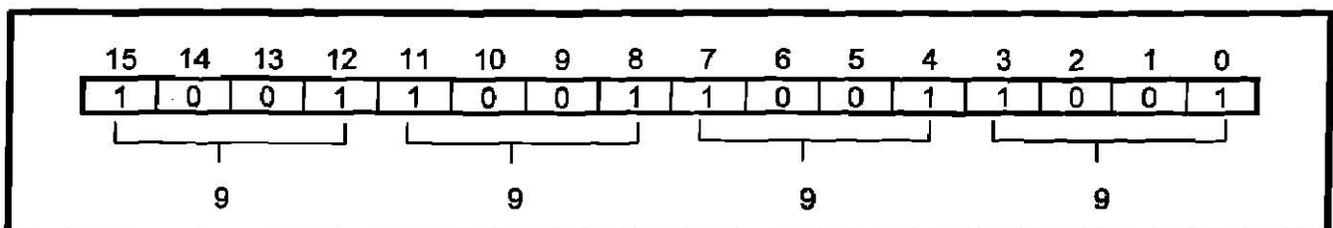
FORMATO BINARIO

EL DATO ALMACENADO EN ESTA FORMA SE CONVIERTE DIRECTAMENTE A SU EQUIVALENTE DECIMAL SIN NINGUNA RESTRICCIÓN.



FORMATO BCD

EL DATO ALMACENADO EN ESTA FORMA, USA 4 BITS PARA REPRESENTAR UN SOLO DÍGITO.



III.- CONCEPTOS LOGICOS

3.1) EL CONCEPTO BINARIO

EL CONCEPTO BINARIO NO ES NADA NUEVO Y LO PODEMOS REPRESENTAR EN LAS SIGUIENTES TABLAS.

USANDO LOGICA POSITIVA

EJEMPLO	1 (+V)	0 (0V)
LIMIT SWITCH	OPERADO	NO OPERADO
LAMPARA	ON	OFF
MOTOR	TRABAJANDO	PARADO
SOLENOIDE	CARRADA	ABIERTA

USANDO LOGICA NEGATIVA

EJEMPLO	1 (0V)	0 (+V)
LIMIT SWITCH	NO OPERADO	OPERADO
LAMPARA	OFF	ON
MOTOR	PARADO	TRABAJANDO
SOLENOIDE	ABIERTA	CARRADA

3.2) FUNCIONES LOGICAS

LAS OPERACIONES REALIZADAS POR LOS PLC'S ESTAN BASADAS EN LAS TRES OPERACIONES LOGICAS FUNDAMENTALES QUE SON: AND, OR Y NOT.

3.3) CIRCUITOS PLC

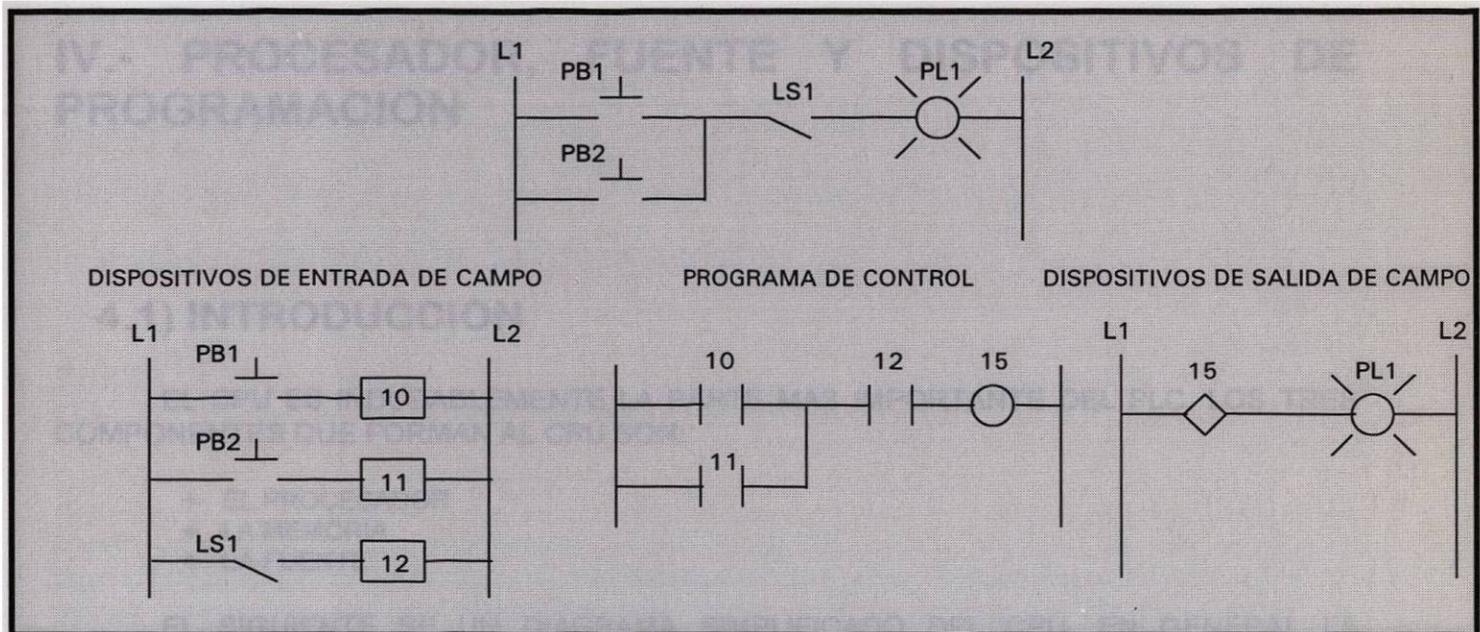
LA LOGICA ALAMBRADA SE REFIERE A LAS FUNCIONES DE CONTROL QUE SON DETERMINADAS POR LA MANERA EN QUE LOS DISPOSITIVOS SON INTERCONECTADOS. UNA FUNCION PRINCIPAL DEL PLC ES REMPLAZAR LA LOGICA ALAMBRADA EXISTENTE O BIEN IMPLEMENTAR FUNCIONES DE CONTROL DE NUEVOS SISTEMAS. EL DIAGRAMA ESCALERA DEL PLC SE IMPLEMENTA POR MEDIO DE SOFTWARE.

LOS RELEVADORES IMPLEMENTADOS EN EL PLC SE BASAN EN LAS TRES FUNCIONES LOGICAS ANTES MENCIONADAS LAS CUALES DETERMINAN SI UN DISPOSITIVO VA A SER SWITCHEADO ON/OFF. UNO DE LOS LENGUAJES UTILIZADO PARA IMPLEMENTAR LAS FUNCIONES DEL PLC ES EL DIAGRAMA ESCALERA, TAMBIEN LLAMADO SIMBOLOGIA DE CONTACTOS.

EL DIAGRAMA ESCALERA COMPLETO PUEDE VERSE COMO AQUEL FORMADO POR CIRCUITOS INDIVIDUALES TENIENDO CADA UNO UNA SALIDA. A CADA CIRCUITO SE LE LLAMA RUNG O TRAVESAÑO. POR LO TANTO UN RUNG ES UN CONJUNTO DE CONTACTOS QUE CONTROLAN UNA SALIDA DEL PLC.

LOS SIMBOLOS QUE REPRESENTAN LAS ENTRADAS SE CONECTAN EN SERIE, PARALELO O EN ALGUNA COMBINACION PARA OBTENER LA FUNCION DESEADA; ESTAS ENTRADAS REPRESENTAN LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA QUE SE CONECTAN A LA INTERFASE DE ENTRADA DEL PLC, POR LO TANTO LAS SALIDAS REPRESENTAN LOS DISPOSITIVOS QUE SE CONECTAN A LA INTERFASE DE SALIDA.

DIRECCION. CADA SIMBOLO DEL RUNG TIENE UN NUMERO DE REFERENCIA, QUE REPRESENTA LA DIRECCION DE LA MEMORIA DONDE SE ALMACENA EL ESTADO 1 O 0 DE LA ENTRADA O SALIDA. A CONTINUACION SE MUESTRA UN CIRCUITO DE RELEVADORES Y SU IMPLEMENTACION EQUIVALENTE EN EL PLC.



3.4) SIMBOLOGIA DE CONTACTOS

LOS CONTACTOS Y RELEVADORES DE LOS PLC'S FUNCIONAN DE UNA FORMA MUY SIMILAR. UN CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO SE CIERRA CUANDO SE ENERGIZA Y UNO NORMALMENTE CERRADO SE ABRE CUANDO SE ENERGIZA. SI UN CONJUNTO DE CONTACTOS PERMITE CONTINUIDAD A UNA SALIDA, ESTA SE ENERGIZA (ON).

LOS SIGUIENTES SIMBOLOS SE UTILIZAN PARA TRASLADAR CIRCUITOS DE RELEVADORES A DIAGRAMAS ESCALERA.

SIMBOLO	DEFINICION É INTERPRETACION
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO. REPRESENTA UNA ENTRADA QUE PUEDE CONECTARSE A UN SENSOR, UN SWITCH O BIEN, REPRESENTA UN CONTACTO DE UNA SALIDA INTERNA.
	CONTACTO NORMALMENTE CERRADO. REPRESENTA UNA ENTRADA QUE PUEDE CONECTARSE A UN SENSOR, UN SWITCH O BIEN, REPRESENTA UN CONTACTO DE UNA SALIDA INTERNA.
	SALIDA. REPRESENTA CUALQUIER SALIDA QUE ES MANEJADA POR ALGUNA COMBINACION DE ENTRADAS.

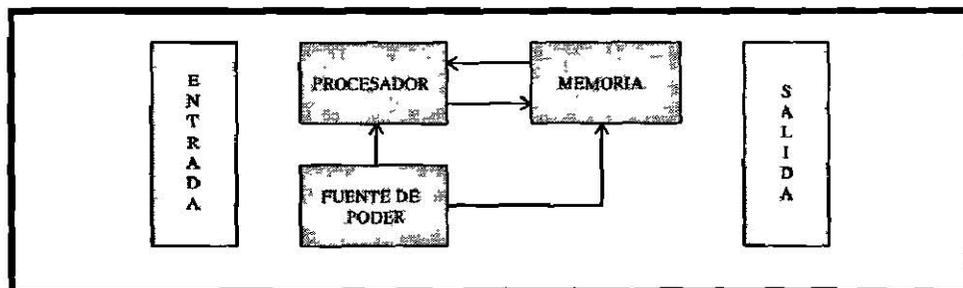
IV.- PROCESADOR, FUENTE Y DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION

4.1) INTRODUCCION

EL CPU ES INDUDABLEMENTE LA PARTE MAS IMPORTANTE DEL PLC. LOS TRES COMPONENTES QUE FORMAN AL CPU SON:

- ✦ EL PROCESADOR
- ✦ LA MEMORIA
- ✦ LA FUENTE

EL SIGUIENTE SE UN DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL CPU. EN GENERAL LA ARQUITECTURA DEL CPU DIFIERE DE UN FABRICANTE A OTRO PERO LA MAYORIA PRESENTAN ESTOS TRES COMPONENTES.



EL TERMINO CPU FRECUENTEMENTE SE INTERCAMBIA POR PROCESADOR, SIN EMBARGO, EL TERMINO CPU ENCIERRA TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA FORMAR LA INTELIGENCIA DEL SISTEMA. HAY UNA INTERACCION FUNCIONAL DEFINIDA DEL CPU CON LOS DEMAS COMPONENTES BASICOS. EL PROCESADOR EJECUTA EL PROGRAMA ALMACENADO EN LA MEMORIA EN FORMA DE DIAGRAMA ESCALERA, MIENTRAS QUE LA FUENTE PROPORCIONA LOS VOLTAJES NECESARIOS PARA LA OPERACION APROPIADA DE TODOS LOS COMPONENTES.

4.2) PROCESADORES

LA INTELIGENCIA DE LOS CONTROLADORES ACTUALES ESTA FORMADA POR MICROPROCESADORES, LOS CUALES EJECUTAN TODAS LAS OPERACIONES MATEMATICAS, MANEJO DE DATOS Y RUTINAS DE DIAGNOSTICO QUE NO SON POSIBLES DE LLEVARSE A CABO CON RELEVADORES.

LA PRINCIPAL FUNCION DEL PROCESADOR ES COMANDAR Y GOBERNAR LAS ACTIVIDADES DEL SISTEMA COMPLETO, LAS CUALES REALIZA INTERPRETANDO Y EJECUTANDO UNA COLECCION DE PROGRAMAS CONOCIDOS COMO EJECUTIVO Y ESTA PERMANENTEMENTE ALMACENADO YA QUE ES UNA PARTE DEL MISMO CONTROLADOR. EL PLC PUEDE TENER MAS DE UN PROCESADOR PARA EJECUTAR LAS TAREAS Y/O COMUNICACIONES DEL SISTEMA. LA RAZON BASICA DE ESTE ARREGLO ES LA VELOCIDAD DE OPERACION QUE SE PUEDE ALCANZAR. ESTE TIPO DE CONFIGURACION ES CONOCIDA COMO MULTIPROCESAMIENTO.

4.3) BARRIDO DEL PROCESADOR

LA FUNCION BASICA DEL PLC ES LEER TODOS LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y EJECUTAR EL PROGRAMA, EL CUAL DE ACUERDO A LA LOGICA PROGRAMADA, AJUSTARA LOS DISPOSITIVOS DE SALIDA A ON/OFF. ESTE ULTIMO SUCESO OCURRE EN DOS PASOS. CUANDO EL PROCESADOR EJECUTA EL PROGRAMA, CAMBIARA CADA UNA DE SUS BOBINAS DE SALIDA INTERNAS QUE SE HAN PROGRAMADO A ON Y OFF. LA ENERGIZACION O DEENERGIZACION DE ESTAS BOBINAS INTERNAS NO AJUSTARA, EN ESTE INSTANTE, LOS DISPOSITIVOS DE SALIDA A ON Y OFF. CUANDO EL PROCESADOR HAYA TERMINADO DE EVALUAR EL PROGRAMA, CAMBIARA SUS BOBINAS INTERNAS A ON Y OFF, ESTO REALIZARA UNA ACTUALIZACION DE LOS MODULOS DE INTERFASE DE SALIDA, AJUSTANDO POR LO TANTO LOS DISPOSITIVOS CONECTADOS A CADA TERMINAL DEL MODULO A ON/OFF. ESTE PROCESO DE LECTURAS DE ENTRADAS, EJECUCION DEL PROGRAMA Y ACTUALIZACION DE LAS SALIDAS ES CONOCIDO COMO SCAN O BARRIDO.

EL TIEMPO QUE TARDA EL PLC PARA IMPLEMENTAR EL SCAN SE LE CONOCE COMO TIEMPO DE SCAN. ESTE TIEMPO ESTA COMPUESTO POR EL TIEMPO DEL SCAN DEL PROGRAMA Y EL TIEMPO DE ACTUALIZACION DE I/O. ESTE TIEMPO DEPENDE DE LA CANTIDAD DE MEMORIA DEL PROGRAMA Y EL TIPO DE INSTRUCCION USADA EN EL PROGRAMA. GENERALMENTE ESTE TIEMPO SE ESPECIFICA EN BASE A LA CANTIDAD DE MEMORIA DE LA APLICACION, EJEMPLO: 10 MSEG/1K DE MEMORIA PROGRAMADA. ESTE

TIEMPO ES AFECTADO POR OTROS FACTORES, SUBSISTEMAS REMOTOS DE I/O, MONITOREO DEL PROGRAMA SON ALGUNOS EJEMPLOS.

4.4) SUBSISTEMAS, DETECCION DE ERROR Y DIAGNOSTICO DEL CPU

EL PROCESADOR DEL PLC CONSTANTEMENTE SE COMUNICA CON SUBSISTEMAS LOCALES Y REMOTOS A LOS QUE TAMBIEN SE LES LLAMA RACKS. ESTOS SUBSISTEMAS SE CONECTAN VIA INTERFASE I/O A LOS LOS DISPOSITIVOS DE CAMPO LOCALIZADOS CERCA DEL CPU O EN ALGUNA LOCALIZACION REMOTA.

LA RAZON DE TRANSMISION DE DATOS ES A MUY ALTA VELOCIDAD, PERO VARIA DEPENDIENDO DEL PLC USADO. LA FORMA DEL DATO TAMBIEN VARIA, PERO NORMALMENTE ES UN FORMATO BINARIO COMPUESTO DE UN NUMERO FIJO DE BITS DE DATOS, BITS DE INICIO Y PARO, Y CODIGOS DE DETECCION DE ERROR.

DETECCION DE ERROR

EL PROCESADOR USA TECNICAS DE DETECCION DE ERROR PARA MONITOREAR EL STATUS FUNCIONAL DE LA MEMORIA, ENLACES DE COMUNICACION ENTRE SUBSISTEMAS Y PERIFERICOS, Y SU PROPIA OPERACION. LAS TECNICAS DE DETECCION DE ERROR MAS COMUNES SON PARIDAD Y CHECKSUM.

DIAGNOSTICOS DEL CPU

EL PROCESADOR ES RESPONSABLE DE DETECTAR FALLAS EN LA COMUNICACION ASI COMO OTRAS FALLAS QUE SEAN ENCONTRADAS EN LA OPERACION DEL SISTEMA. DIAGNOSTICOS TIPICOS INCLUYEN MEMORIA, PROCESADOR, BATERIA Y FUENTE. DEPENDIENDO DEL PLC, PUEDEN ESTAR DISPONIBLES OTROS CONJUNTOS DE DIAGNOSTICO DEL CPU.

4.5) FUENTE DEL SISTEMA

LA FUENTE TIENE LA FUNCION DE SUMINISTRAR VOLTAJE BIEN REGULADO Y PROTECCION A OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA. EL REQUERIMIENTO MAS COMUN DE VOLTAJE DE ENTRADA ES DE 120 VCA O 220 VCA, AUNQUE POCOS PLC ACEPTARAN 24 VCD.

LAS CONDICIONES QUE CAUSAN QUE EL VOLTAJE DE LINEA CAIGA DEPENDE DE LAS APLICACIONES, Y AUN DE LA LOCALIZACION DE LA PLANTA. UN TRANSFORMADOR

DE POTENCIAL CONSTANTE COMPENSA LOS CAMBIOS DE VOLTAJE EN SU ENTRADA O PRIMARIO PARA MANTENER SU SALIDA O SECUNDARIO.

LA FUENTE PROPORCIONA EL VCD PARA LOS CIRCUITOS LOGICOS DEL CPU Y LOS CIRCUITOS DE I/O. CADA FUENTE TIENE UNA MAXIMA CANTIDAD DE CORRIENTE QUE PUEDE PROPORCIONAR A UN VOLTAJE DADO. ES RECOMENDABLE TENER LOS REQUERIMIENTOS DE CARGA PUNTO POR PUNTO, ENTRADA Y SALIDA, ASI COMO LOS REQUERIMIENTOS DE CORRIENTE DE LOS ESTADOS ON Y OFF.

4.6) DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION

NUEVOS Y MEJORES METODOS DE ENTRADA, RECUPERACION Y MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES DEL PLC HAN PROPORCIONADO GRANDES BENEFICIOS DEL MISMO VIRTUALMENTE EN TODAS LAS INDUSTRIAS. DEBIDO A ESTOS MEDIOS SIMPLES PARA LA CREACION DE UN PROGRAMA EL USUARIO INVIERTE MENOS TIEMPO EN EL APRENDIZAJE DE COMO DESARROLLAR UN PROGRAMA E IMPLEMENTARLO. ALGUNOS DE ELLOS SON LOS CRT'S O TUBOS DE RAYOS CATODICOS, MINIPROGRAMADORES Y COMPUTADORAS PERSONALES.

V.- SISTEMAS DE MEMORIA E INTERACCION DE I/O

5.1) MEMORIA

LA CARACTERISTICA MAS IMPORTANTE DE UN PLC ES LA HABILIDAD DEL USUARIO DE REALIZAR CAMBIOS AL PROGRAMA DE CONTROL RAPIDA Y FACILMENTE. EL SISTEMA DE MEMORIA SE ENCUENTRA EN EL AREA DEL CPU DONDE SE ENCUENTRA TODA LA SECUENCIA DE INSTRUCCIONES O PROGRAMAS, ESTOS SON ALMACENADOS Y EJECUTADOS POR EL PROCESADOR PARA SUMINISTRAR LAS NECESIDADES DE LOS DISPOSITIVOS DE CAMPO. LA SECCION DE MEMORIA QUE CONTIENE LOS PROGRAMAS DE CONTROL PUEDE SER CAMBIADO, O REPROGRAMADO, PARA CORREGIR LOS CAMBIOS DEL PROCESO EN UNA LINEA DE MANUFACTURA O DURANTE EL ARRANQUE DE UN NUEVO SISTEMA.

SECCIONES DE MEMORIA

EL SISTEMA TOTAL DE MEMORIA DE UN PLC ESTA COMPUESTO DE DOS MEMORIA VIRTUALES, LA PRIMERA ES LLAMADA EJECUTIVA Y LA SEGUNDA ES REFERIDA COMO MEMORIA DE APLICACION. EL SISTEMA DE MEMORIA EJECUTIVA ESTA COMPUESTA DE UNA COLECCION DE PROGRAMAS PERMANENTEMENTE ALMACENADOS Y ESTOS SON

CONSIDERADOS COMO PARTE DEL SISTEMA PLC MISMO. ESTOS PROGRAMAS SON LOS QUE DIRIGEN TODAS LAS ACTIVIDADES DEL SISTEMA COMO LAS EJECUCIONES DEL CONTROL DEL PROGRAMA, COMUNICACION CON DISPOSITIVOS PERIFERICOS Y OTRAS ACTIVIDADES DEL SISTEMA. LA SECCION EJECUTIVA ES LA PARTE DE LA MEMORIA DONDE LAS INSTRUCCIONES DEL SISTEMA SON ALMACENADAS POR SOFTWARE, POR EJEMPLO INSTRUCCIONES MATEMATICAS. ESTA AREA DE MEMORIA NO ES ACCESIBLE AL USUARIO. LA MEMORIA DE APLICACION PROVEE EL AREA DE ALMACENAMIENTO PARA LAS INSTRUCCIONES DE PROGRAMACION QUE EL USUARIO INTRODUZCA PARA FORMAR EL PROGRAMA DE APLICACION.

5.2) ESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE MEMORIA

LA MEMORIA DE UN PLC PUEDE VERSE COMO UN ARREGLO DIMENSIONAL SENCILLO DE ALMACENAMIENTO DE CELDAS UNITARIAS, EN DONDE CADA CELDA PUEDA ALMACENAR UN "1" O UN "0". UN BIT ES LA UNIDAD MAS PEQUEÑA DE MEMORIA Y ALMACENA LA INFORMACION EN FORMA DE "1" Y/O "0". LA INFORMACION ES ENTONCES ON/OFF, DEPENDIENDO DEL ESTADO DEL BIT 1=ON Y 0=OFF.

CAPACIDAD Y UTILIZACION DE LA MEMORIA

LA CAPACIDAD DE MEMORIA ES VITAL CUANDO SE CONSIDERA LA APLICACION DE UN PLC. LAS ESPECIFICACIONES DE LA CANTIDAD CORRECTA DE MEMORIA PUEDE SIGNIFICAR UN AHORRO EN TIEMPO Y HARDWARE CUANDO LA CAPACIDAD DE MEMORIA SEA REQUERIDA. LA CAPACIDAD DE MEMORIA EN GENERAL NO ES EXPANDIBLE EN LOS PLC'S PEQUEÑOS, Y EN LA MAYORIA DE LOS GRANDES SI ES EXPANDIBLE. LOS PEQUEÑOS PLC'S TIENE UNA CANTIDAD FIJA DE MEMORIA PORQUE LA MEMORIA DISPONIBLE ES USUALMENTE LA SUFICIENTE PARA SUMINISTRAR ALMACENAMIENTO PARA MUCHAS PEQUEÑAS APLICACIONES.

5.3) CONSIDERACIONES DE MEMORIA

EL TIPO DE MEMORIA ES UNA CONSIDERACION QUE DEBEMOS TOMAR EN CUENTA, PUESTO QUE CIERTAS APLICACIONES REQUIEREN FRECUENTES CAMBIOS, MIENTRAS QUE OTRAS REQUIEREN ALMACENAMIENTOS PERMANENTES UNA VEZ QUE EL PROGRAMA ES DEBUGGED.

UNA MANERA SATISFACTORIA DE ASEGURAR LOS REQUERIMIENTOS DE MEMORIA ES PRIMERO ENTENDER LAS NECESIDADES PARA PROGRAMACION, ALMACENAMIENTO DE DATOS Y LA FLEXIBILIDAD REQUERIDA PARA CAMBIOS EN EL PROGRAMA O LAS ENTRADAS DE DATOS EN LINEA. ES BUENO TAMBIEN SABER SI LA MEMORIA DE APLICACION ES EXPANDIBLE.

VI.- SISTEMA DE I/O DISCRETAS

6.1) INTRODUCCION

EL SISTEMA DE ENTRADAS/SALIDAS O TAMBIEN CONOCIDO COMO I/O DISCRETAS PROPORCIONA LA CONEXION FISICA ENTRE LA PALABRA DIGITAL DE SALIDA O EQUIPO DE CAMPO Y EL CPU. ESTA ES LA UNICA CONEXION REAL ENTRE EL CPU DEL PLC Y LOS DISPOSITIVOS DE CAMPO. EN OTRAS PALABRAS LA INTERFACES DE I/O SON LAS HABILIDADES SENSORAS Y MOTORAS REQUERIDAS POR EL CPU PARA EFECTUAR EL CONTROL SOBRE UNA MAQUINA O PROCESO.

6.2) RACKS DE I/O

SIN IMPORTAR EL TIPO DE INTERFASE USADA, LOS MODULOS DEBEN SER COLOCADOS O INSERTADOS EN UN RACK. LA LOCALIZACION DONDE SE INSERTAN ES LO QUE DETERMINA LA DIRECCION DE REFERENCIA CADA DISPOSITIVO CONECTADO. EN GENERAL, UN RACK RECONOCE EL TIPO DE MODULO CONECTADO A EL, SI ES ENTRADA O SALIDA Y LA CLASE DE INTERFASE DISCRETA, ANALOGICA, NUMERICA; ESTE RECONOCIMIENTO DEL MODULO ESTA CODIFICADO EN LA PARTE POSTERIOR DEL RACK.

LOS RACKS SE PUEDE CLASIFICAR EN TRES CATEGORIAS: RACK MAESTRO, RACK LOCAL Y RACK REMOTO. UN RACK MAESTRO ES AQUEL QUE CONTIENE EL CPU O MODULO DEL PROCESADOR. UN RACK LOCAL ES AQUEL QUE ESTA COLOCADO EN LA MISMA LOCALIZACION O AREA DEL RACK MAESTRO. EN GENERAL, UN RACK LOCAL CONTIENE UN PROCESADOR DE I/O LOCAL EL CUAL RECIBE Y ENVIA DATOS DE Y PARA EL CPU. Y COMO SU NOMBRE LO IMPLICA, UN RACK REMOTO ES UN COMPARTIMIENTO QUE CONTIENE MODULOS DE I/O ALEJADOS DEL CPU. ESTE RACK CONTIENE UN PROCESADOR DE I/O EL CUAL COMUNICA LA INFORMACION DE LAS I/O Y EL STATUS DE DIAGNOSTICO AL IGUAL QUE UN RACK LOCAL.

6.3) ENTRADAS DISCRETAS

LA CLASE MAS COMUN DE INTERFACES DE ENTRADA ES LA DIGITAL O LA TIPO DISCRETA. ESTA CONECTA LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA DEL CAMPO, LOS CUALES PROPORCIONAN UNA SEÑAL DE ENTRADA SEPARADA Y DE NATURALEZA DISTINTA AL MODULO DE ENTRADA Y POR LO TANTO AL PLC. ESTA CARACTERISTICA LIMITA A LA INTERFASE A SENSAR SEÑALES ON/OFF, ABIERTO/CERRADO O EQUIVALENTE A UNA ACCION DE SWITCHEO. ALGUNOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA SON:

- ◆ CONTACTOS RELEVADORES
- ◆ SELECTORES
- ◆ PUSH BUTTONS

- ◆ SENSORES DE NIVEL
- ◆ SENSORES LIMITE
- ◆ CELDAS FOTOELECTRONICAS
- ◆ SENSORES DE PROXIMIDAD

LAS INTERFACES DE ENTRADA RECIBEN SUS VOLTAJES Y CORRIENTE PARA OPERACION APROPIADA DE LA RANURA DEL RACK AL QUE ESTAN CONECTADOS. LAS SEÑALES QUE RECIBEN DE LOS DISPOSITIVOS DEL CAMPO PUEDEN SER DE DIFERENTES TIPOS O MAGNITUD. POR ESTA RAZON LAS INTERFACES ESTAN DISPONIBLES EN VARIOS RANGOS DE VOLTAJE DE CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE DIRECTA.

6.4) SALIDAS DISCRETAS

AL IGUAL QUE LAS INTERFACES DE ENTRADA DISCRETAS, LAS INTERFACES DE SALIDA DISCRETAS SON LOS TIPOS MAS COMUNMENTE USADAS POR LOS PLC'S. ESTAS SALIDAS PROPORCIONAN CONEXION ENTRE EL PLC Y LOS DISPOSITIVOS DE CAMPO. LOS DISPOSITIVOS CONTROLADOS SON DE NATURALEZA DISCRETA O DIGITAL, QUE TIENEN UNO DE DOS ESTADOS TALES COMO ON/OFF O ABIERTO/CERRADO. ALGUNOS DISPOSITIVOS SON:

- ◆ CONTACTOS DE RELEVADORES
- ◆ ALARMAS
- ◆ VENTILADORES
- ◆ VALVULAS
- ◆ LUCES INDICADORAS
- ◆ ARRANCADORES
- ◆ SOLENOIDES

LOS MODULOS DE SALIDA DISCRETAS RECIBEN SU VOLTAJE Y CORRIENTE DEL RACK DONDE ESTAN CONECTADOS. LOS DISPOSITIVOS A LOS CUALES SE VAN A CONECTAR PUEDEN DIFERIR, POR LO TANTO EXISTEN VARIOS TIPOS DE MODULOS.

VII.- SISTEMAS DE I/O ANALOGICAS

7.1) INTRODUCCION

AUN CUANDO LAS INTERFACES DE I/O DISCRETAS ESTAN EN LA MAYORIA DE LAS APLICACIONES DE LOS PLC'S, LAS INTERFACES DE I/O ANALOGICAS SON TAMBIEN EXTENSAMENTE USADAS PARA REALIZAR TAREAS ESPECIFICAS.

LA MEDICION Y EL CONTROL ANALOGICO SON USADOS GENERALMENTE EN APLICACIONES RELACIONADAS CON PROCESOS CONTINUOS TALES COMO CONTROL DE TEMPERATURA Y MONITOREO DE SENSORES INSTRUMENTOS DE PROCESOS.

7.2) ENTRADAS ANALOGICAS

LOS MODULOS DE ENTRADA ANALOGICA SON USADOS EN APLICACIONES DONDE LA SEÑAL ALIMENTADA POR EL DISPOSITIVO ES EN FORMA CONTINUA. A DIFERENCIA DE LAS SEÑALES DISCRETAS ON/OFF, LAS SEÑALES ANALOGICAS ESTAN PRESENTES EN FORMA CONTINUA. ALGUNOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA ANALOGICA SON:

- ◆ TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA
- ◆ TRANSDUCTORES DE PRESION
- ◆ CELDAS DE CARGA
- ◆ TRANSDUCTORES DE HUMEDAD
- ◆ TRANSDUCTORES DE FLUJO
- ◆ POTENCIOMETROS

7.3) SALIDAS ANALOGICAS

LAS INTERFACES DE SALIDA ANALOGICAS SE USAN EN APLICACIONES REQUIRIENDO CAPACIDAD DE CONTROL DE DISPOSITIVOS DE CAMPO QUE RESPONDEN A VOLTAJES O CORRIENTES CONTINUOS. ALGUNOS DISPOSITIVOS DE SALIDA ANALOGICA SON:

- ◆ ACTUADORES
- ◆ VALVULAS ANALOGICAS
- ◆ GRAFICADORES
- ◆ MEDIDORES ANALOGICOS
- ◆ TRANSDUCTORES DE PRESION
- ◆ DRIVES DE MOTORES

VIII.- PROGRAMACION

8.1) INTRODUCCION

ES EL INSTRUMENTO UTILIZADO PARA INSERTAR LA LOGICA DE OPERACION DEL PROCESO, MEDIANTE INSTRUCCIONES DE PROGRAMACION AL CPU. ADEMÁS SIRVE PARA MONITOREAR EL ESTADO DE LOS ELEMENTOS PROGRAMADOS.

8.2) DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION

NUEVOS Y MEJORES METODOS DE ENTRADA, RECUPERACION Y MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES DEL PLC HAN PROPORCIONADO GRANDES BENEFICIOS EN TODAS LAS INDUSTRIAS. EN LOS PRIMEROS DIAS DE LOS PLC'S EL DISPOSITIVO DE PROGRAMACION CONSISTIO EN UN SISTEMA BASADO EN LED CON UN PUSH BUTTON E INDICADORES PERMITIENDO LA CREACION Y MONITOREO DEL PROGRAMA; LOS DISPOSITIVOS DEDICADOS TIENEN LA VENTAJA DE SER DISEÑADOS PARA UN FIN EN PARTICULAR, Y POR LO TANTO, SON MAS EFICIENTES EN LA EJECUCION DE ESTAS TAREAS QUE OTROS METODOS; TIENE LA DESVENTAJA QUE NO PUEDEN SER UTILIZADOS PARA NINGUNA OTRA COSA, SOLO PARA EL LIMITADO NUMERO DE FUNCIONES PARA LAS QUE FUERON DISEÑADOS.

IX.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PLC

LAS VENTAJAS DEL PLC SON LAS SIGUIENTES:

- ✦ FACILIDAD PARA LOS CAMBIOS DE PROGRAMA. DURANTE LA PUESTA EN MARCHA, CASI SIEMPRE HACE FALTA CORREGIR LA LOGICA, EN ESTO SOLO INTERVIENE EL EXPERTO. QUE OPERA SOBRE EL MEDIO PARA PROGRAMACION, NO NECESITA GENERALMENTE HACER CAMBIOS EN LOS CABLEADOS, COMO SUCEDE CON LAS LOGICAS A RELEVADORES.
- ✦ MINIMO TIEMPO DE PARADAS. ESTANDO YA EN PRODUCCION EL PLC, EL PROGRAMA PUEDE SER MONITOREADO, CORREGIDO Y SUSTITUIDO, MIENTRAS EL PROGRAMA ANTERIOR SE ESTA EJECUTANDO. EL PROGRAMA NUEVO SE SALVA EN LOS MEDIOS MAGNETICOS DE LA MICROCOMPUTADORA EN LA CUAL SE ESTA TRABAJANDO Y SE CARGA EN SOLO CINCO MINUTOS; SI LA NUEVA VERSION NO

- ◆ FUNCIONA MEJOR QUE LA ANTERIOR, SE DETIENE LA MAQUINA Y SE RECARGA EL PROGRAMA ANTERIOR EN OTROS CINCO MINUTOS.
- ◆ REDUCCION DE COSTOS. EL DESARROLLO DE LA APLICACION REQUIERE UN EXPERTO, PERO EN LAS SUCESIVAS MAQUINAS BASTA CON CARGAR EL PROGRAMA, Y SE AHORRA TODO EL CABLEADO DE LA LOGICA A RELEVADORES.
- ◆ FACIL MONITOREO DE SEÑALES. TODOS LOS PLC'S POSEEN LED'S PARA INDICAR LOS ESTADOS EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS, NO SE REQUIERE UN MULTIMETRO, NI PUNTA LOGICA; A TRAVES DE UN MEDIO ESPECIAL COMO UNA MICROCOMPUTADORA SE PUEDEN SABER LOS ESTADOS DE LOS RELEVADORES INTERNOS Y VALORES ACUMULADOS COMO TIEMPOS-CANTIDADES.
- ◆ ESTAN DISEÑADOS PARA USO INDUSTRIAL YA QUE SOPORTAN ALTAS TEMPERATURAS, VARIACIONES DE VOLTAJE, RUIDO MAGNETICO, HUMEDAD Y OTRAS CARACTERISTICAS.

LAS DESVENTAJAS DEL PLC SON LAS SIGUIENTES:

- ◆ SE USAN SOLO EN CONTROL, NO EN POTENCIA, YA QUE LA CORRIENTE MAXIMA ES DE TRES AMPERES A 120 VOLTS EN ALGUNOS MODELOS.
- ◆ SUS FUNCIONES ESTAN LIMITADAS A CONTROL LOGICO, AUNQUE ALGUNOS OFRECEN CONTROL PROPORCIONAL.
- ◆ SU TRANSMISION DE DATOS ES LIMITADA POR EL NUMERO DE CANALES A LOS QUE SIRVE.

X.- PROYECTO:

AUTOMATIZACION DE UNA MAQUINA PUNTEADORA A BASE DE PLC

10.1) INTRODUCCION

LA MAQUINA PUNTEADORA ES UN DISPOSITIVO QUE SIRVE PARA SOLDAR DOS PLACAS TRASLAPADAS UTILIZANDO UNA DESCARGA DE VOLTAJE A TRAVES DE DOS ELECTRODOS, ESTANDO UNO FIJO Y EL OTRO MOVIL.

LA INSTALACION DE LA MAQUINA PUNTEADORA SE CONSISTE EN UN COMPRESOR EL CUAL PROVEE EL AIRE NECESARIO PARA HACER AVANZAR EL ELECTRODO MOVIL CUANDO LA SEÑAL DE UN PEDAL SE LO PERMITA. CUANDO ESTO SUCEDE, SE ACTIVA UN TIMER 2, LLAMADO TIEMPO DE SOLDADO, QUE CUANDO SE HACE CONTACTO CON LAS TERMINALES DEL TRANSFORMADOR, ENTONCES PASA UNA GRAN CANTIDAD DE CORRIENTE A TRAVES DE LOS ELECTRODOS ENTRE LOS CUALES SE ENCUENTRAN LAS PLACAS A SOLDAR; CUANDO TERMINA EL TIEMPO DE SOLDADO SE ACTIVA UN TIMER 3 EL CUAL DESACTIVA LAS TERMINALES DEL TRANSFORMADOR Y SE INICIA EL TIEMPO DE POSTSOLDADO, QUE TAMBIEN SIRVE PARA RETIRAR LAS PLACAS I PODER COMENZAR UN NUEVO CICLO.

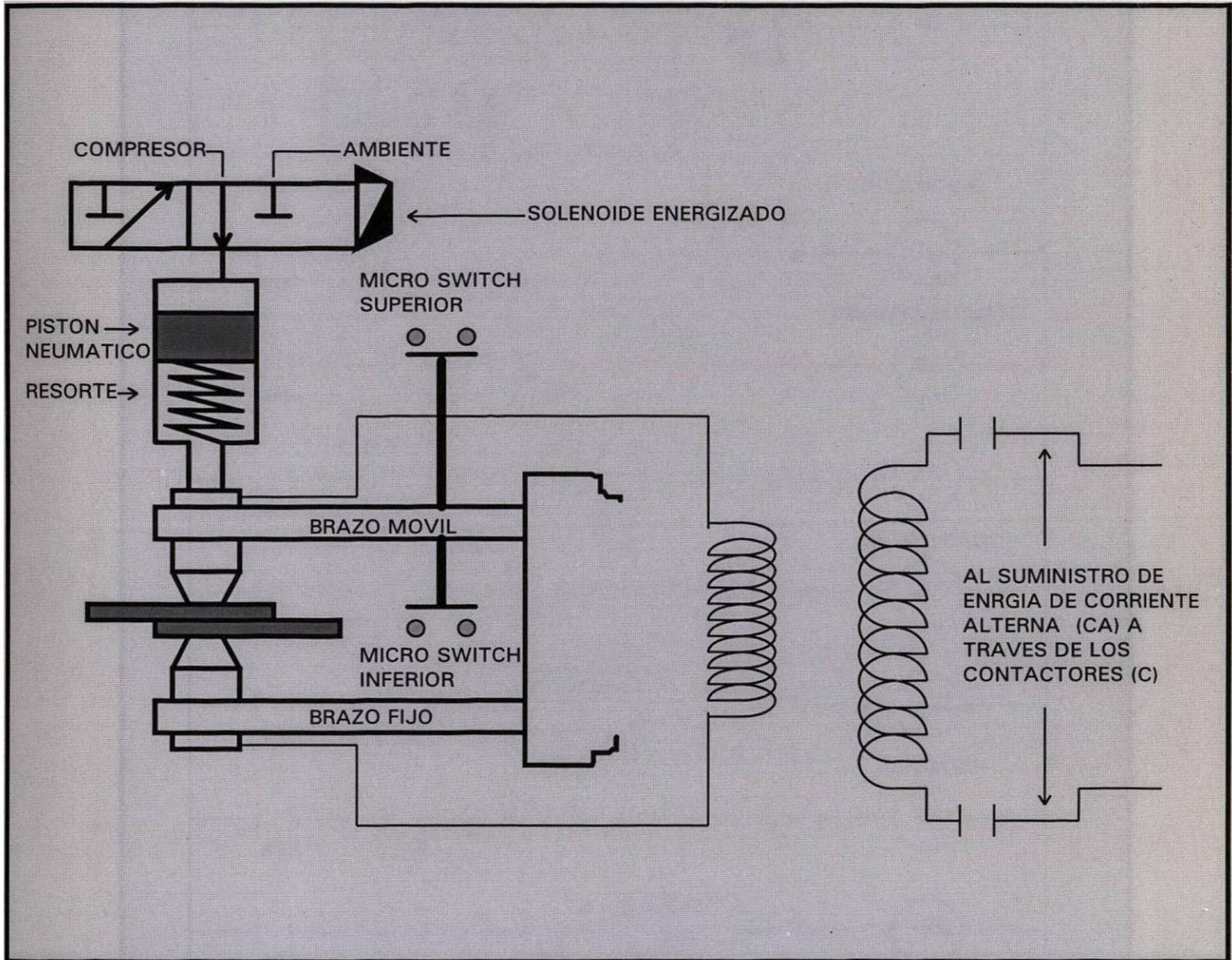
10.2) ENTRADAS

INTERRUPTOR 0.- INTERRUPTOR GENERAL
INTERRUPTOR 1.- AUTOMATICO
INTERRUPTOR 2.- MICRO SWITCH SUPERIOR
INTERRUPTOR 3.- PEDAL (CUANDO SE USA MODO NO REPETITIVO)
INTERRUPTOR 4.- MICRO SWITCH INFERIOR

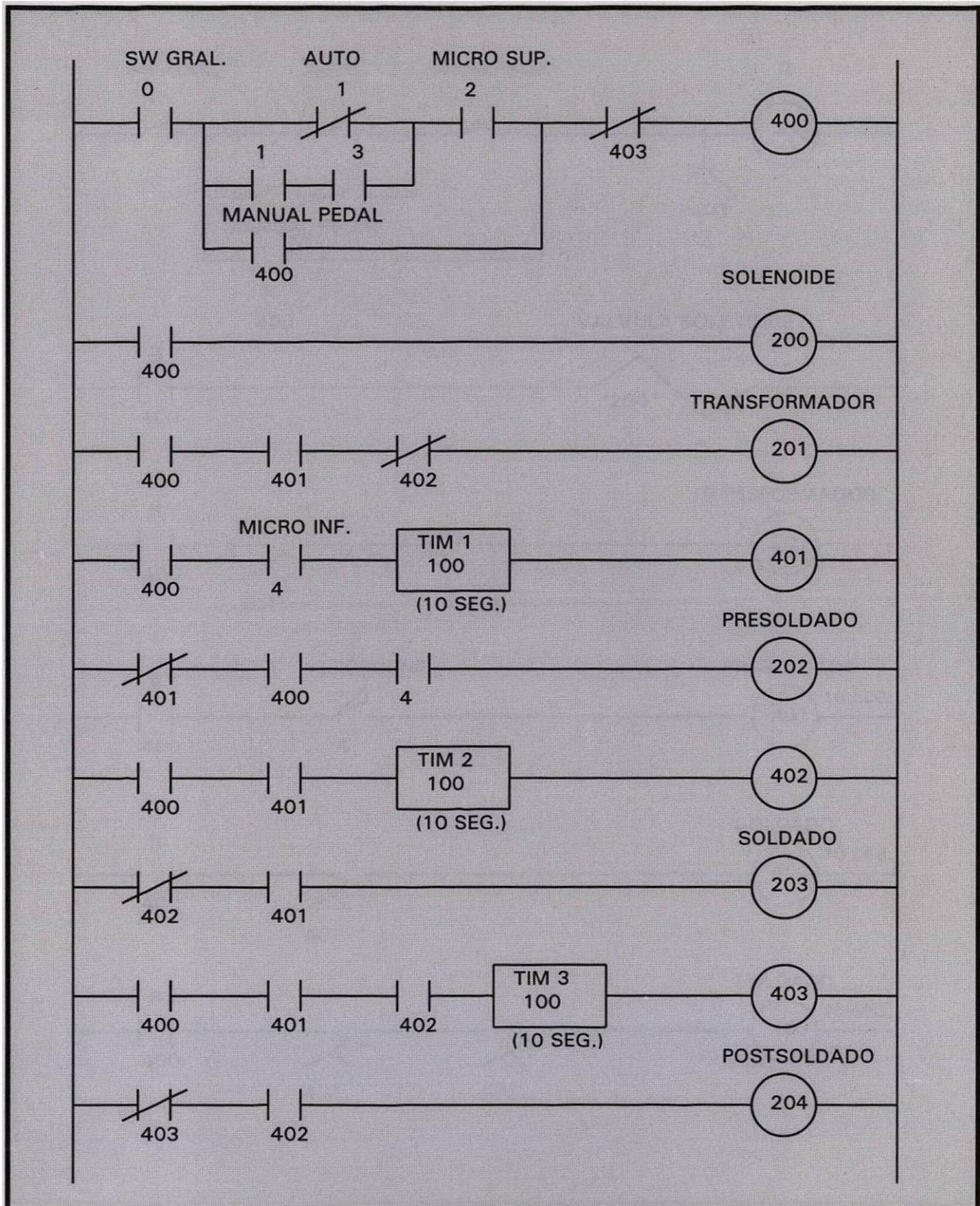
10.3) SALIDAS

OUT 200. VALVULA SOLENOIDE
OUT 201. TRANSFORMADOR
OUT 202. PRESOLDADO
OUT 203. SOLDADO
OUT 204. POSTSOLDADO

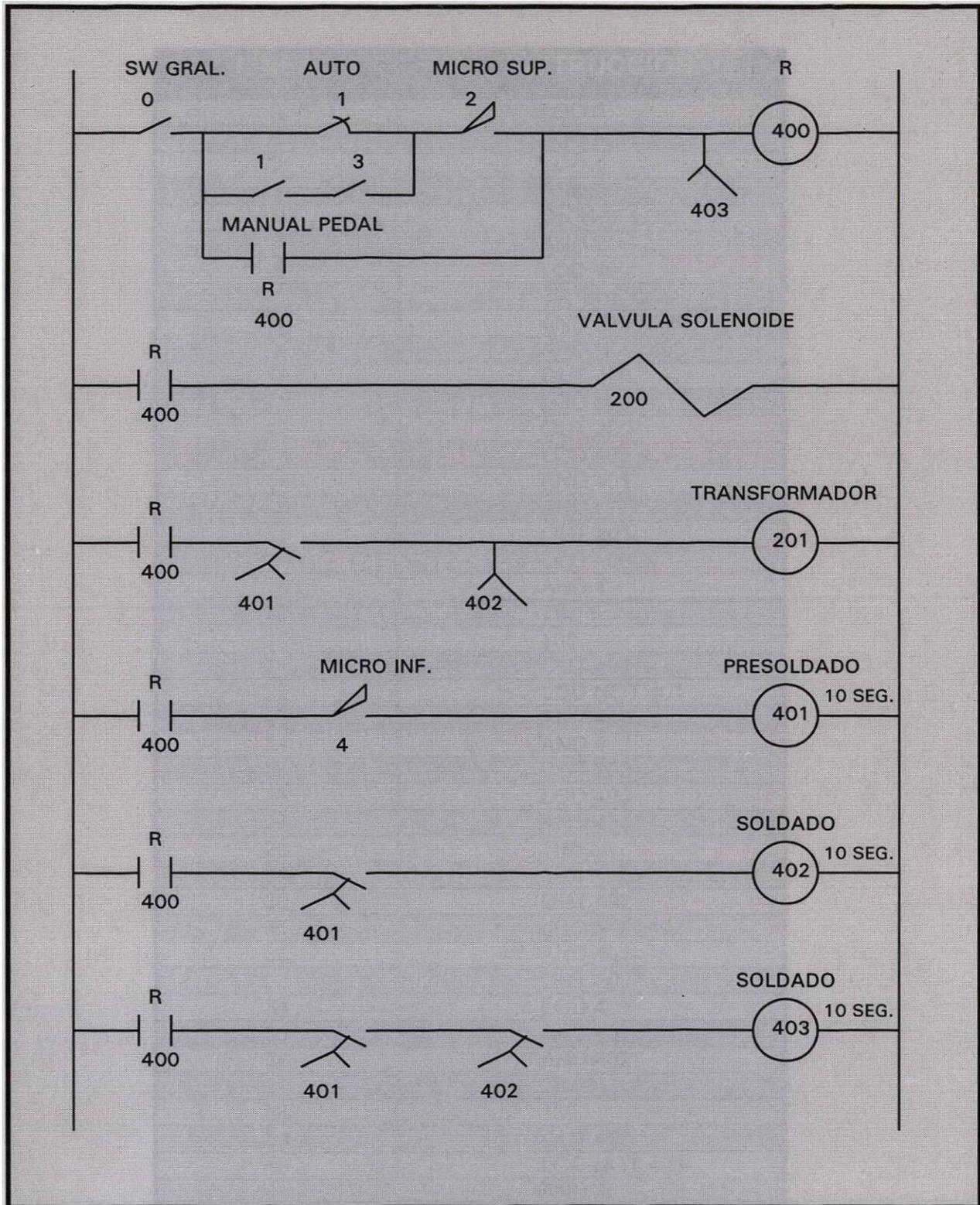
10.4) ESQUEMA DE LA MAQUINA PUNTEADORA



10.5) DIAGRAMA ELECTRICO DE LA MAQUINA PUNTEADORA



10.6) DIAGRAMA ESCALERA DE LA MAQUINA PUNTEADORA



10.7) CODIFICACION DEL PROGRAMA DE LA MAQUINA PUNTEADORA

LINEA	INSTRUCCION
0	LOD 0
1	LOD NOT 1
2	LOD 1
3	AND 3
4	OR SHF LOD
5	AND 2
6	LOD 400
7	OR SHF LOD
8	AND SHF LOD
9	AND NOT 403
10	OUT 400
11	LOD 400
12	OUT 200
13	LOD 400
14	AND 401
15	AND NOT 402
16	OUT 201
17	LOD 400
18	AND 4
19	TIM 1
20	100
21	OUT 401
22	LOD NOT 401
23	AND 400
24	AND 4
25	OUT 202
26	LOD 400
27	AND 401
28	TIM 2
29	100
30	OUT 402
31	LOD NOT 402
32	AND 401
33	OUT 203
34	LOD 400
35	AND 401
36	AND 402
37	TIM 3
38	100
39	OUT 403
40	LOD NOT 403
41	AND 402
42	OUT 204
43	END

