



621.51
M552
C.2

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA

“ CONSTRUCCION DE UN MANIPULADOR
NEUMATICO DIDACTICO CON 5 GRADOS DE
LIBERTAD ”

INFORME TECNICO
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO

PRESENTADO POR:
Roberto Enrique Mera S.

Guayaquil - Ecuador
1.990

A G R A D E C I M I E N T O



Al ING. ERNESTO MARTINEZ
Director de Inforco Técnica, por
su valiosa y desinteresada ayuda
para la elaboración del presente
trabajo.

Al CIMES por su ayuda e impulso.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

DECLARACION EXPRESA

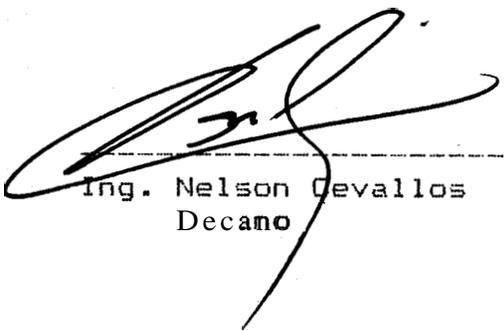
Declaro que:

"Este INFORME TECNICO corresponde a la resolución de un problema práctico t-elacionñdo con el perfil profesional de la Ingeniería Mecánica".

(Reglamento de graduación mediante la elaboración de Informe Técnico).



Roberto Enrique Mera Santos



Ing. Nelson Devallos
Decano



Ing. Ernesto Martínez
Director de Informe



Ing, Eduardo Orces
Miembro del Tribunal

R E S U M E N

Con la finalidad de estudiar las diferentes tecnologías utilizadas en la automatización neumática que día a día se va incorporando con mayor tenacidad a la industria moderna y que por ser el SECAP (SERVICIO ECUATORIANO DE CAPACITACION) la Institución donde me desempeño como instructor, pionera en la capacitación de mandos medios, decidí la construcción de un manipulador neumático con fines didácticos.

El presente trabajo pretende entregar los conocimientos básicos de la tecnología aplicada en los movimientos, datos técnicos para la construcción del manipulador y la construcción propia del mismo.

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

ANTECEDENTES

CAPITULO 1.

TECNOLOGIA APLICADA EN LOS MOVIMIENTOS

- 1.1 Tecnología neumática
- 1.2 Tecnología lógica neumática
- 1.3 Tecnología electroneumática
- 1.4 **Tecnología** neumática aplicada al PLC

CAPITULO 11

DATOS CONSTRUCTIVOS GENERALES

- 2.1 Definición del manipulador
- 2.2 Movimientos y arreglos del manipulador
- 2.3 Selección de elementos

CAPITULO 111

DESARROLLO PRACTICO DE LA TECNOLOGIA

- 3.1 Construcción
- 3.2 Montaje de componentes
- 3.3 Prueba y ajustes

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.2 Costos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APENDICEC

BIBLIOGRAFIA



BIBLIOTECA

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1 Ciclograma o diagrama de la fase
- Fig. 2 Secuencia **A+/B+/A-/C+/C-/B-**
- Fig. 3 Configuraciones de dos memorias en cascada
- Fig. 4 Configuración de tres memorias en cascada
- Fig. 5 Configuración para cuatro memorias en cascada
- Fig. 6 Reducción del mapa de Karnaugh
- Fig. 7 Ejemplo para asignar variables
- Fig. 8 Circuito secuencial
- Fig. 9 Forma constructiva de un secuenciador
- Fig. 10 Transiciones
- Fig. 11 Activación simultánea
- Fig. 12 Salto condicionado de fase
- Fig. 13 Diferentes acciones
- Fig. 14 Comando de un cilindro con válvula biestable, a impulso, con memoria temporánea
- Fig. 15 Comando automático de un cilindro con válvula biestable paradas con retorno en a0 después de terminado el ciclo
- Fig. 16 Circuito secuencial con dos cilindros:
A+/B+/B-/A-
- Fig. 17 Esquema de bloque de un genérico PLC
- Fig. 18 Teclado de instrucciones para CP 30 D/C
- Fig. 19 Diagrama LIDEH para PLC
- Fig. 20 Manipulador

- Fig. 21 Movimientos del manipulador
- Fig. 22 Panel controlador
- Fig. 23 Diagrama
- Fig. 24 Base
- Fig. 25 Soporte
- Fig. 26 Brazo 1
- Fig. 27 Brazo 2
- Fig. 28 Pieza de sujeción
- Fig. 29 Posición de los cilindros en un manipulador
- Fig. 30 Diagrama de las fases
- Fig. 31 Mapa de Karnaugh
- Fig. 32 Esquema lógico neumático
- Fig. 33 Método secuencial GRAFCET
- Fig. 34 Esquema lógico secuencial
- Fig. 95 Diagrama nemótico para PLC

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Funciones lógicas
- Tabla 2. Cilindro a doble efecto Ø 25-63 mm
- Tabla 3. Tabla de las órdenes
- Tabla 4. Valores por concepto de material de elementos neumáticos





BIBLIOTECA

ANTECEDENTES

El incremento constante de la automatización industrial con toda su gran gama de componentes, cuyas aplicaciones son extensas, hace preciso y requiere, que los técnicos adquieran conocimientos cada día más amplios y profundos; en la materia.

La neumática es el centro principal de la automatización, y las diferentes tecnologías estudiadas constituyen el sostén de apoyo para transformar la mecanización en automatización, por ello y como medio práctico para entender éstas se ha desarrollado un manipulador con 5 grados de libertad, cuya finalidad es trasladar a la realidad aquellos procesos que más se asemejan a los de las industrias y comprobar antes de pasar a su realización, las posibilidades prácticas de las tecnologías proyectadas.

Por supuesto, este manipulador didáctico tiene una aplicación muy directa en la enseñanza de alumnos que

desean formarse en la especialidad concerniente a la Neumática y, por lo tanto es muy apropiado para su utilización en escuelas técnicas, de formación profesional, etc.

Este equipo permite también la investigación formal de posibilidades, mediante la simulación de circuitos ideados, a fin de verificar si hay o no probabilidades de llevarlo a efecto.



CAPITULO 1

TECNOLOGIA APLICADA EN LOS MOVIMIENTOS

1.1 TECNOLOGIA NEUMATICA

La neumática es la ciencia que trata de las propiedades del aire comprimido, y su uso como fuente de poder se ha extendido mucho en las aplicaciones industriales. Los sistemas neumáticos utilizan aire comprimido en el campo de 2 a 8 bar, con una fuerza de empuje de 3000 Kp.

Estos límites son dictados por las ineficiencias de la compresión de los gases y por el peligro de almacenar gases a alta presión.

Un sistema neumático comprende:

- a) Instalación de aire comprimido, factor importante y base del comportamiento final de la energía

neumática.

b) Grupo de válvulas, controlan la dirección del flujo y las presiones.

c) Actuadores sirven para la conversión de la energía neumática de presión en energía mecánica.

Comando y simbología

El comando es definido como una cadena de elementos oportunamente interconectados en grado de resolver un determinado problema. Cada elemento aparentado en la cadena tiene una precisa función, los comandos pueden ser elaborados en las siguientes formas :

Modo Combinatorio. La elaboración se basa en la combinación de las señales presentes de entrada, una vez que la decisión es alcanzada, las señales de comando en salida actúan sobre el pilotaje de la válvula direccional de potencia.

Modo Secuencial. Las señales de salida, es función no solo de la combinación presente de las señales de entrada, mas también las combinaciones pasadas. Los elementos que sirven para recordar la historia de la combinación pasada son las memorias (válvulas 5/2 con pilotaje de impulso).

Para representar estos modos se utilizan los esquemas que son un conjunto de elementos y de líneas representados en forma simbólica, en donde se identifican:

Cilindros con letras A, B, C, etc.

Válvulas con letras V

Finales de carrera con letras FC

Señales generadoras para finales de carreras con a0, al, bo; bl

Señales de pilotaje con letras AO, Al o bien A+, A- (Ver anexo, simbología).

Definición de las secuencias y las señales

Las secuencias de los movimientos que asumen los cilindros en un ciclo de trabajo es escrito en forma literal como sigue:

A+/B+/A-/B- se trata de 4 movimientos simples;.

Para representar estas secuencias se utiliza el DIAGRAMA DE LAS FASES como sigue:

Secuencia A+/B+/A-/B-

Señales generadas de los finales de carreras aplicadas a los cilindros para cada cilindro:

A: a0, al

B: b0, bl

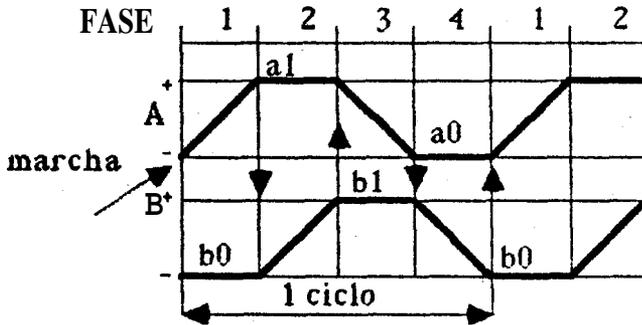


Fig. 1 Ciclograma o diagrama de la fase

1. Movimiento A+ es dado por b0 . marcha
2. Movimiento B+ es dado por a1
3. Movimiento A- es dado por b1
4. Movimiento B- es dado por a0

Durante el desarrollo de una secuencia de movimientos, los finales generan señales de pilotaje para las válvulas direccionales de potencia, dichas señales en base a su duración y a su parada en el tiempo-ciclo se identifican en:

Señal instantánea, de duración breve sin línea de parada.

Señal prolongada, su parada comprende una sola carrera.

Señal de bloqueo, la línea de parada de esta señal comprende la doble carrera del pistón por ella comandada.

Este tipo de señal impide la continuación del ciclo, por cuanto se encuentra aplicada en una situación anormal, sobre la válvula direccional de potencia con Pa y Pb contemporáneas. Esto depende de la sucesión de los movimientos de los cilindros, y puede ser identificada sobre los diagramas de fases, más adelante serán analizadas los métodos para eliminar los diagramas de bloqueos. Las señales instantáneas, prolongadas y de bloqueos se ven en el siguiente diagrama,

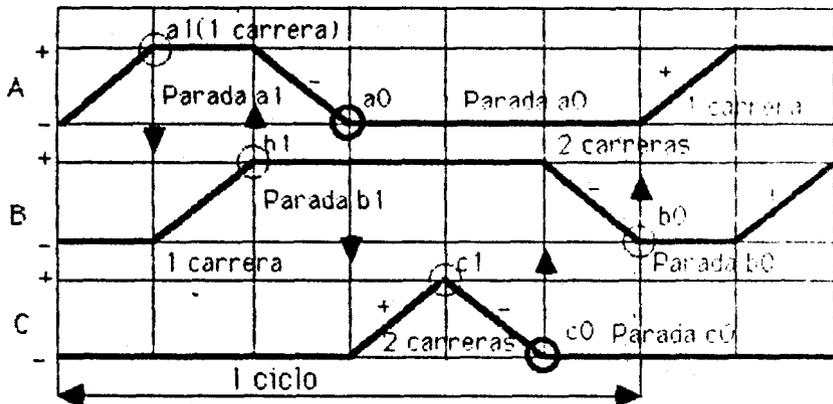


Fig. 2 Secuencia A+/B+/A-/C+/C-/B-

- a1: su parada comprende 1 carrera (B+) por eso la señal es prolongada
- b1: su parada comprende 1 carrera (A-) por eso la señal es prolongada
- a0: su parada comprende 2 carreras (C+,C-) por eso la señal es bloqueada

tl: no tiene parada, la señal es instantánea

c0: su parada comprende 2 carreras (B-,B+) por eso es bloqueada

b0: su parada comprende 1 carrera (A+) por eso es prolongada

Métodos para describir secuencias

Existen 2 métodos, de memoria y cascada:



BIBLIOTECA

a) METODO DE LA MEMORIA.- Esta técnica puede ser usada para las secuencias que contengan una o dos señales de bloqueo, sustancialmente se alimentan en un modo separado los finales de carrera que generan señales de bloqueo. Como comprende se hace uso de una memoria que precisa de:

- Una válvula biestable 5/2 en el caso de dos señales bloqueadas.
- Una válvula biestable 3/2 en el caso de una señal bloqueante.

Procedimiento:

1. Hacer el trazado del diagrama de las fases en base a la secuencia literal.
2. Identificar sobre el diagrama los finales de

carrera que generan señales de bloqueo (dichas señales serán alimentadas separadamente por una memoria) .

3. Escribir las ecuaciones lógicas de la secuencia poniendo en evidencia la sucesión de las señales de comando y aquellas de los movimientos de los cilindros.

4. Hacer el trazado del diagrama neumático conectando los finales de carrera a las válvulas de potencias en base a las ecuaciones del punto c. La memoria va conectada en la salida a los finales de carrera que generan las señales de bloqueo, en la entrada a los finales de carrera habilitantes (aquellos que sobre el diagrama de bloqueo las fases preceden a los finales de carrera).

b) METODO DE LA MEMORIA EN CASCADA.- Este método es usado generalmente para la resolución de las secuencias que contienen más de dos señales de bloqueo.

Las 5 memorias son conectadas entre ellas, de tal forma que son especificadas como: S1, S2, C3, etc., las sucesiones en las cuales vienen las señales de pilotaje de las memorias: U1, U2, U3, etc., las

correspondientes salidas.

Para las memorias en cascada se tienen las siguientes configuraciones.

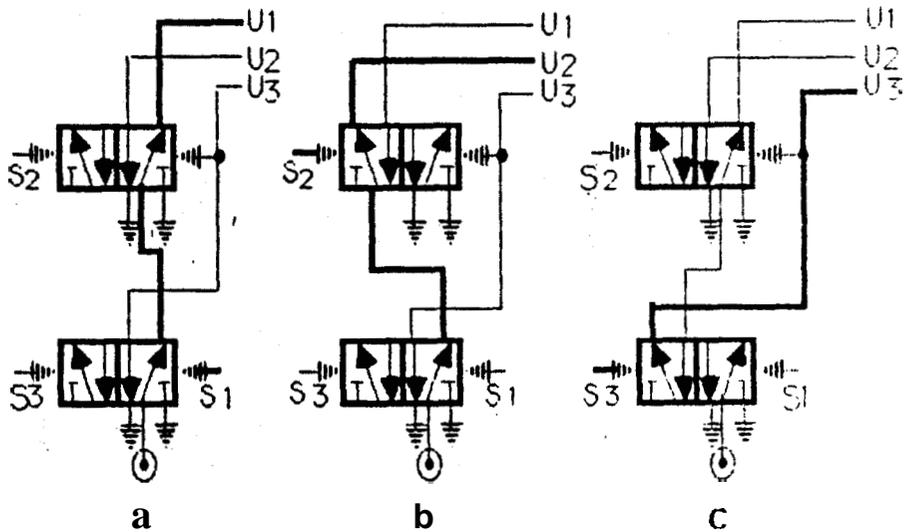


Fig. 3 Configuraciones de dos memorias en cascada

Con la señal S1 se obtiene salida U1.

Con la presencia de la señal S2 se obtiene salida U2.

Con la presencia de la señal S3 se obtiene salida U3.

Para tres y cuatro memorias en cascada se tienen las siguientes configuraciones.

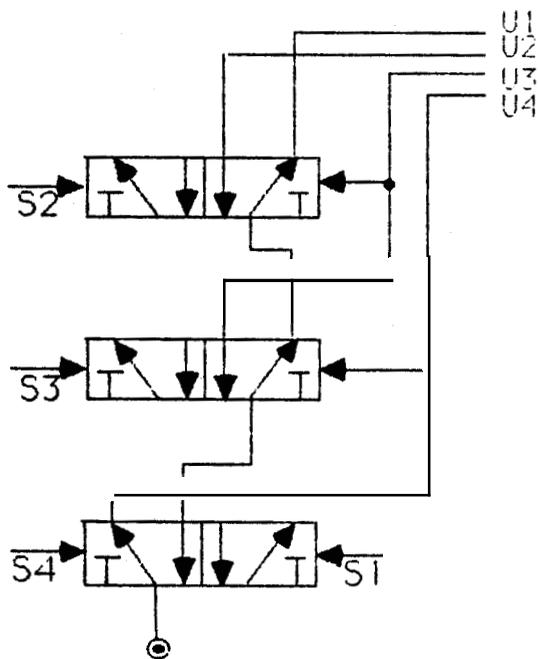


Fig. 4 Configuración de tres memorias en cascada

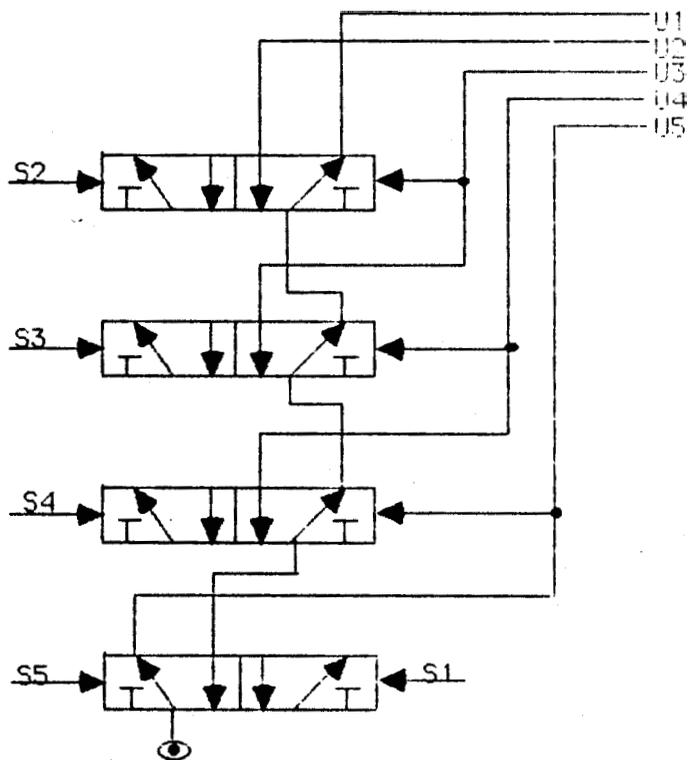


Fig. 5 Configuración para cuatro memorias en cascada

Regla a seguir para la realización del circuito neumático:

1. Trazar el diagrama de las fases e identificar las señales de bloqueo.

2. Subdividir la secuencia literal en grupo de tal modo que en cada grupo este presente solo una carrera para cada pistón.

3. El número de las memorias utilizadas para la cascada, está dado por el número de grupos menos uno.

4. Si la secuencia es a ciclo continuo, examinar la posibilidad de reducir el número de grupos leyendo en continuidad la secuencia literal.

5. El número de los grupos corresponden al número de las salidas U de la cascada.

6. El primer final de carrera de cada grupo pilotea a su respectiva memoria.

7. Si en un grupo existen más señales de bloqueo, éstos están dispuestos en la salida U habilitada del primer final de carrera del grupo.

8. Conectar a la red los finales de carrera no

bloqueados y la memoria sobre la cascada.

1.2 TECNOLOGIA LOGICA NEUMATICA

Introducción

La lógica es la ciencia que abastece al hombre los instrumentos necesarios para controlar la rigurosidad de sus razonamientos. Deber esencial de la lógica es aquella de buscar las proposiciones correctas, tales que si las muestras antepuestas son verdaderas, no puede conducirnos a conclusiones falsas.

Esta técnica utiliza la lógica de fluido con componentes de membrana y pequeños desplazamientos de partes móviles, siendo éstos los que controlan las fases de trabajo.

Estos conceptos y proposiciones lógicas son estados elaborados con criterios matemáticos por GOHFE BOOLE. En neumática se dice que una señal de comando es de tipo lógico cuando su presión permanece constante en un cierto intervalo de tiempo, ésta presenta dos estados lógicos.

- Estado lógico 0 pistón en reposo o ausencia de presión .

- Estado lógico 1 pistón afuera o presencia de la señal .

Funciones lógicas de base

Los elementos lógicos pueden ser pasivos o activos. Son pasivos aquellas funciones que no están conectadas directamente con la red de aire comprimido. Los activos son aquellos que están conectados a la red.

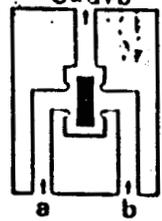
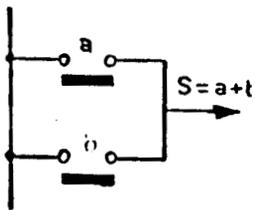
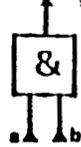
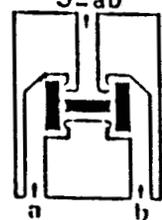
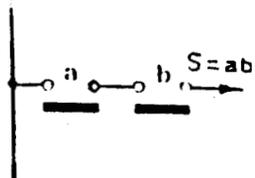
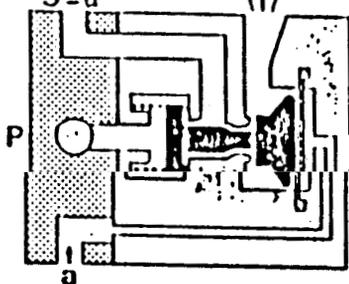
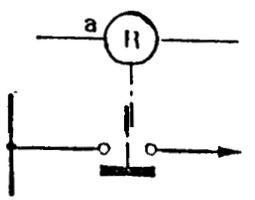
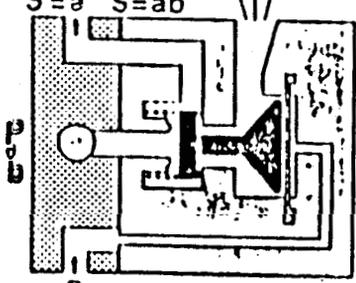
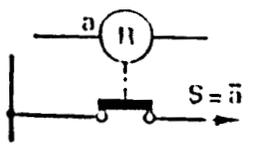
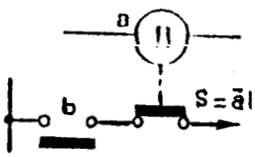
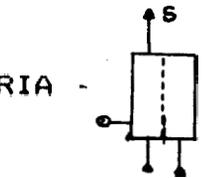
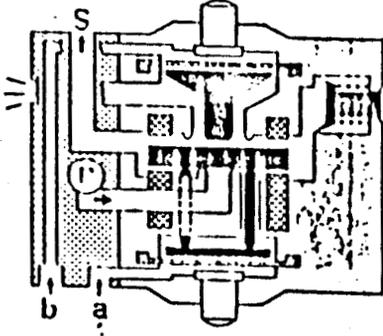
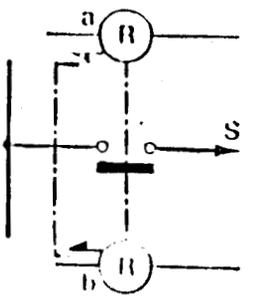
Las funciones lógicas de base utilizadas en neumática son las siguientes: OR, AND, YES, NOT, INHIBICION, MEMORIA, TIMER, etc.

Todos estos elementos pueden ser entrelazados y así determinar la secuencia que va a cumplir un determinado sistema neumático.

En la siguiente tabla se ven las funciones lógicas, simbología, forma constructiva y el esquema equivalente.



TABLA 1. Funciones lógicas

FUNCION LOGICA	SIMBOLO LOGICO	CELULA LOGICA NEUMATICA	ESQUEMA ELECTRICO EQUIVALENTE
OR	$S = a + b$ $S = a + b$  $S = 1$ si $a = 1$ o: $b = 1$ o: $a = b = 1$	$S = a + b$ 	 $S = a + b$
AND	$S = a \cdot b$ $S = ab$  $S = 1$ si $a = 1$ y $b = 1$	$S = ab$ 	 $S = ab$
YES	$S = a$  $S = 1$ si $a = 1$	$S = a$ 	
NOT	$S = \text{NO } a$ $S = \bar{a}$  $S = 1$ si $a = 0$	$S = \bar{a}$ $S = \bar{a}b$ 	 $S = \bar{a}$
INHIBICION	$S = \bar{a}b$ a inhibe b $S = 1$ si $b = 1$ y $a = 0$		 $S = \bar{a}b$
MEMORIA			

En la práctica industrial el algoritmo de un automatismo viene expresado por proposiciones lógicas las cuales describen las condiciones a satisfacer, a fin de que se verifique determinados eventos. Para la simplificación de la red lógica combinatoria se utiliza: el método algebraico que hace uso de los teoremas del álgebra de Boole, método de Karnaugh que es utilizado para expresiones lógicas conteniendo 2, 3, 4, 5, 6, etc., variables. Karnaugh utiliza un mapa compuesto de tantas casillas 2^n , donde n = número de variables.

Por ejemplo para 5 variables se tiene $2^5 = 32$ casillas. El orden de las líneas está hecho de modo que sólo una variable cambie de valor en el pasaje de una a otra línea.

Reglas para inscribir los órdenes en el mapa de Karnaugh:

1. En base a la secuencia formulada, se inscribe en la expresada casilla, los órdenes de mando y de la memoria, mediante un vector de reconocimiento. Dicho vector asume direcciones correspondiente a las carreras del cilindro.

2. Al trazar el recorrido de los órdenes al interior

del mapa, no es posible retornar a la casilla precedente ocupada al menos de la última orden de retorno en la primera casilla de reposo.

3. Cuando en la secuencia se tiene órdenes (positivas o negativas), seguida de órdenes opuestas. Ejemplo A1, A0 ó bien A0 y A1, se debe proveer una memoria por cada par de órdenes. En el mapa se inscriben las órdenes ~~X1~~, la orden X0, la variable \bar{X} y la variable X aparentadas a la memoria.



El mapa es reducido como se muestra en la figura.

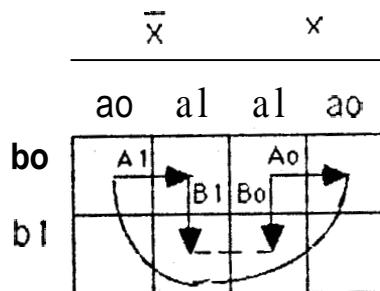


Fig. 6 Reducción del Mapa de Karnaugh

4. La orden escrita por un mando debe terminar primero, antes que encuentre aquella de signo opuesto. Ejemplo,, para A1 la orden opuesta es A0, para B0 la orden opuesta es B1.

5. La variable de asignar la orden es aquella que confirma el final de la fase precedente. Esta debe estar presente, cuando se inicia la orden y terminar primero que el inicio de la orden del signo opuesto. Ejemplo.

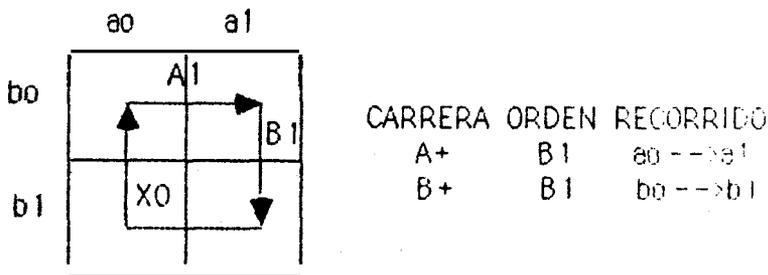


Fig. 7 Ejemplo para asignar variables

Para la orden **A1** la fase precedente es **X0**, la cual produce la variable \bar{X} por eso $A1 = \bar{X}$. Para la orden **B1**, la fase precedente es **A1**, la cual produce la variable $a1$, por eso $B1 = a1$.

6. Para disminuir la duración de una variable ocurre asociar el **AND** con otras variables, las cuales están presentes cuando se inscribe la orden y terminan primero, antes de encontrar la orden opuesta.

7. Finales de carrera y la memoria que aparecen en el ciclo deben alimentarse por la red.

Red lógica secuencial

Un circuito puede ser definido como sigue:

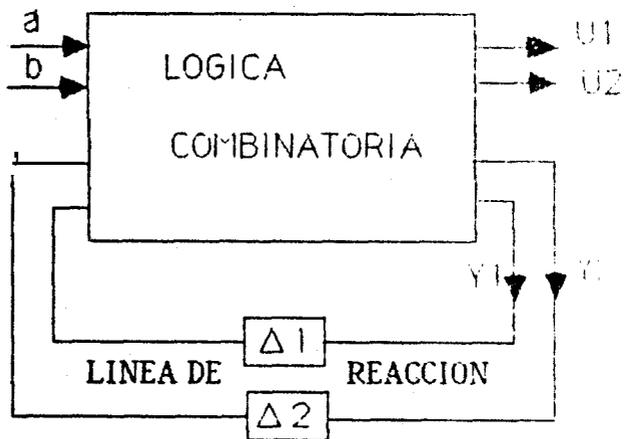


Fig. 8 Circuito secuencial

La técnica de los secuenciadores utilizan módulos de lógica neumática cableados como memorias de fase, celda lógica AND de transición, celda OR de enceramiento.

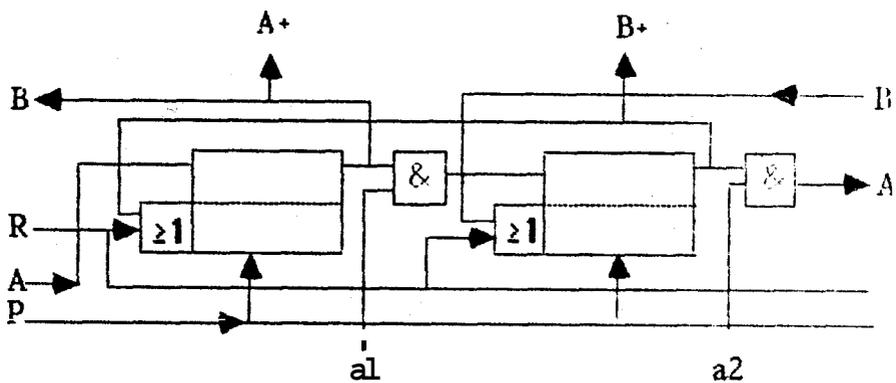


Fig. 9 Forma constructiva de un secuenciador

Enviando una señal de marcha se activa la memoria 1.
De la salida X se obtiene 3 funciones.

a) Se envía el comando A + a la válvula direccional del actuador.

b) Se predispone la celda lógica AND a la activación de la memoria sucesiva.

c) Se encera la memoria de fase precedente mediante la celda OR.



Apenas el cilindro termina la carrera positiva, el final de carrera abastece la señal al para la activación de la memoria sucesiva. La representación del ciclo es generalmente hecha con el método GAF CET (gráfico de comando etapa-transición).

Grafcet es un diagrama funcional que permite describir gráficamente todas las funciones envueltas en un automatismo. El funcionamiento de los automatismos es representado por un conjunto de fases y transición. Una fase corresponde a una situación en la cual el comportamiento de todo o de una parte del sistema en razón a su5 entradas y a su salida es invariable.

La fase puede ser activa o inactiva en un instante dado. Se debe precisar para cada fase cuales son las acciones a efectuarse cuando la fase es activa. Una transición indica la posibilidad de evolución entre las fases. A cada transiciones se asocia una condición lógica. Ejemplo: $a0 \rightarrow b1$.

Una transición es válida cuando todas las fases inmediatamente precedentes son activas. Esta es superada cuando es válida y la condición lógica asociada es verdadera.

La superación de una transición permite la activación de todas las fases inmediatamente siguientes y la desactivación de todas las fases inmediatamente precedentes.

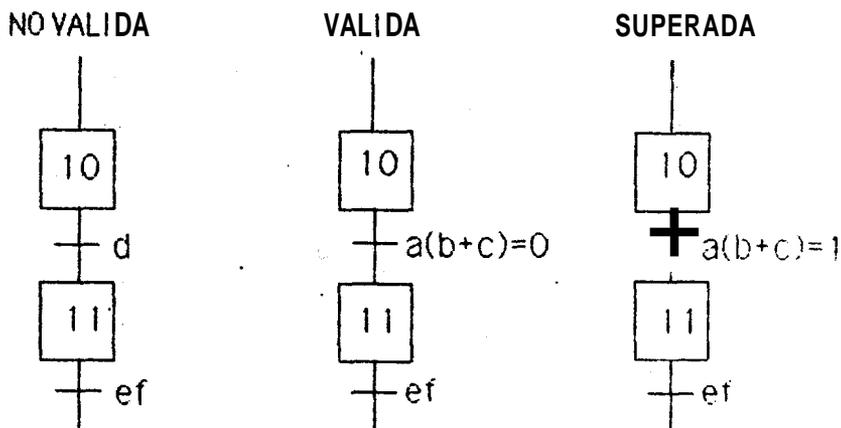


Fig. 10 Transiciones

Para representar el funcionamiento simultáneo de una transición única se utiliza dos líneas paralelas como el mostrado en la figura.



BIBLIOTECA

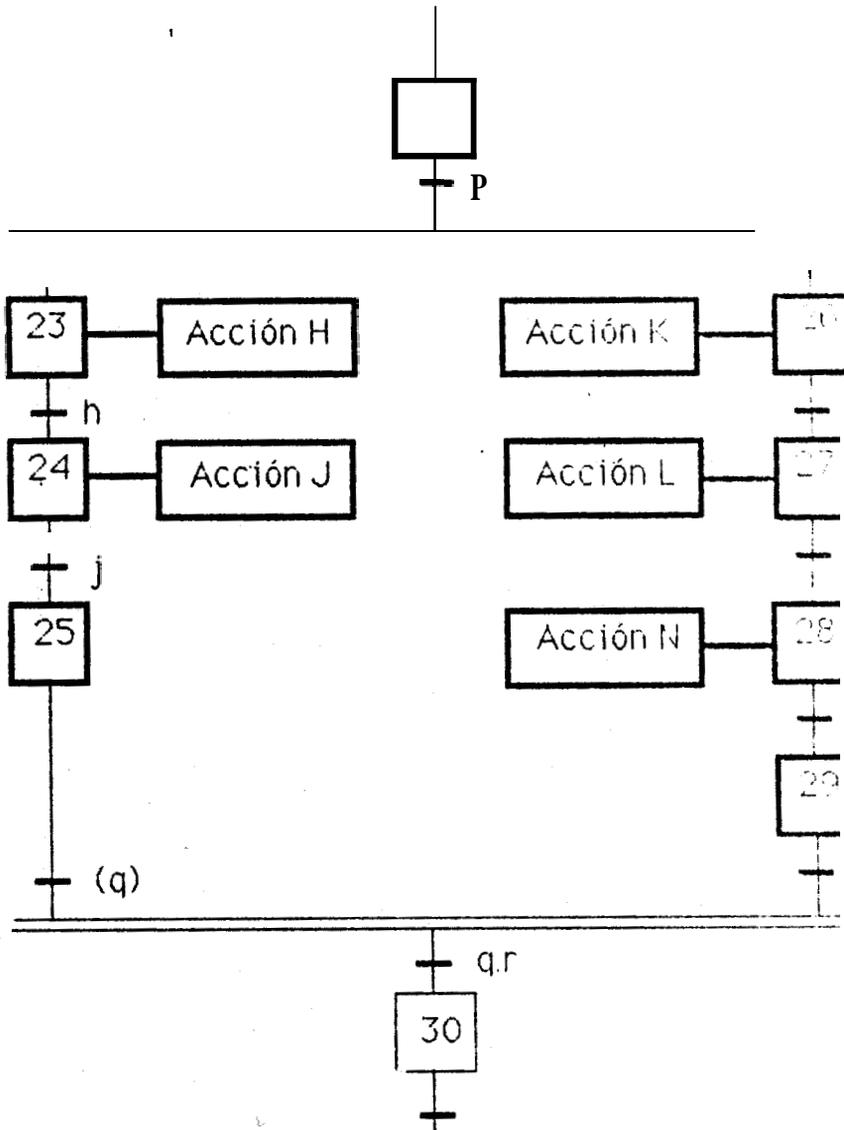


Fig. 11 Activación simultánea

A partir de la fase 22, la condición lógica (P0) provoca la activación simultánea de las fases 23 y 26. Al final de la secuencia simultánea (fase 25 y

29) con $q \cdot r = 1$ se activa la fase 30.

Salto de fase y continuación de la secuencia.

La figura muestra la representación de un salto condicionado de la fase 12 a la fase 15 a través de la condición lógica $f \cdot e$. Continuación de la secuencia 17 y 18 a través de la condición lógica $n \cdot m$.

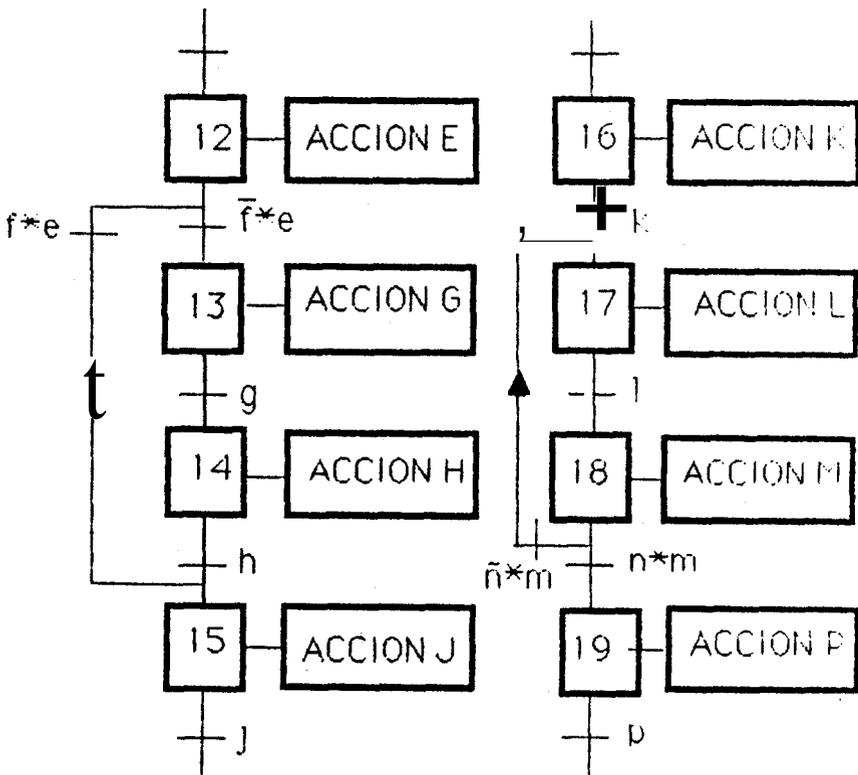
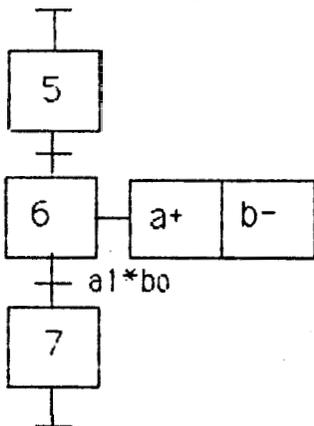


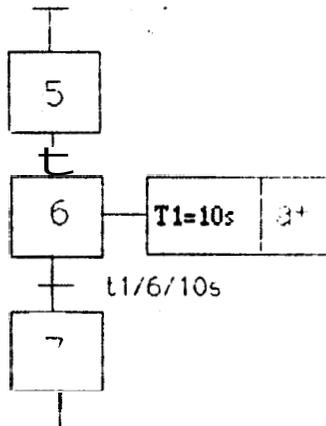
Fig. 12 Salto condicionado de fase

Las acciones que admite el Grafcet son:

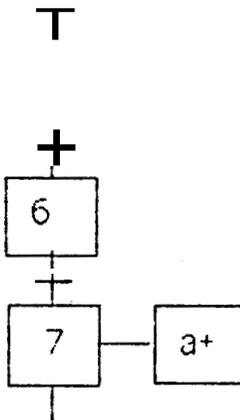
ACCION SIMULTANEA



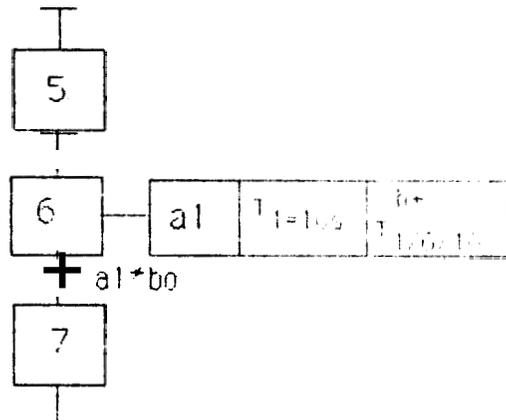
ACCION TEMPORIZADA



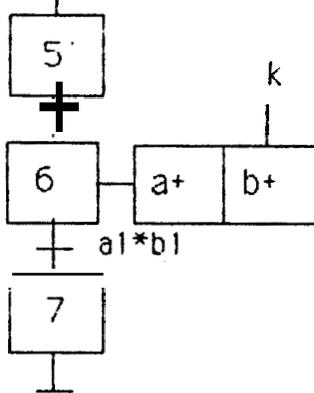
ACCION REPETIDA



ACCION DIFERIDA



ACCION CONDICIONADA OBLIGATORIA



ACCION CONDICIONADA FACULTATIVA

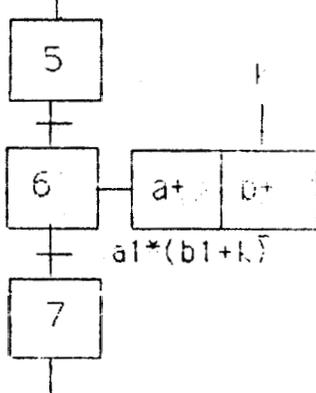


Fig. 13 Diferentes acciones

1.3 TECNOLOGIA ELECTRONEUMATICA

Válvulas direccionales a comando eléctrico

Estas válvulas son las más difundidas en la automatización neumática en cuanto puede ser piloteada y controlada cíclicamente por medio de controles a lógica programable (PLC) o por microcalculadoras (PC) oportunamente ligados. Pueden ser con accionamiento directo para pequeños caudales y con accionamiento indirecto (servopilotaje) para medianos y grandes caudales. El accionamiento se realiza por medio de un solenoide en corriente continua o alterna que está constituido, por un núcleo de hierro dulce o de una bobina de excitación.

Cuando la bobina está alimentada de corriente, forma un campo magnético por el cual induce una fuerza en el inductor. Esta fuerza va a desplazar la parte móvil del cursor.

Los solenoides de corriente continua están caracterizados por un ligero desplazamiento del cursor y de un tiempo de conmutación ligeramente superior a los de corriente alterna. Los que se encuentran por medio de corriente alterna están inducidos y el protector de tipo laminar sirve para

absorber el magnetismo residual. Absorbe una potencia superior respecto a aquel de corriente continua.

Simbología eléctrica

(Ver anexo, simbología)

Esquema funcional o de principio

El **esquema** funcional o de principio considera los diferentes elementos según la función que va a realizar, sin tener en cuenta sus posiciones efectivas en la red. Todos los componentes eléctricos están representados en condiciones de reposo.

El esquema funcional indica solamente el circuito de comando, el de potencia neumático es representado separadamente del funcional.

A continuación tenemos algunos circuitos eléctricos para 4 y 2 cilindros.

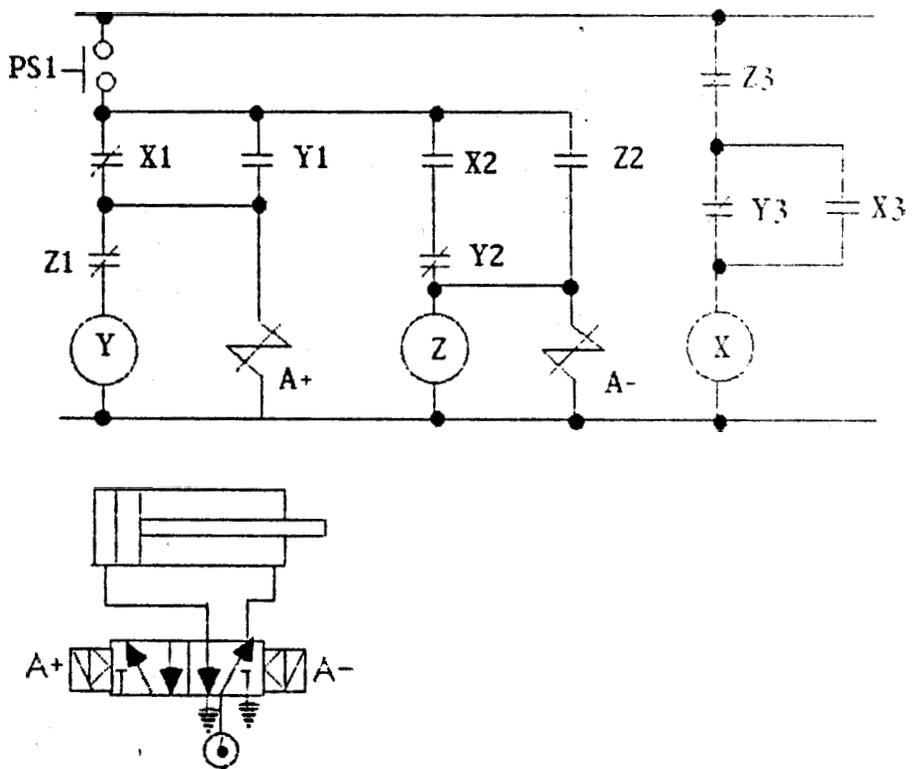


Fig. 14 Comando de un cilindro con válvula biestable, a impulso, con memoria temporánea

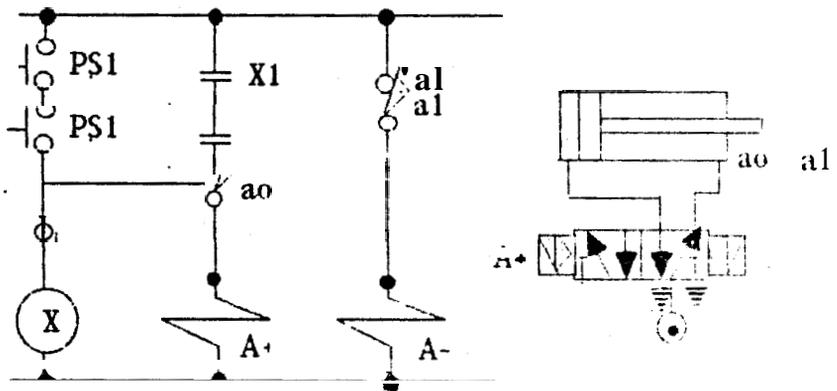
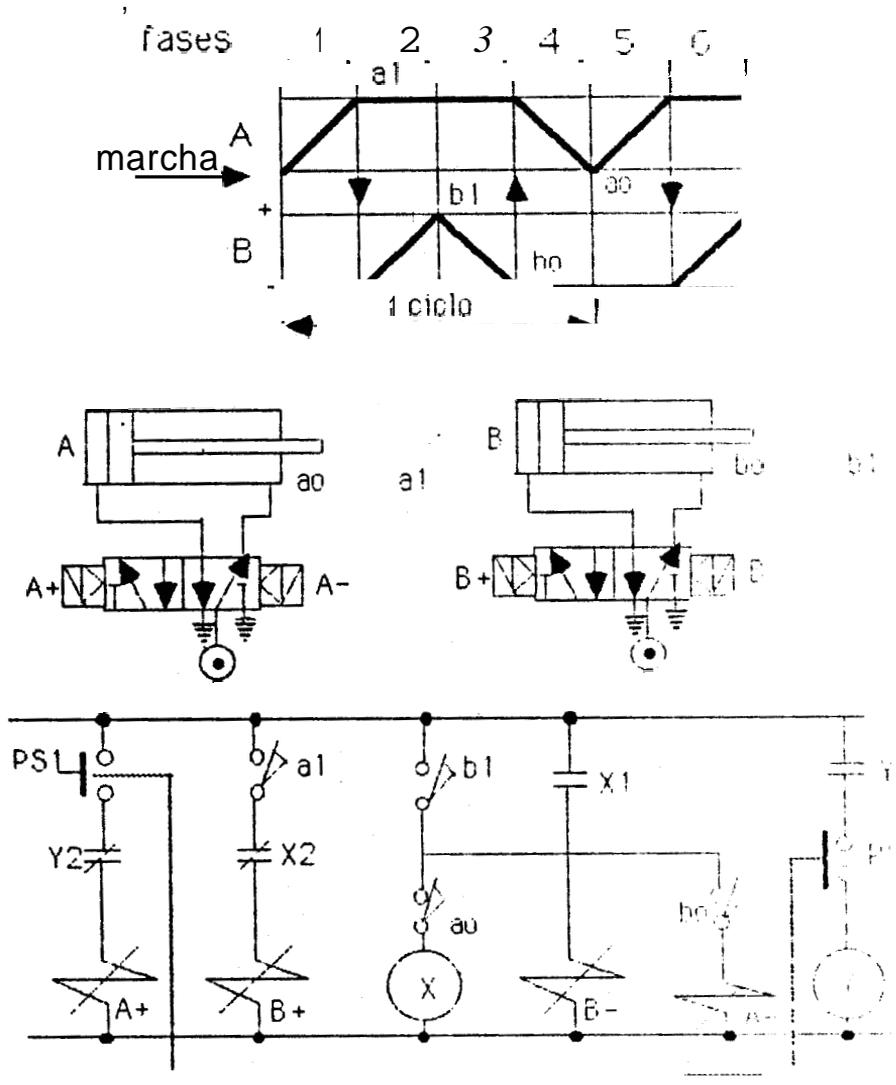


Fig. 15 Comando automático de un cilindro con válvula biestable paradas con retorno en a0 después de terminado el ciclo



**Fig. 16 Circuito secuencial con dos cilindros:
A+/B+/B-/A-**

1.4 TECNOLOGIA NEUMATICA APLICADA AL PLC

El PLC es un sistema de control a lógica programable en grado de exigir un conjunto ordenado de operaciones definidas por las instrucciones. El conjunto de las operaciones con las cuales se realiza

finales de carrera, pulsante, etc., hacia el FLC y las órdenes producto del controlador hacia la electroválvula neumática que alimentan los actuadores .

LENGUAJE DE PROGRAMACION.- Los lenguajes de programación más conocidos son: Nemótico Internacional (simbología a relé), Código Simbólico (lista de instrucciones), Funciones Lógicas (simbología de los elementos lógicos de base).

COMANDO DE PROGRAMACION (INSTRUCCIONES).- Consiste en una serie de instrucciones las cuales una después de la otra son insertadas en la memoria y elaborada sucesivamente. Una instrucción contiene: la operación, el operandum y el parámetro.

Operaciones como **OR**, **AND**, **LOD**; operan con los ingresos $x.n$, la salida $(y..n)$. Por parámetro se entiende una identificación de ingreso $X20$.

TIPO DE ELABORACION.- La elaboración puede ser: lógica secuencial (paso-paso, temporización, conteo, cálculo numérico (operación aritmética, confrontación, conversión), alfanumérica (elaboración de datos estructurados).

PALABRA.- La palabra de un PLC es caracterizada del número bit que puede variar de 4 u 16.

CONTROLADOR PROGRAMABLE CP 30 D/C

Teclado de instrucciones



BIBLIOTECA

AND		Enlazamiento en serie
OR		Enlazamiento paralelo
LOD	Carga	Símbolo para enlace de partida de un nuevo grupo de instrucción
NOT		Invierte el estado lógico para crear un contac to NC
OUT		Especifica el final de una cinta memorizando una bobina
TIM	Timer	Temporización
CNT		Contaimpulsos
SFR		Registro deslizamiento
MCS	MCS	Marcha Control Master inicio de una función master controlada por relay

MCR	MCR	Control Master de Parada
SET		Señal de partida por relé latch
RST		Señal de parada por relé latch

Teclado de modificación de programa

DEL	DELETE	Cancela la instrucción visualizada
INS	INSERT	Inserta una nueva instrucción visualizada en un programa ya residente
ENTR	ENJER	Memoriza la nueva instrucción
CLR	CLEAR	Enceramiento
END		Final
ADRS		Busca instrucciones ya programadas
TRS		Transfiere
JMP		Salto
JEND		Fin de salto

PROGRAMADOR

HUN

Posición de trabajo

PRG

Posición de programación

LOAD

Posición de registros

El programador CP 30 D/C tiene un diagrama LIDER que 'trabaja como un secuenciador lógico. Este programa es aplicable a cualquier secuencia, con señales de parada, emergencia, etc.

En las figuras 18 y 19 se muestra el teclado y el programa líder.

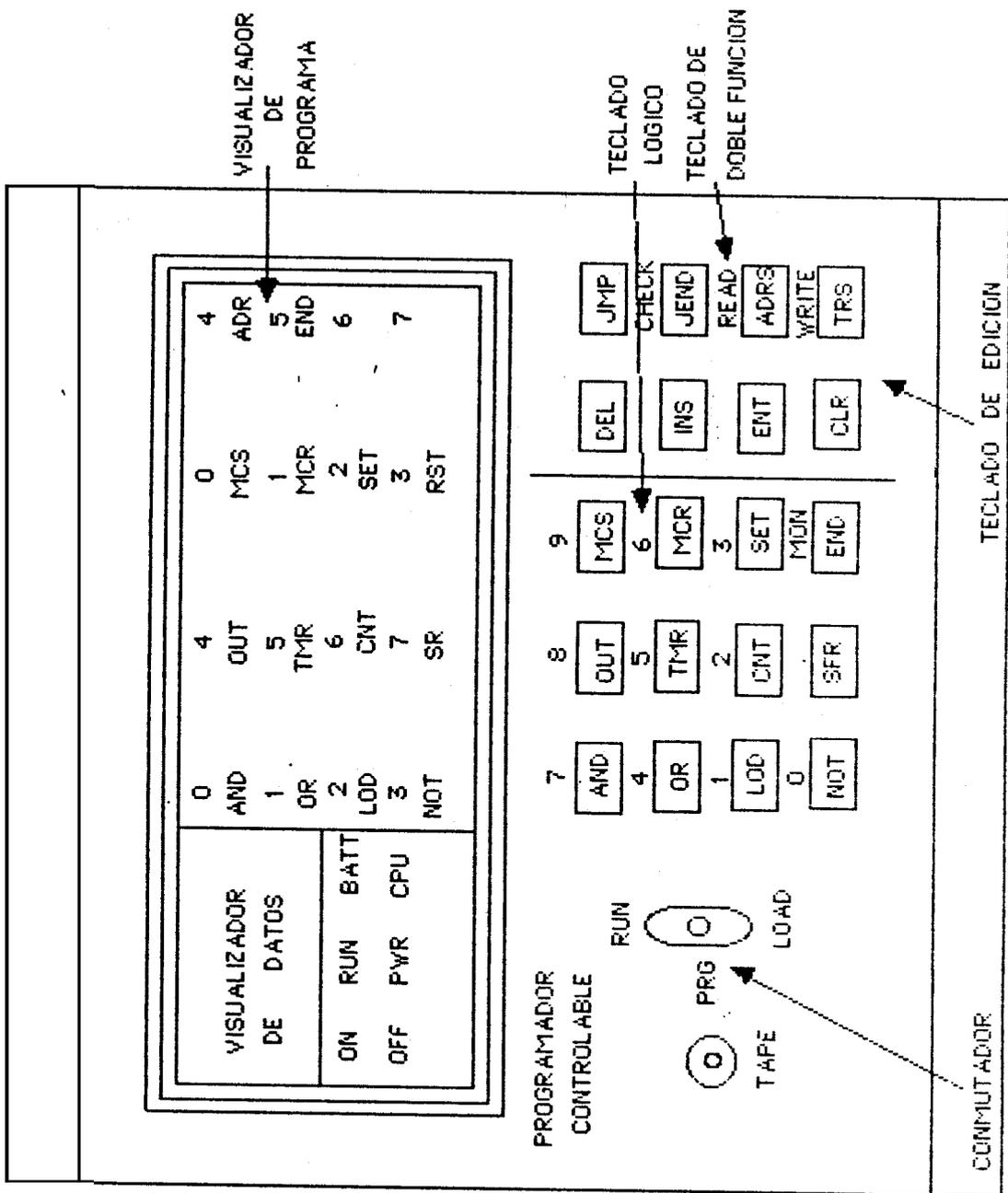
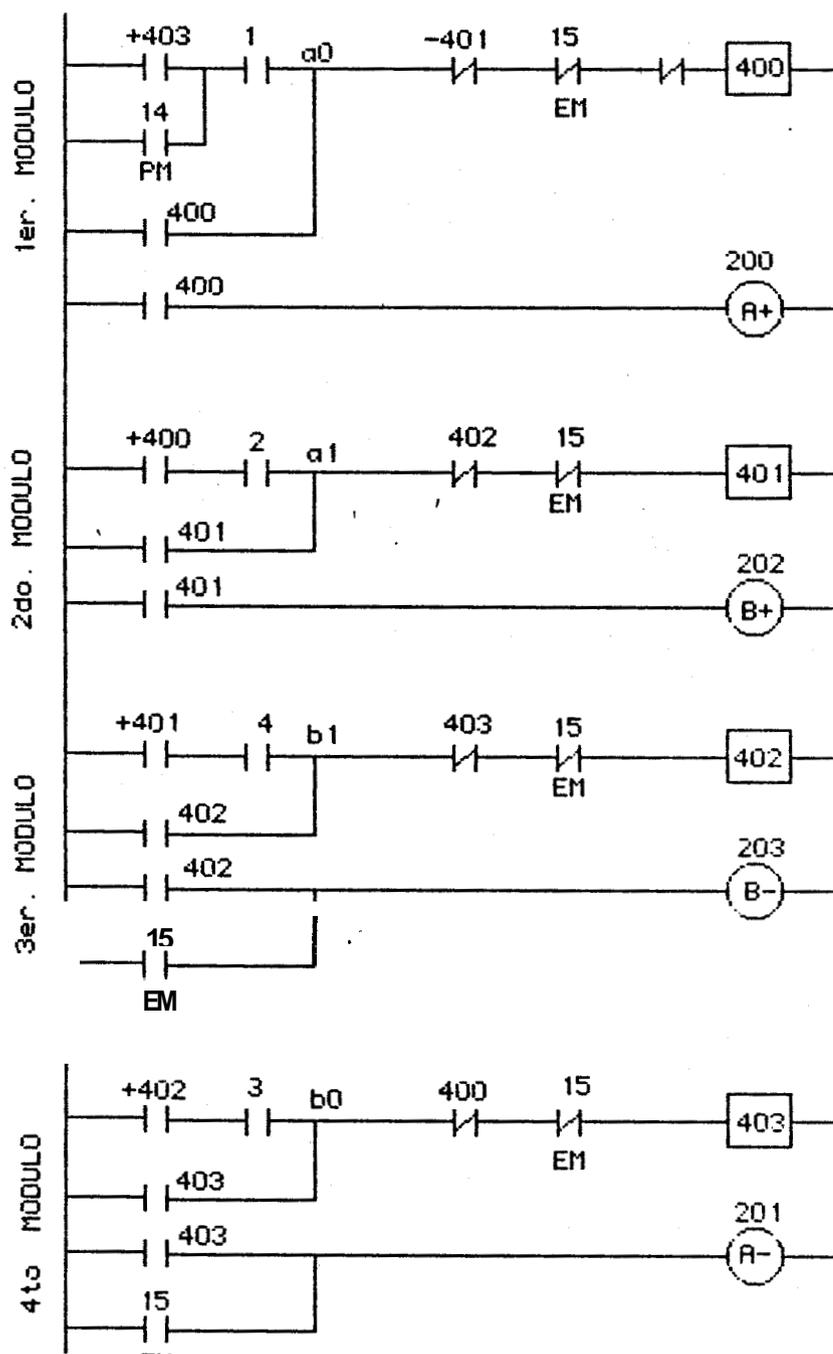


Fig. 18 Teclado de instrucciones para CP 30



SECUENCIA

- = A+
- = B+
- = E-
- = I+

BOBINA ELECTRICA

- A+ = 200
- A- = 201
- B+ = 202
- B- = 203

FINAL DE CARRERA

- a0 = 1
- a1 = 2
- b0 = 3
- b1 = 4

BOBINA INTERNA

- 400
- 401
- 402
- 403

PULSANTE

- PM = 14
- EM = 15

Fig. 19 Diagrama LIDEH para PLC

, CAPITULO II

DATOS CONSTRUCTIVOS GENERALES

2.1 DEFINICION DEL MANIPULADOR

El manipulador es un elemento que realiza diferentes movimientos con, el fin de alcanzar el objetivo deseado. Entre *estos* movimientos se tiene: traslado de pesos, montaje, confeccionamiento, carga y descarga de máquinas operadoras, etc.

En todos los casos el manipulador debe ser veloz porque representa típicamente una fase pasiva en la cual no se produce un valor agregado al producto y debe venir con dispositivo de seguridad confiable, porque con la moderna línea automática un desperfecto en cualquier punto provoca el bloqueo de la línea interesada.

Los **manipuladores** que se encuentran tienen un largo empleo en la **movilización** entre **punto y punto**, donde no importa el control de la trayectoria, donde la precisión **puede** también no ser elevada, donde no están previstas variaciones de la carrera. SU *configuración **es típicamente una estructura** del tipo modular en el **cual** los módulos de base están **constituidos de unidades** de rotación.

El material es de madera con soportes de hierro para los cilindros, debido a **su estructura** está **diseñado** para soportar pesos muy leves, con el fin de **simular** la carga y descarga de **una máquina** aperadora.

Este elemento realiza **diferentes** movimientos siguiendo un **patrón o una** secuencia peñada, debe rotar y obrar de **acuerdo a la secuencia**.

El diámetro **mínimo** y máximo de carga, depende de la forma de **construcción** de la pieza de **sujeción**. Su peso máximo, dependerá a su vez de las dimensiones de **los cilindros**.

La determinación de **fuerza y consumo** de aire se hace de acuerdo a los elementos que **se tienen al alcance**.

En la siguiente figura **se ve un dibujo** en forma

general de el manipulador.

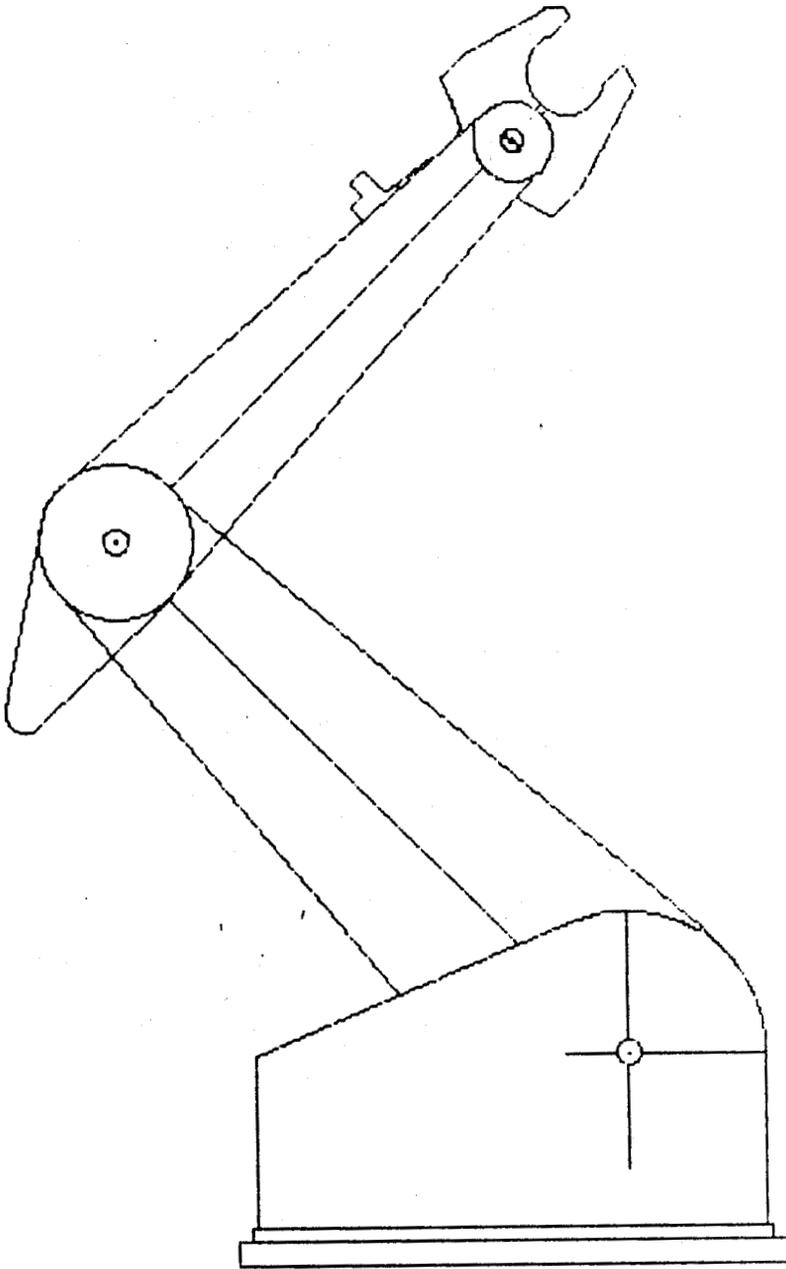


Fig. 20 Manipulador

2.2 MOVIMIENTOS Y ARREGLOS DEL MANIPULADOR

Los movimientos que se escogieron son los siguientes:

- a) Rotación de la base.
- b) Rotación del brazo principal.
- c) Rotación del brazo secundario.
- d) Rotación de la pieza de sujeción.
- e) Cierre de la pieza de sujeción.

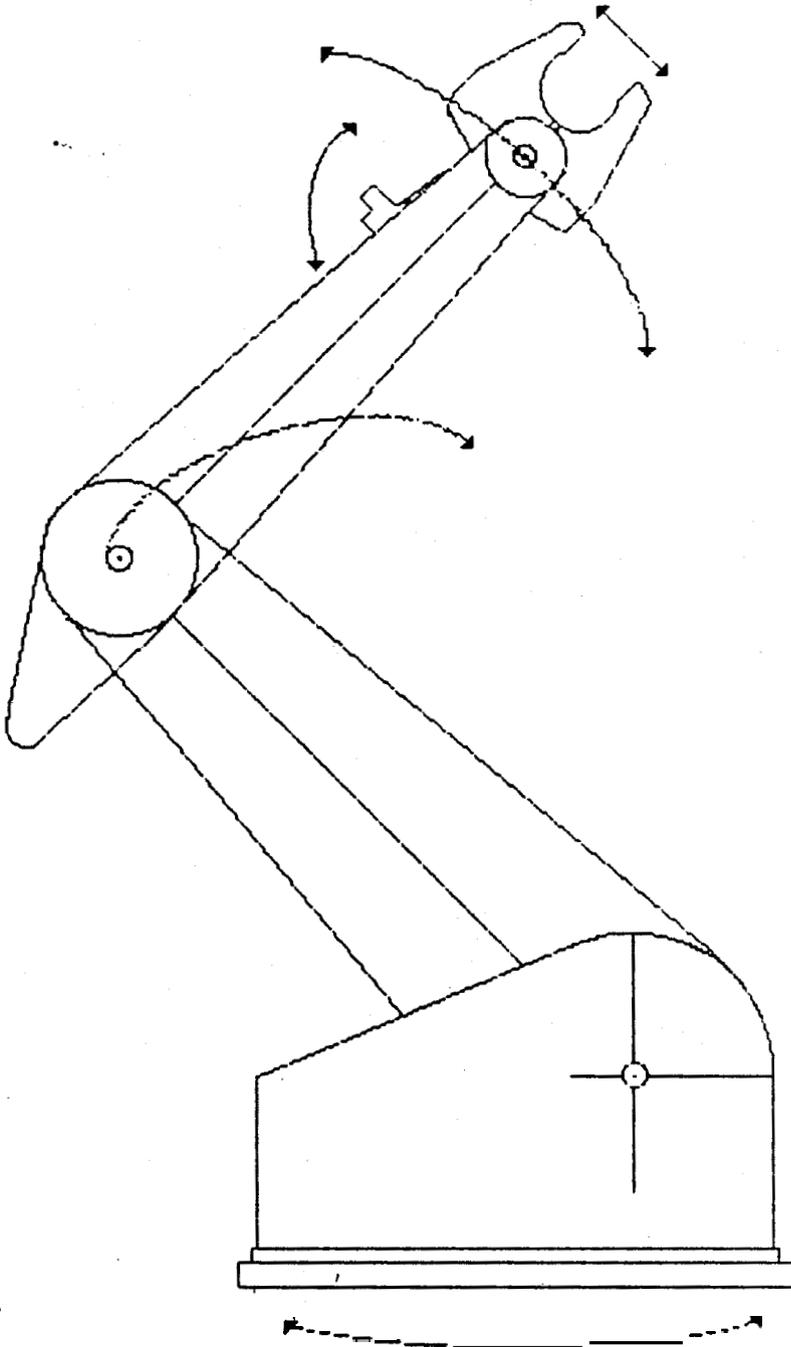
ARREGLOS

Para cambiar las diferentes posiciones que va a tener el manipulador se puede hacer de dos maneras:

- a) Mecánica.- Consiste en hacer los orificios que sirven para los soportes de los cilindros en diferentes puntos, dependiendo la posición de éstos, los brazos tendrán una mayor o menor rotación y alcance.
- b) Con sistemas de bloqueos en los puntos que se deseen.- Estos generalmente recurren a válvulas especiales de bloqueo comandadas por sensores neumáticos o finales de carrera electromagnéticas.

Los arreglos que se hicieron al manipulador fueron del tipo mecánico.

En la figura siguiente se ven los movimientos que debe realizar el manipulador.



BIBLIOTECA

Fig. 21 Movimientos del manipulador

2.3 SELECCION DE ELEMENTOS

Los elementos que se escogieron son los que están al alcance en el laboratorio, teniendo como referencia para trabajar $P = 6.3$ bar y $v = 0.5$ m/seg, éstos son :

4 cilindros de D.E. $\varnothing = 32$ mm $c = 160$ mm

2 cilindros de S.E. $\varnothing = 20$ mm $c = 25$ mm

Interceptoras de bloqueo

Panel controlador neumológico modular. - Proyectado para el estudio y la experimentación de la neumática básica, de la tecnología neumológica y de circuitos neumáticos en cascada.

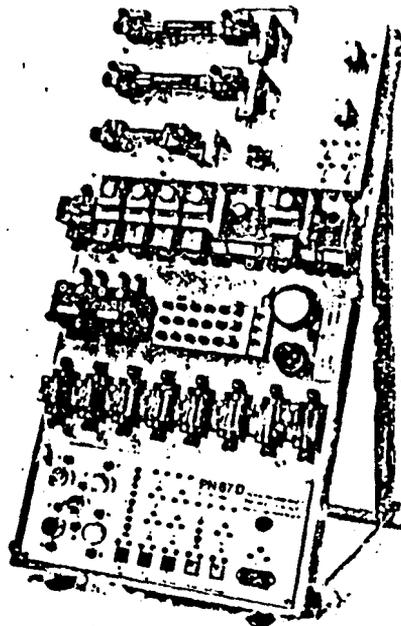


Fig. 22 Panel controlador

Cálculo de elementos

FUERZA TEORICA DE SALIDA PARA LOS CILINDROS

$$\text{Si } P = 6.3 \text{ bar}$$

$$v = 0.5 \text{ m/seg} \quad c = 160 \text{ mm}$$

$$D1 = 32 \text{ mm} \quad D2 =$$

$$F = P \cdot A$$

$$F = 6.3 \text{ bar} \times \frac{\pi (3.2 \text{ cm})^2}{4} = 0.50667 \text{ KNw}$$

$$F = 0.50667 \text{ KNw}$$

FUERZA TEORICA DE RETROCESO

$$F = P \cdot A = P(A1 - A2)$$

$$F = 6.3 \text{ bar} \left(\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} \right) \text{ cm}^2$$
$$= 6.5 \frac{\pi}{4} (3.2^2 - 1.2^2) = 0.4354 \text{ KNw}$$

$$F = 0.4354 \text{ KNw}$$

CONSUMO DEL AIRE TEORICO

$$Q = (Q1 + Q2)n \quad \text{dm}^3/\text{seg}$$

$$Q1 = A1 C Pabs$$

$$Q1 = \frac{\pi D^2}{4} C \times Pab = \frac{\pi (0.32)^2}{4} 1.6 \times 7.3$$

$$Q1 = 0.9393 \text{ liter}$$

$$Q2 = C Pab (A1 - A2)$$

$$Q2 = 1.6 \times 7.3 \times \left(\frac{\pi 0.32^2}{4} - \frac{\pi 0.12^2}{4} \right)$$

$$Q2 = 0.8072 \text{ litros}$$

$$(Q1 + Q2) = 0.9393 + 0.8072 = 1.7465 \text{ litro}$$

$$= 1.7465 \text{ dm}^3$$

$$v = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{sg}} \times \frac{1 \text{ ciclo}}{0.320 \text{ m}} = 1.5625 \frac{\text{ciclos}}{\text{sg}}$$

$$RT = 1.7465 \text{ dm}^3 \times 1.5625 \frac{\text{ciclos}}{\text{sg}} = 2.7289 \text{ dm}^3/\text{sg}$$

$$QT = 2.7289 \text{ dm}^3/\text{sg}$$

Para simple efecto

FUERZCI TEORICA

$$F = P \cdot A = 6.03 \text{ bar} \times \frac{\pi (2)^2 \text{ cm}^2}{4} = 0.197342 \text{ kW}$$

Si vamos a la tabla 2 y al gráfico 23 vemos que estos valores coinciden.



(continuación)

Φ mm	Φ mm	mm	ORDEN	AREA PISTON		LONGITUD AMORTIGUAM	FUERZA DE ACCIONAM.		PESO CILINDRO KG SIN ROZAMIENT.		PESO KG PISTON+EJE	
				empuje	tiro		cm ²	cm ²	posic.+	posic.-	0mm +/-100mm	0mm +/-100
50	20	25	167-05 02 00	19,6	16,5	17,0	1,23	1,04	1,10	0,42	0,44	0,25
		50	167-05 05 00									
		80	167-05 08 00									
		100	167-05 10 00									
		125	167-05 12 00									
		160	167-05 16 00									
		200	167-05 20 00									
		250	167-05 25 00									
		320	167-05 32 00									
		400	167-05 40 00									
500	167-05 50 00											
53	20	25	167-06 02 00	31,0	28,0	16,5	1,95	1,76	1,70	0,54	0,53	0,25
		50	167-06 05 00									
		80	167-06 08 00									
		100	167-06 10 00									
		125	167-06 12 00									
		160	167-06 16 00									
		200	167-06 20 00									
		250	167-06 25 00									
		320	167-06 32 00									
		400	167-06 40 00									
500	167-06 50 00											

CANTIDAD DE AIRE NECESARIO EN DIVERSAS VELOCIDADES DE PISTÓN

Aire libre

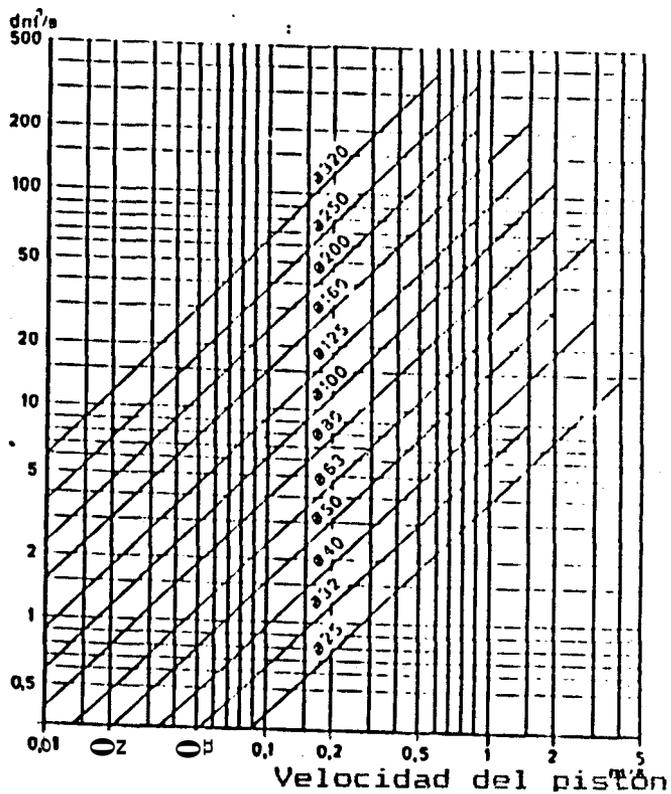


Fig. 23 Diagrama

CAPITULO 111

DESARROLLO PRACTICO DE LA TECNOLOGIA

3.1 CONSTRUCCION

El manipulador está construido en su totalidad de madera playwood, con elementos de hierro para la articulación de los brazos del cilindro. Este comprende:

BASE en donde se apoya toda la estructura, no va empotrada para permitir su traslado (2 piezas).

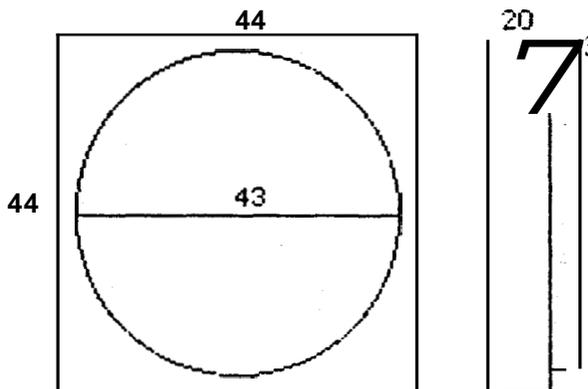


Fig. 24 Base

SOPORTE es el elemento que sirve de apoyo al brazo 1, está constituido de una manera tal que permita el libre movimiento del brazo 1 y su rotación (4 piezas,).

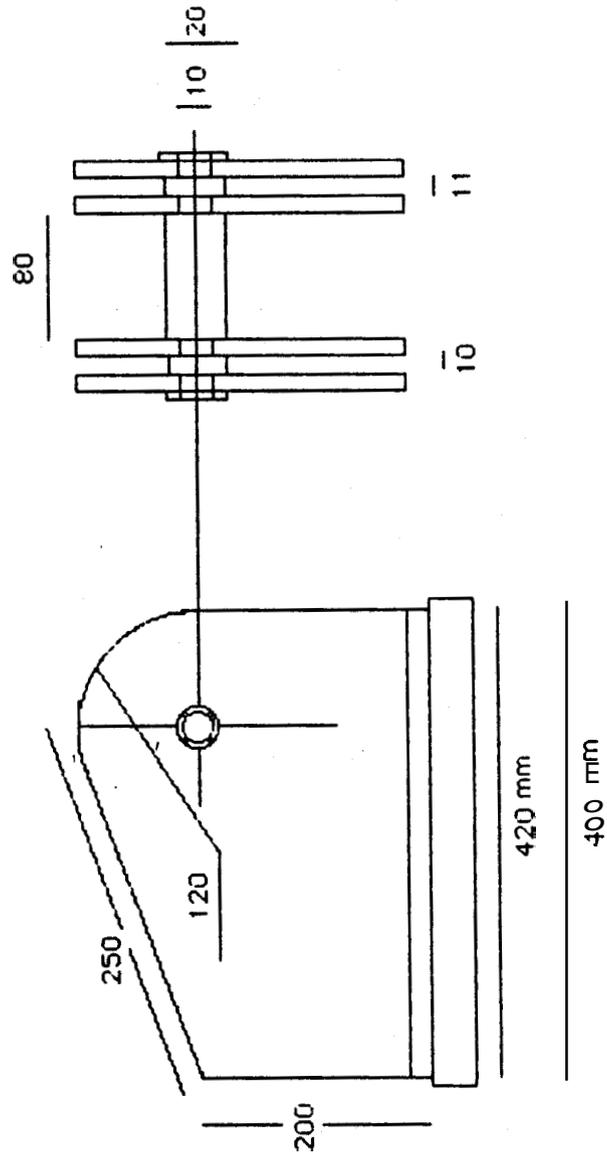


Fig. 25 Soporte

BRAZO 1 su base es el soporte y sirve de
el brazo 2 (2 piezas)

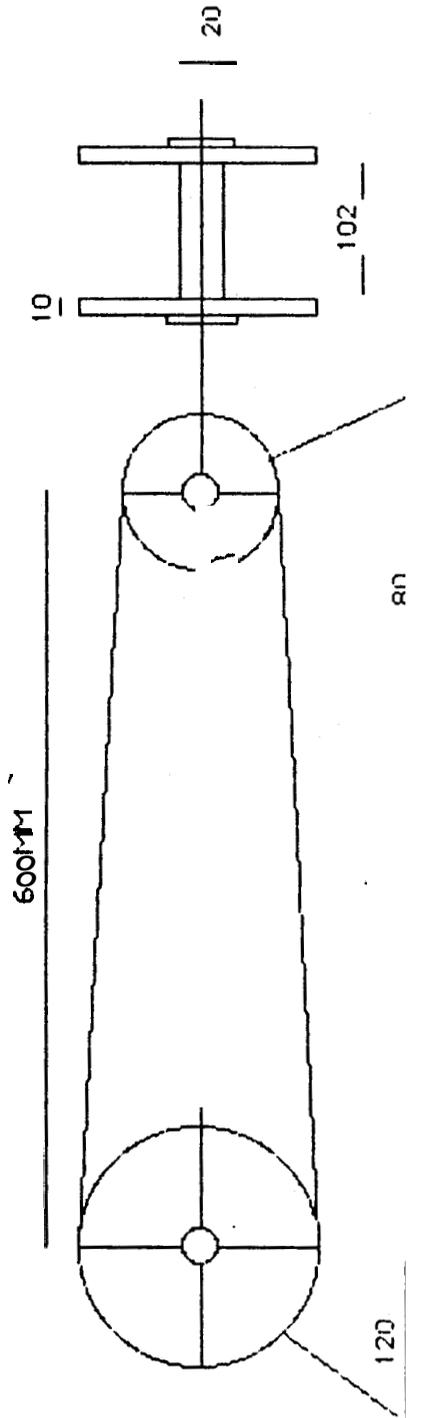


Fig. 26 Brazo 1

BRAZO 2 su base es el brazo 1 y sirve de soporte para la pieza de sujeción.

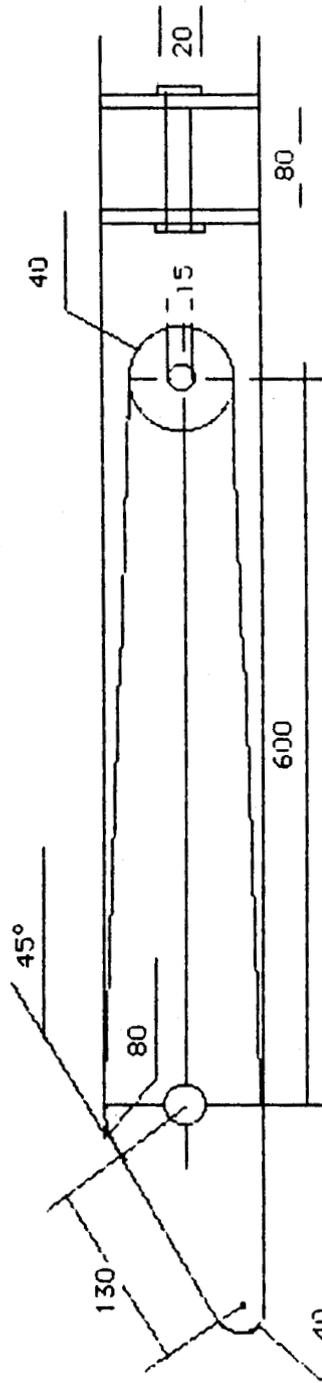


Fig. 27 Brazo 2.

PIEZA DE SÚJECION tiene su apoyo en el brazo 2 y realiza dos movimientos que son: de rotación y de cierre, todos estos elementos unidos conforman el manipulador.

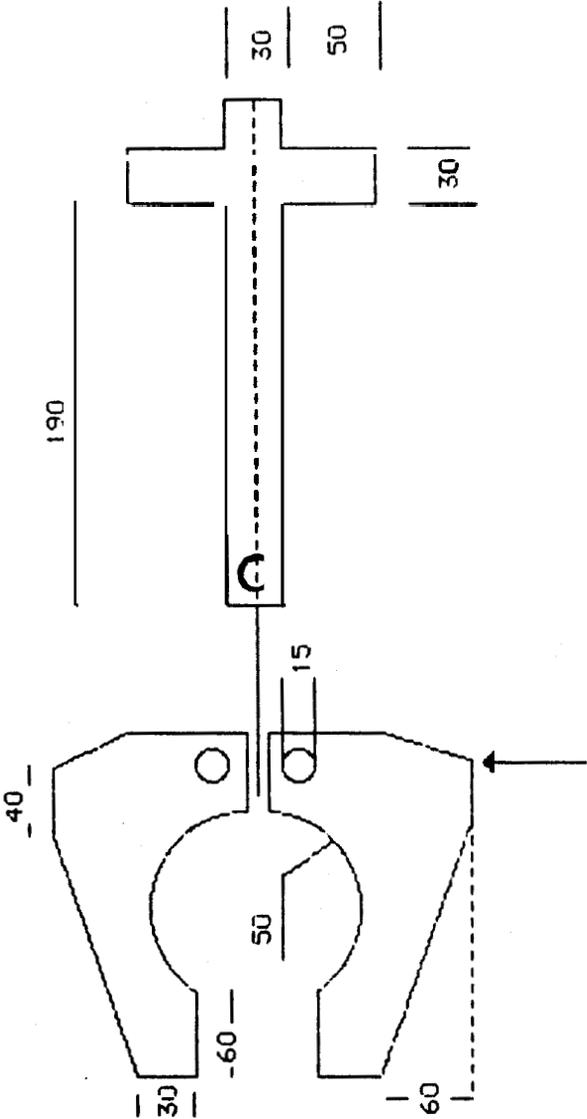


Fig. 28 Pieza de sujeción

3.2 MONTAJE DE COMPONENTES

Los elementos que están sobre el manipulador son:

Cilindros A de D.E. para la rotación de la base. su punto de apoyo son A y A' .

Cilindro B de D.E. para la rotación del brazo 1, sus puntos de apoyo son E y B' .

Cilindro C de D.E. para la rotación del brazo 2, sus puntos de apoyo son C y C' .

Cilindro D de D.E. para la rotación de la pieza de sujeción, sus puntos de apoyo son D y D' .

Cilindros de S.E. para el cierre de la pieza montado directamente en ella, sus puntos de apoyo son E y E', F y F' .

Los finales de carrera son electromagnéticos de aproximación y colocados en las posiciones (-) y (+) de los cilindros.



BIBLIOTECA

1914-15

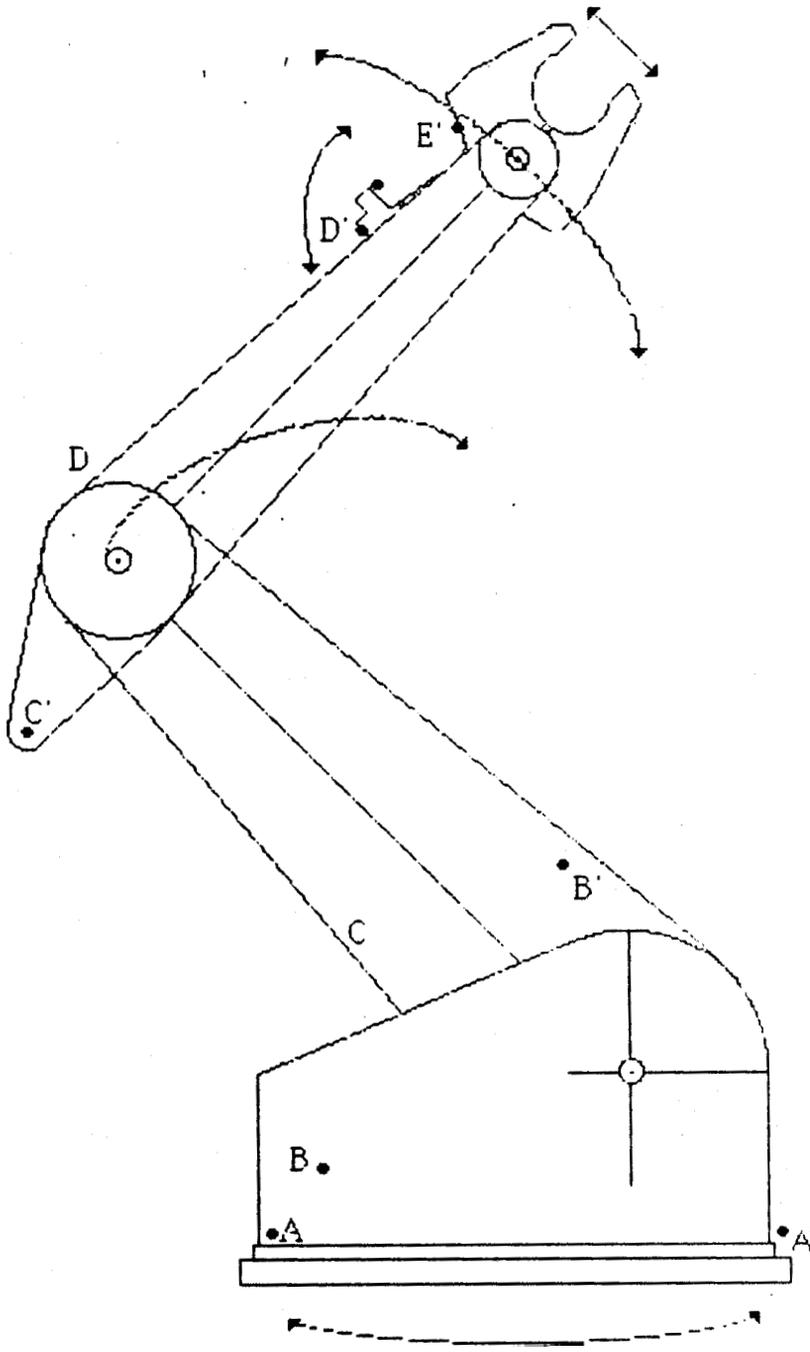
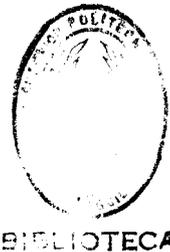


Fig. 29 Posición de los cilindros en un manipulador



3.3 PRUEBA Y AJUSTES

En el manipulador se pueden hacer diversas secuencias operativas, citamos algunas.

A+/B+/D+/E-/A-/C+/E+/B-C-/D-/

A+/B+C+/D+/E+/A-/B-C-/D-/E-/

B+D+/E-/B-D-/A+/B+C+/E+/B-C-/A-/

De todas estas secuencias se decidió por la tercera esto es:

B+D+/E-/B-D-/A+/B+C+/E-/B-C-/A-/

Con esta secuencia se tiene 8 fases que son:

1. (B+ D+): Partiendo de la posición de **reposo**, se rota el brazo 1 y la pieza de **sujeción**, para poner el manipulador en posición de **coger** la carga.
- 2, (E-): Coje la carga.
3. (B-D-): El brazo 1 y la pieza de **sujeción** vuelven a **su estado** original.
4. (A+): se hace rotar la base.

5. (B+ C+): el brazo 1 y 2 se pone en posición para dejar la carga.

6. (E+): se deja la carga.

7. (B- C-): el brazo 1 y 2 vuelven a su posición original .

8. (A-): se rota la base a su posición original.

AJUSTES. Los ajustes que se hicieron fueron:

La regulación de la salida de los brazos se realizó con las válvulas estranguladoras regulables, debido al material utilizado para la construcción (madera).

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

Secuencia operativa:

$B+D+/E-/B-D-/A+/B+C+/E+/B-C-/A-/$

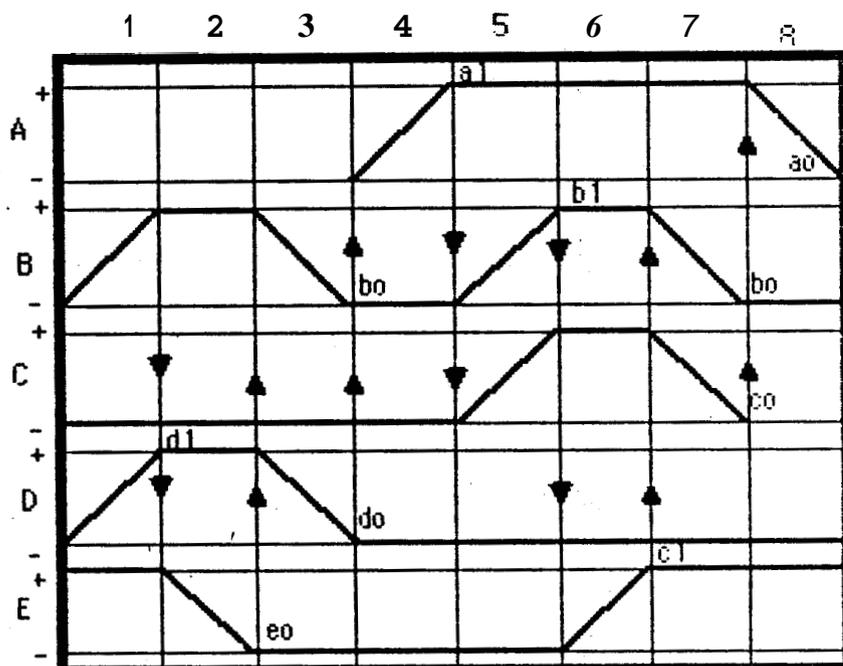


Fig. 30 Diagrama de las fases

ESTADOS:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. a0 b0 c0 d0 e1 | 5. a1 b0 c0 d0 e0 |
| 2. a0 b1 c0 d1 e1 | 6. a1 b1 c1 d0 e0 |
| 3. a0 b1 c0 d1 e0 | 7. a1 b1 c1 d0 e1 |
| 4. a0 b0 c0 d0 e0 | 8. a1 b0 c0 d0 e1 |

Tabla 3. Tabla de las órdenes

Secuencia	Órdenes	Recorrido de señal
B+ D+	B ₁	b0 ---> b1
	D ₁	d0 ---> d1
E-	E ₀	e1 ---> e0
B- D-	B ₀	b1 ---> b0
	D ₀	d1 ---> d0
A+	A ₁	a0 ---> a1
B+ C+	B ₁	b0 ---> b1
	C ₁	c0 ---> c1
E+	E ₁	e0 ---> e1
B- C-	B ₀	b1 ---> b0
	C ₀	c1 ---> c0
A-	A ₀	a1 ---> a0

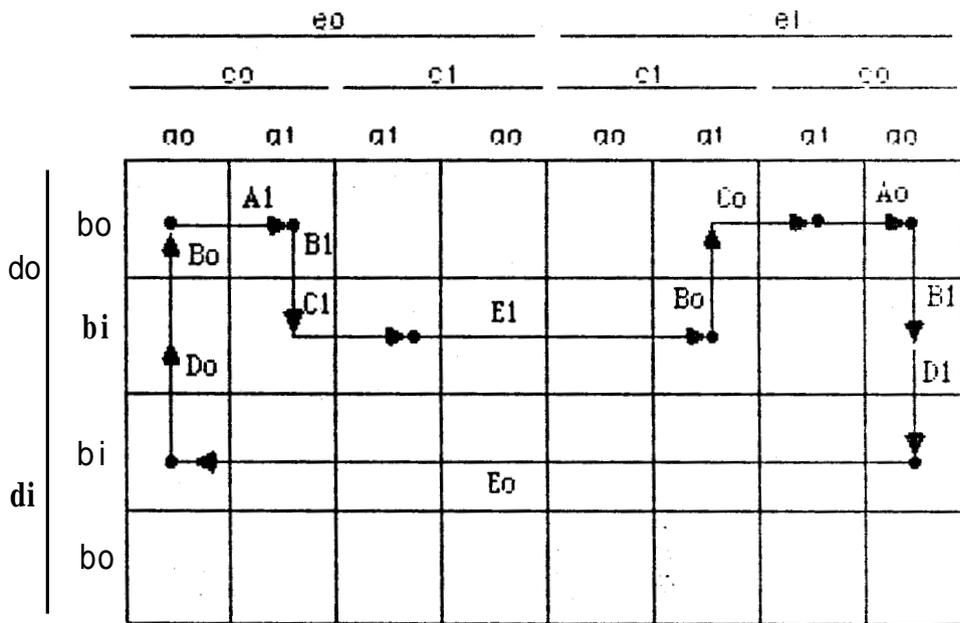


Fig. 31 Mapa de Karnaugh

EXPRESIONES LOGICAS SACADAS DEL MAPA DE KARNAUGH

B1 = a0 e1

D1 = a0 e1

E0 = d1 b1

D0 = e0

B0 = e0 a0

A1 = b0 e0 d0

B1 = a1 e0

C1 = a1 e0

E1 = c1 b1 d0

B0 = e1 a1

C0 = e1

A0 = c0 e1 b0

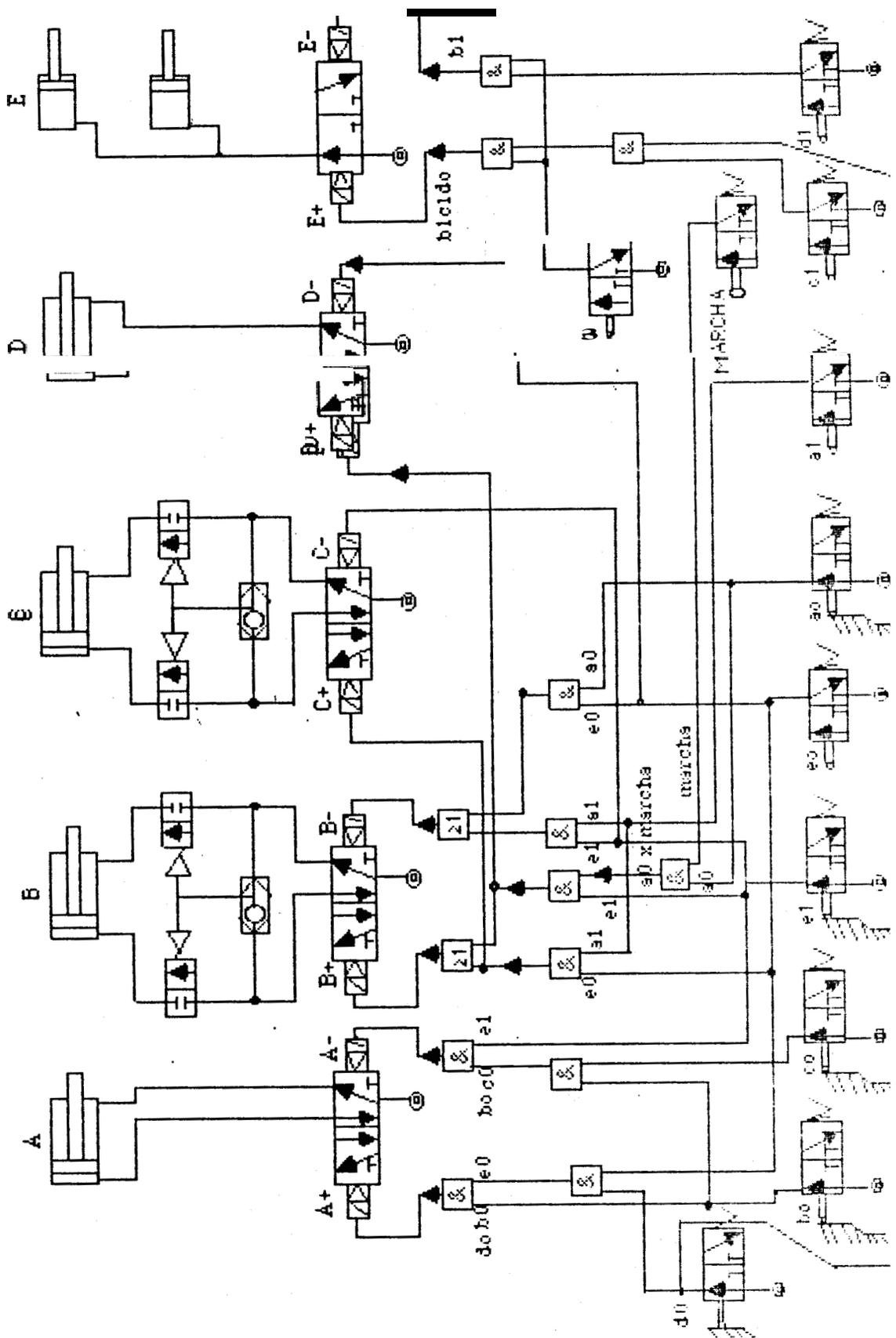


Fig. 32 Esquema lógico neumático

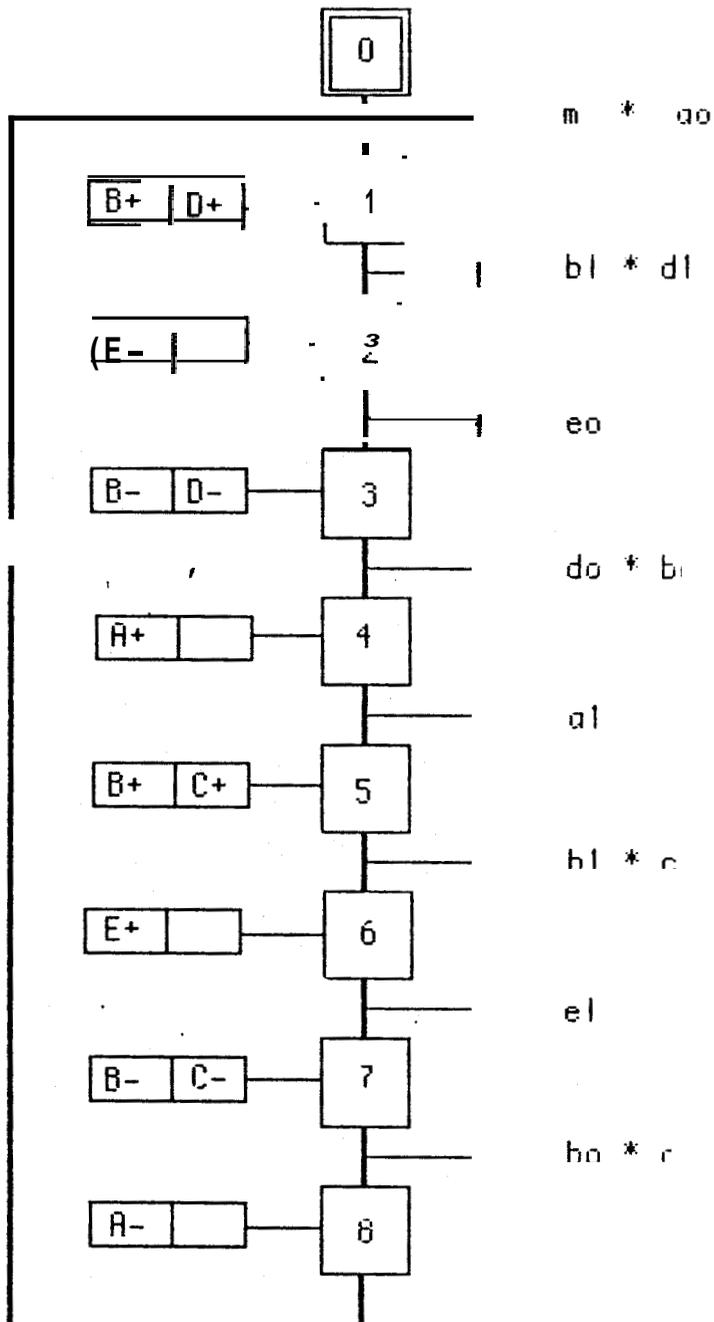


Fig. 33 Método secuencial GRAFCET (Gráfico de comando etapa - transición)

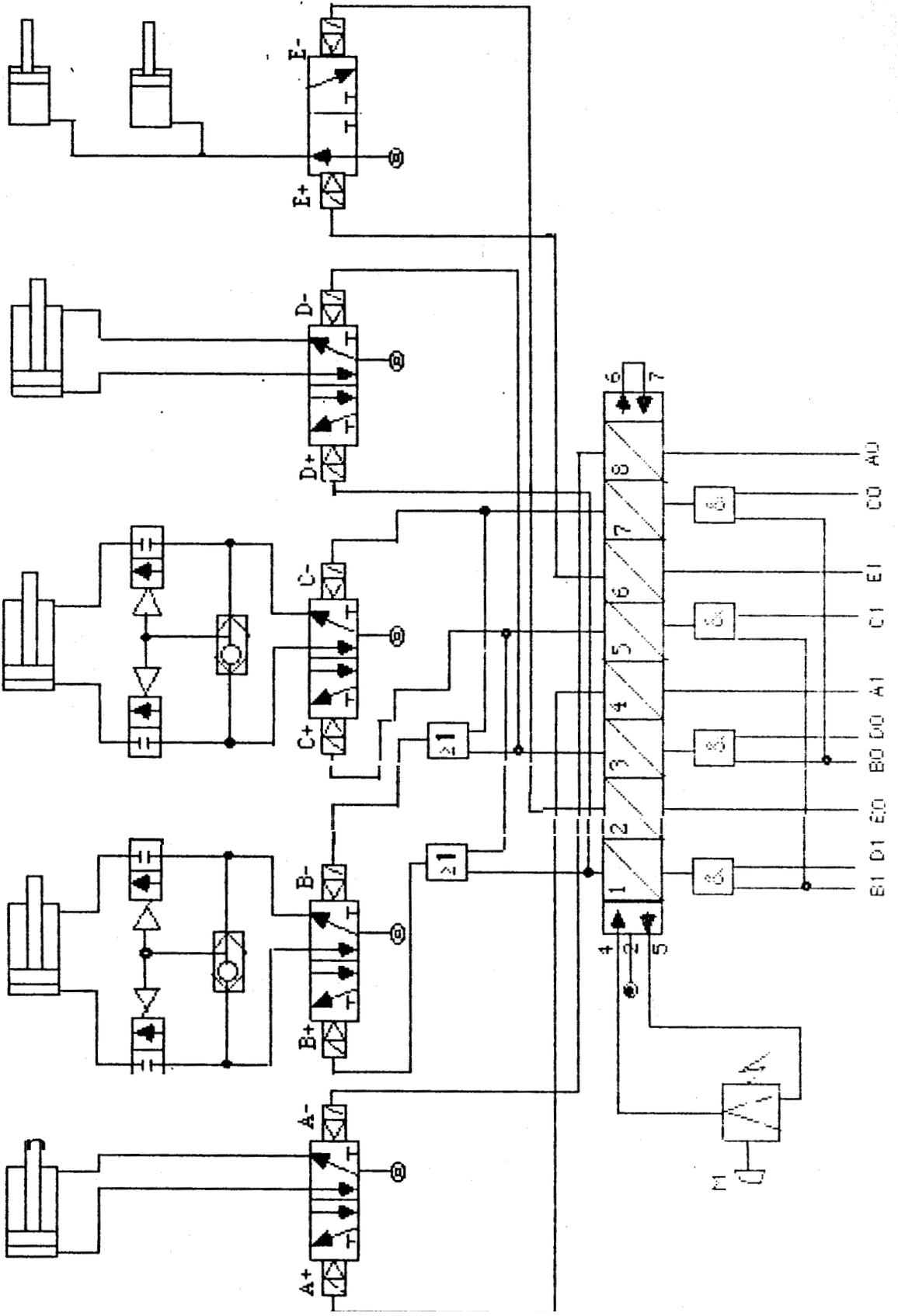


Fig. 34 Esquema lógico secuencial

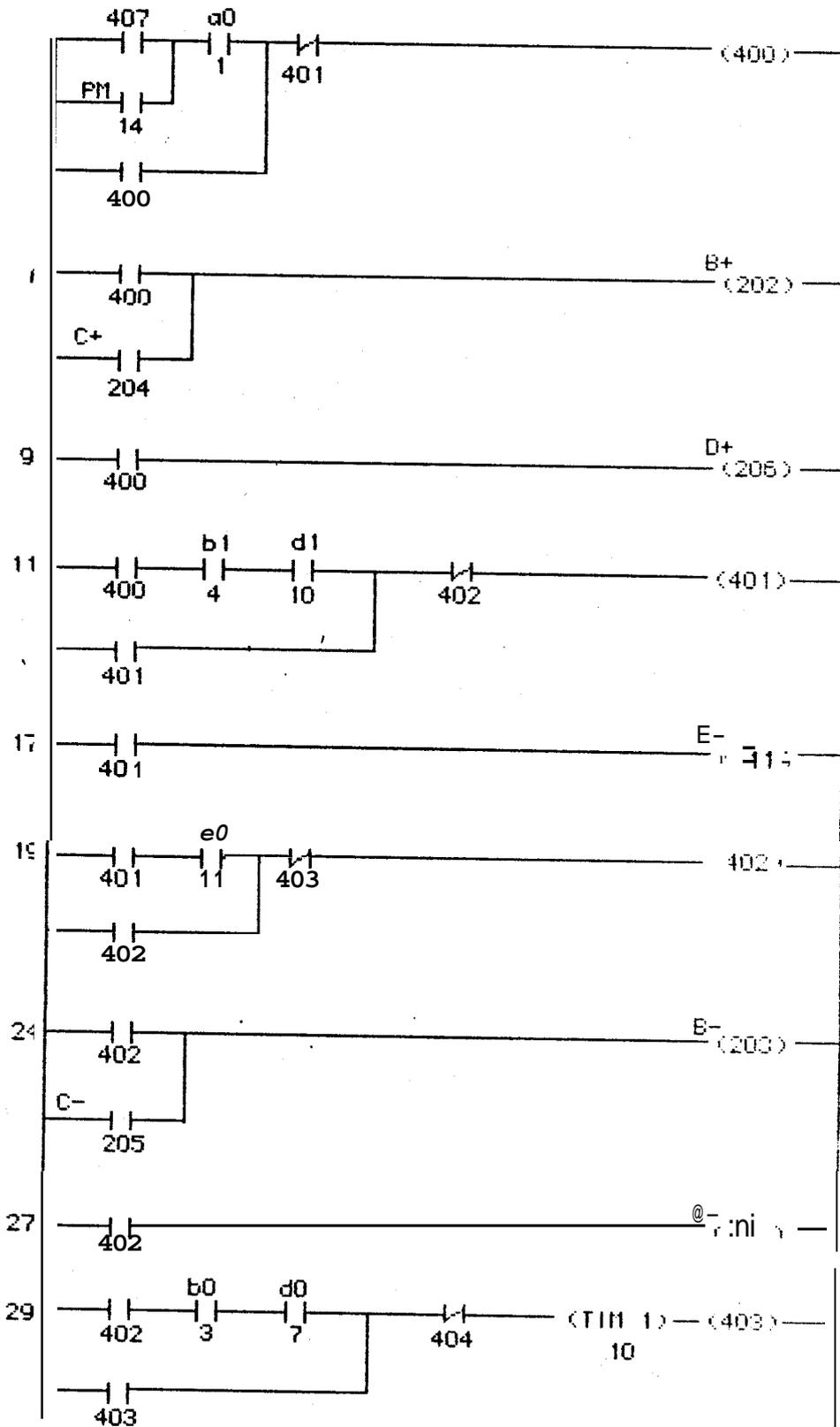
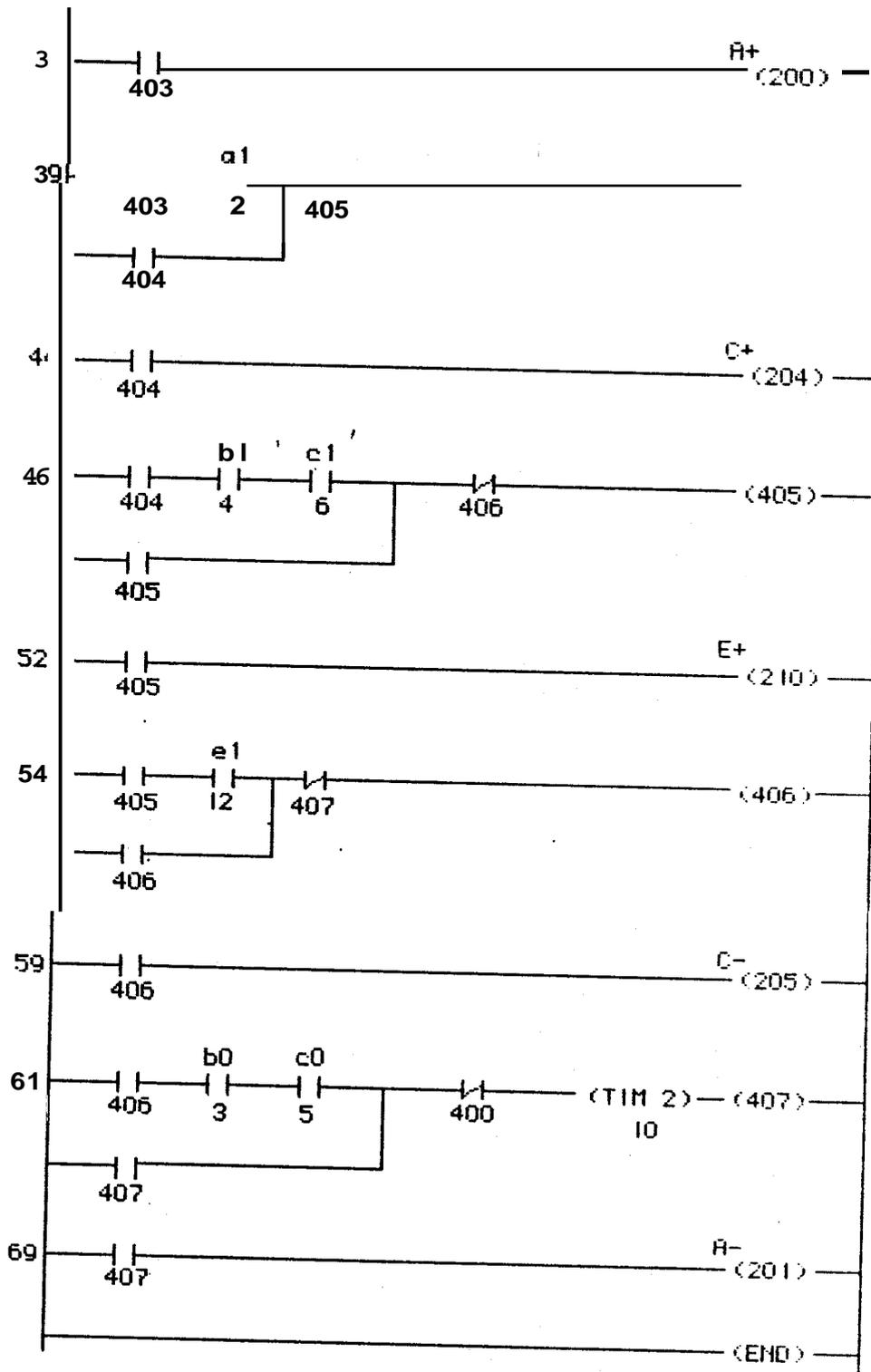


Fig. 35 Diagrama nemótico para PLC

(Continuación)



P R O G R A M A

0	LOD	407		50	AND	406	
1	OR	14		51	OUT	405	
2	AND	1		52	LOD	405	
3	OR	400		53	OUT	210	
4	AND N	401		54	LOD	405	
5	OUT	400		55	AND	12	
6	LOD	400		56	OR	406	
7	OR	204		57	AND N	407	
8	OUT	202		58	OUT	406	
9	LOD	400		59	LOD	406	
10	OUT	206		60	OUT	205	
11	LOD	400		61	LOD	406	
12	AND	4		62	AND	3	
13	AND	10		63	AND	5	
14	OR	401		64	OR	407	
15	AND N	402		65	AND N	400	
16	OUT	401		66	TIM	2	10
17	LOD	401		68	OUT	407	
18	OUT	211		69	LOD	407	
19	LOD	401		70	OUT	201	
20	AND	11		71	END		
21	OR	402					
22	AND N	403					
23	OUT	402					
24	LOD	402					
25	OR	205					
26	OUT	203					
27	LOD	402					
28	OUT	207					
29	LOD	402					
30	AND	3					
31	AND	7					
32	OR	403					
33	AND N	404					
34	TIM	1	10				
36	OUT	403					
37	LOD	403					
38	OUT	200					
39	LOD	403					
40	AND	2					
41	OR	404					
42	AND N	405					
43	OUT	404					
44	LOD	404					
45	OUT	204					
46	LOD	404					
47	AND	4					
48	AND	6					
49	OR	405					

4.2 COSTOS

Al realizar la construcción del manipulador, objeto de este informe técnico, se tomó en cuenta la importancia en la enseñanza y aplicación de las diferentes asignaturas en el diseño del mismo.

Los materiales utilizados son de bajo costo y de fácil adquisición en el mercado local, se ha desechado los valores por concepto de mano de obra directa, debido a que fue diseñado, elaborado, construido por el interesado; además se consideró la facilidad de maniobrabilidad y transportación o movilización.

En lo referente a los elementos neumáticos, estos fueron tomados del taller de Hidráulica y Neumática, del Cerfil - Secap, pero se hace un análisis de los costos aquí en el país.

A continuación se detallan los valores por concepto de materiales y elementos neumáticos realizados en el año 1989.

Tabla 4. Valores por concepto de material y elementos neumáticos

ITEM	CANT	DENOMINACION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	1	PLANCHA PLAYWOOD DE 12 mm DE ESPESOR	7.450	7.450
2	5	PERNOS DE 8x30 mm CON TUERCAS Y ANILLOS	100	500
3	30	TORNILLOS DE 5x20 mm CON TUERCAS Y ANILLOS	80	2.400
4	1mt	VARILLA DE HIERRO 1/2"	3.200	3.200
5	4	ELECTROVALVULA 4/2 BIESTABLE	77.642	310.568
6	1	ELECTROVALVULA 3/2 BIESTABLE	62.736	62.736
7	4	CILINDROS DE D.E. 0 - 160 mm 1/4 "	55.064	220.256
8	2	CILINDROS DE S.E. 0 - 25 mm 1/4"	39.541	79.082
9	2	VALVULAS DE BLOQUEO DE 1/4"	38.240	76.480
10	12	REGULADORES DE CAUDAL DE 1/4"	20.387	244.644
11	4	SET VALVULAS LOGICAS DE 6 UNIDADES	31.273	
12	8	MODULOS DE ETAPA CON MANDO MANUAL	62.581	500.648
13	1	PLC	1.251.325	1.251.325

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La técnica de la neumática estudiada, se emplea cada vez más para la racionalización y automatización, en los más diversos campos de la fabricación. El valor práctico que se le atribuye es, tanto para rebajar costos de producción, como para conseguir gastos de inversión menos onerosos, comprende el alza general del rendimiento de la máquina, la aminoración del esfuerzo en el operario de un sistema de fácil entendimiento.

Todo ello convierte a la neumática en el centro principal de la automatización de dispositivos, así como de máquinas pequeñas y medianas.

El manipulador encierra diferentes tecnologías, no llegando a ver muy a fondo al Controlador Lógico Programado (PLC), debido a que no está al alcance, pero sin embargo, se realiza un estudio de la forma como trabajaría con el PLC y que puede ser una guía para

futuras generaciones.

Con este trabajo el instructor tiene un valioso auxiliar pedagógico para la enseñanza programada, debido a que la versatilidad del sistema, permite seguir en cadena, cada una de las etapas del proceso, repaldándose así el tema que se dicta en el transcurso de una conferencia o clase práctica, pues los circuitos pueden simularse con absoluta fidelidad y en forma sumamente didáctica.

Al efectuar ensayos en el manipulador es posible corregir deficiencias que de otro modo no se apreciarían hasta que el circuito tome forma definitiva, en el propio lugar de trabajo; de esta manera se reducen los tiempos improductivos que siempre son costosos si se efectúan sobre la máquina a automatizar, a la vez que se facilita la interpretación del concepto tecnológico del material que se maneja.

Esto nos lleva a las siguientes recomendaciones:

1. Incentivar al alumnado sobre la importancia que tiene la neumática en la industria
2. Realizar diversos trabajos con el objeto de tener un conocimiento más amplio de la tecnología estudiada.

3. El aire que gobierna estos elementos debe ser limpio y seco.

4. La automatización neumática es de fácil comprensión por lo tanto se la puede implantar como materia en los colegios y escuelas.

5. Los finales de carrera pueden ser neumáticos, eléctricos, electromagnéticos, etc., el que más se adapta a las funciones del manipulador es el electromagnético, debido al poco espacio que ocupa, su alta precisión, su constatación instantánea y su fácil colocación.

A P E N D I C E S

SIMBOLOGIA ELECTRICA

Contacto auxiliar abierto en reposo			
Contacto auxiliar cerrado en reposo			
Contacto auxiliar abierto con cierre retardado			
Contacto auxiliar cerrado con abertura retardada			
Pulsador de emergencia			
Contacto de final de carrera en reposo abierto			
Contacto de final de carrera en reposo cerrado			
Contacto pulsador abierto en reposo			
Contacto pulsador cerrado en reposo			
Bobina electroválvula			
Bobina relé			
Selector			
Luz espia			
Luz espia intermitente			
Fusibles			



SIMBOLOGIA NEUMATICA

los según DIN

cuadro sinóptico de los símbolos de las normas DIN CETOP 6/85.

Descripción	Significado	Símbolo
	Dos conexiones de escape	
	Dos conexiones de escape de efectos opuestos	
	En primera posición de reposo, entrada cerrada, p.e. un cilindro de escape a escape e conectado a una conexión de presión.	
	En reposo, entrada abierta, conectada la utilización	
	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto.	
	Con posición central cerrada y tres posiciones.	
	Con posición central a escape y 2 posiciones de distribución	
	Con posición central, salidas a escape y 2 posiciones de distribución	
	Sin muelle	
	Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida. Bajo presión del muelle abre, cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida, sobre la fuerza de espiral de muelle	
	Algunera de las dos entradas conecta con a salida, mientras que la otra entrada queda cerrada cuando se establece presión en una de ellas.	
	Cuando la abertura de entrada está sin aplicación la presión, entonces la salida está a libre escape a a atmósfera.	
	Con estrangulación regulable.	
	Regulador con paso de flujo libre en un sentido y estrangulación constante en el otro sentido. Con estrangulación regulable.	
	Cuando la presión en la entrada sobrepasa un cierto valor, se abre su paso hacia la salida.	
	Válvula que mantiene ampliamente constante la presión de salida, a pesar de alteraciones en la presión de entrada. Sin escape (no se compensan los regímenes excesivos). Con escape (se compensan los regímenes excesivos).	
	La presión de salida se reduce a un valor fijo, que depende de la presión de entrada.	
	En la entrada solamente conduce aire a presión cuando los dos se hallan bajo presión	

Tipo de accionamiento (DIN ISO 1219)

Accionamiento	Símbolo	Descripción
Accionamientos manuales		General
		Pulsador
Accionamiento mecánicos		Leva (básico)
		Rodillo
Accionamientos neumáticos		Pilotaje por presión
Accionamiento eléctricos		Arco eléctrico directo
		Pistón
		Tirador
		Muelle
		Pistón por depresión
		Arco eléctrico con servomando

Fluido

Las válvulas son adecuadas para aplicaciones con aire comprimido filtrado, con o sin lubricación. Para condiciones de aplicación diferentes, se indica el medio adicionalmente. Para vacío consultar página 92.

Magnitudes características para la Neumática

Indicaciones técnicas

En las diferentes tablas constan las magnitudes características como conexión, presión de funcionamiento, diámetro de paso equivalente y caudal nominal.

Fuerza de accionamiento

Es la fuerza necesaria para accionar un elemento con 6 bar de presión de funcionamiento.

Presión de funcionamiento

Es el campo entre la presión de funcionamiento mínima necesaria y máxima admisible para el funcionamiento seguro de un elemento o sistema. Esta presión se disminuye también en neumática presión de trabajo.

unidad: bar, Pa (Pascal)

1 bar = 100000 Pa

Las presiones indicadas están dadas como presiones diferenciales a la atmósfera

Diámetro de paso equivalente

Sección transversal más pequeña en el caudal principal de una válvula. Se indica en mm

Caudal nominal normal

Un caudal que se refiere al paso de flujo en l/min por l pieza a comprobar (elemento), medido con una presión absoluta de 7 bar a la entrada y 6 bar a la salida de la pieza a comprobar, con una temperatura de +20 °C, en condiciones normales (1,013 bar y 0 °C).

Tiempo de conexión

Tiempo de conexión: tiempo desde la orden «conexión» hasta la formación de presión en un 90% de la presión nominal, medido en la salida de la válvula con una temperatura media de +20 °C y una presión de trabajo y mando de 6 bar.

Tiempo de desconexión: tiempo desde la orden «desconexión» hasta la reducción de la presión en un 10% de la presión nominal (con válvulas 2-2 hasta el comienzo de la caída de presión), medido en la salida de la válvula con una temperatura media de +20 °C y una presión de trabajo y mando de 6 bar

Definición según VDI 3290 (noviembre 1962)

Presión de mando

Campo entre presión de mando mínima necesaria y máxima admisible para un funcionamiento impecable de un elemento o sistema

Temperaturas máximas

El campo de temperatura del fluido y del medio ambiente, dentro del cual está garantizado el funcionamiento seguro de los elementos o/y del mando completo

En las válvulas

10 hasta +60 °C

Electrovalvulas: La temperatura del medio ambiente es de -5 hasta +40 °C; la temperatura del fluido es de -10 hasta +60 °C

Se indican temperaturas diferentes.

B I B L I O G R A F I A

1. COLOMBO GIOVANNI. Pneumatica applicada, Febrero 1987, Torino, Editor Dott. Giorgio
2. COLOMBO GIOVANNI. Logica Neumatica, Octubre 1987, Torino, Editor Dott. Gioryiu
3. TELEMECANIQUE. Manuale del Comando Pneumatico, Noviembre 1985, Ma 044 048623
4. TELEMECANIQUE. Manuale degli Automatismi a Comando Pneumatico, Noviembre 1985, Ma 174 0684 3 1
5. ZIESLING KONRAD. Circuitos neumáticos, Diciembre 1975, Barcelona, Editorial Blume