

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



INFORME FINAL DEL TEXTO

**“TEXTO: CIRCUITOS NEUMÁTICOS”**

**AUTOR: HECTOR ALBERTO PAZ LOPEZ**

**PROFESOR COLABORADOR: MARÍA LUISA APOLINARIO PEÑA**

(PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01 de Junio del 2016 al 31 de Mayo del 2018)

(Resolución de aprobación N<sup>o</sup> 537 - 2016 - R)

Callao, 2018

DEDICATORIA

A mis padres: Juan Artemio Paz Flores

Virginia Gutilia López Flores de Paz

I	ÍNDICE.....	1
II	PRÓLOGO.....	6
III	INTRODUCCIÓN.....	7
IV	CUERPO DEL TEXTO.....	8
<b>CAPÍTULO I.....</b>		<b>8</b>
<b>Circuitos Neumáticos de un solo Actuador.....</b>		<b>8</b>
1.1.	Salida manual y entrada automática (ciclo semiautomático).....	8
1.2.	Salida manual de dos lugares por medio del operador OR y entrada automática.....	9
1.3.	Dispositivo de estampado de secuencia: A+ TON1 A-.....	10
1.3.1.	Objetivo .....	10
1.4.	Seguridad a dos manos por medio del operadores OR, AND y TON.....	11
1.5.	Cambio de velocidad del cilindro a mitad de carrera.....	12
1.5.1.	Objetivo.....	12
1.5.2.	Relación de componentes.....	12
1.5.3.	Funcionamiento .....	12
1.5.4.	Cuestionario.....	13
1.6.	Único ciclo y ciclos continuos controlados por Timer On delay.....	14
1.6.1.	Objetivo.....	14
1.6.2.	Relación de componentes.....	14
1.6.3.	Funcionamiento.....	15
1.6.4.	Cuestionario.....	15
<b>CAPÍTULO II.....</b>		<b>16</b>
<b>Circuitos Neumáticos de dos Actuadores.....</b>		<b>16</b>
2.1	Desplazamiento de cajas en la secuencia: A+ B+ A- B-.....	16
2.1.1.	Objetivo.....	16
2.1.2.	Relación de componentes.....	16
2.1.3.	Funcionamiento.....	17
2.1.4.	Cuestionario.....	17



3.3.1	Objetivo.....	30
3.3.2	Relación de Componentes.....	30
3.3.3	Funcionamiento.....	31
3.3.4	Cuestionario.....	31
3.4	Transporte de cajas pequeñas con secuencia: A+ B- C+ A- B+ C-.....	32
3.4.1	Objetivo.....	32
3.4.2	Relación de Componentes.....	32
3.4.3	Funcionamiento.....	33
3.4.4	Cuestionario.....	33
3.5	Guía porta-patines de una base de fresado: A+B+A-C-A+B-A-C+ .....	34
3.5.1	Objetivo.....	34
3.5.2	Relación de Componentes.....	35
3.5.3	Funcionamiento.....	35
3.5.4	Cuestionario.....	36
3.6	Prensa moldeadora de placas: A+ B+ TON1 A- B- C+ C- .....	37
3.6.1	Objetivo.....	37
3.6.2	Relación de Componentes.....	37
3.6.3	Funcionamiento.....	38
3.6.4	Cuestionario.....	38
3.7	Máquina para tapar botellas: A+ B+ TON1 C+ TON2 B- A- C- .....	39
3.7.1	Objetivo.....	39
3.7.2	Relación de Componentes.....	39
3.7.3	Funcionamiento.....	40
3.7.4	Cuestionario.....	40
3.8	Manipulador secuencia: B+ C- B- A+ B+ C+ TON1 B- A-.....	41
3.8.1	Objetivo.....	41
3.8.2	Relación de Componentes.....	41
3.8.3	Funcionamiento.....	42
3.8.4	Cuestionario.....	42



4.6.4 Cuestionario.....	66
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>67</b>
<b>CIRCUITOS NEUMÁTICOS DE APLICACIÓN INDUSTRIAL.....</b>	<b>67</b>
5.1 Útil de perforación de seis agujeros.....	67
5.1.1 Objetivo.....	67
5.1.2 Relación de componentes.....	69
5.1.3 Funcionamiento.....	69
5.1.4 Cuestionario.....	70
5.2 Automatización en un puesto de Taladro.....	71
5.2.1 Objetivo.....	71
5.2.2 Relación de Componentes.....	73
5.2.3 Funcionamiento.....	73
5.2.4 Cuestionario.....	74
5.3 Automatización de tornillo con una junta tórica.....	75
5.3.1 Objetivo.....	75
5.3.2 Funcionamiento.....	77
5.3.3 Relación de Componentes.....	77
5.3.4 Cuestionario.....	78
5.4 Automatización de rebordeado en tubos.....	79
5.4.1 Objetivo.....	79
5.4.2 Relación de Componentes.....	81
5.4.3 Funcionamiento.....	81
5.4.4 Cuestionario.....	82
<b>V. REFERENCIALES.....</b>	<b>83</b>
<b>VI. APENDICES.....</b>	<b>84</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## **II. PRÓLOGO**

Por tratarse de un texto universitario, el presente trabajo tiene una estructura didáctica en el desarrollo de sus cinco capítulos; con redacción clara y solución metodológica de los problemas y sus aplicaciones respectivas en los “CIRCUITOS NEUMATICOS”, en fabricación industrial, donde es necesario determinar los dispositivos de los circuitos de Fuerza – Control; asimismo, construir circuitos propios, de acuerdo a la secuencia de operación en un Proceso Industrial.

La presentación del texto sigue la línea clásica por separado; es decir, individualizando los CIRCUITOS NEUMATICOS, donde se introducen y se exponen los conceptos de control, que se consideran para el análisis en un Proceso Industrial.

La obra alecciona al estudiante en Circuitos Oleo-hidráulicos y Neumáticos, que son parte importante para la formación del futuro Ingeniero Mecánico, pues conlleva la aplicación de los Principios Generales en los Procesos Industriales.

**Héctor Alberto Paz López**



### **III. INTRODUCCION**

Los Circuitos Neumáticos, es una ciencia aplicada que estudia los procesos industriales, para ser aplicarlos en la solución de problemas y necesidades en el rubro; contribuyendo, así, a mejorar los niveles de vida en nuestra sociedad.

El TEXTO: "CIRCUITOS NEUMÁTICOS", es bastante versátil, estimulando al estudiante progresar en el estudio; permitiéndole –inclusive- ser testigo de cómo este programa se desarrolla a partir de principios básicos y generales, aplicándose a la comprensión del comportamiento Teórico y Práctico en la programación de circuitos neumáticos. Al comprenderse de estos principios tan importantes, el estudiante es capaz de acometer nuevos problemas inherentes a procesos industriales y, a la vez, encaminarse a la técnica depurada.

#### IV. CUERPO DEL TEXTO

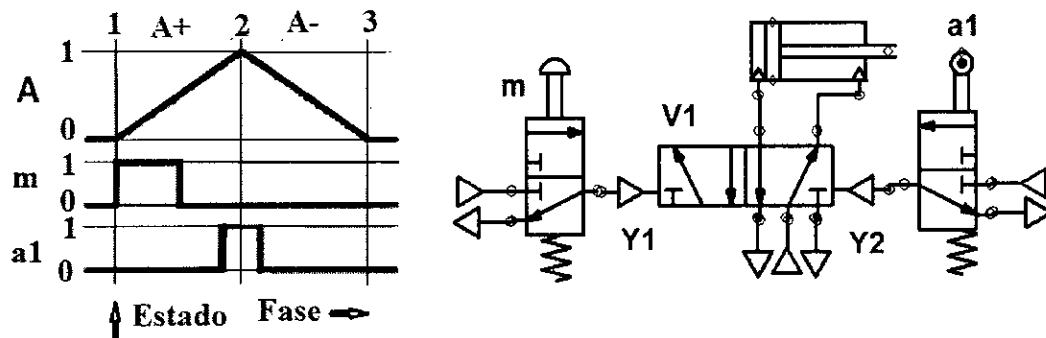
### CAPÍTULO I

## CIRCUITOS NEUMÁTICOS DE UN SOLO ACTUADOR

### 1.1 Salida manual y entrada automática (ciclo semiautomático).

En la figura 1.1 se indica el diagrama de funcionamiento para el accionamiento de un cilindro de doble efecto actuado por una válvula 5/2 vías con accionamiento neumático (biestable). El vástago del cilindro debe salir al actuar "m" una válvula 3/2 vías de accionamiento manual (monoestable) y debe regresar al ser actuada "a1" una válvula 3/2 vías de accionamiento mecánico por una leva fijada al vástago.

Figura 1.1 Diagrama de Espacio movimiento del cilindro de doble efecto



Fuente: Elaboración propia

Se observa que en la fase 1 se da un impulso momentáneo a **m**, de una duración tal que ya no llega a estar activada en la fase 2. Con ello se envía señal al pilotaje **Y1** de **V1** que cambia su posición. El vástago de **A** inicia su carrera de avance en la fase 1 hasta acabar en la fase 2.

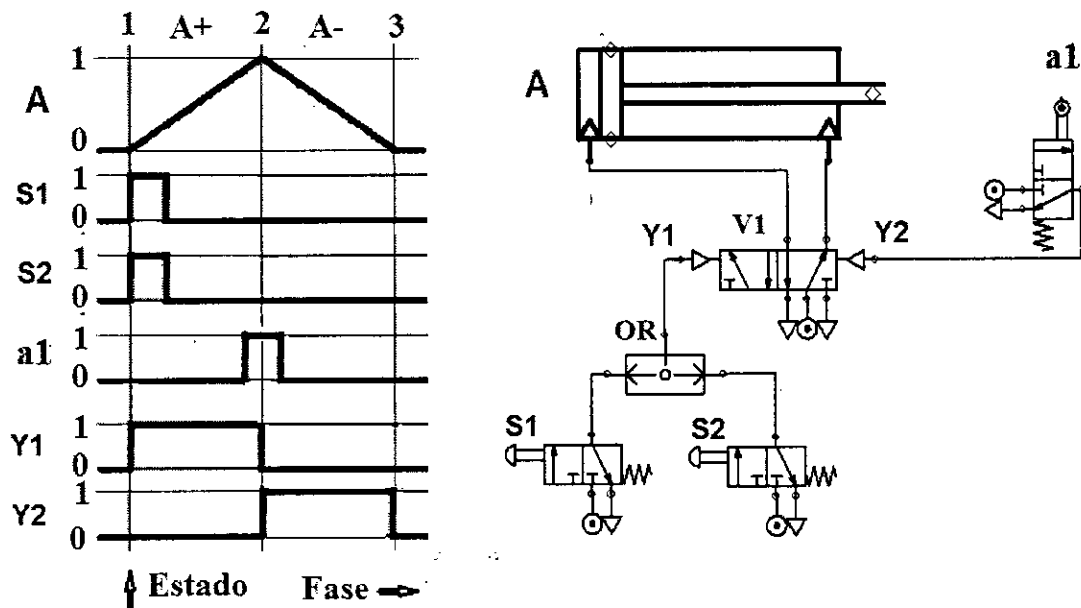
Antes de alcanzar la fase 2 se activa **a1** que envía una señal al pilotaje **Y2** de **V1** que cambia su posición. El vástago de **A** inicia su carrera de retroceso en la fase 2 terminando en la fase 3. Unos instantes más tarde de la fase 2 es desactivada **a1** por la leva del vástago.

Si la acción manual sobre **m** se prolonga excesivamente, puede ocurrir que el vástago de **A** no inicie su carrera de retroceso y no regrese a su posición de reposo puesto que la válvula biestable **V1** se encontraría con señal en sus dos pilotajes **Y1** y **Y2**.

## 1.2 Salida manual de dos lugares por medio del operador OR y entrada automática.

En la figura 2.1 se tiene un cilindro de doble efecto actuado por una válvula 5/2 vías con accionamiento neumático (biestable). El vástago del cilindro debe salir al actuar sobre una de las dos válvulas 3/2 vías de accionamiento manual (monoestable) y debe regresar al ser actuada "a1" una válvula 3/2 vías de accionamiento mecánico por una leva fijada al vástago.

Figura 2.1 cilindro de doble efecto



Fuente: Elaboración propia

Se observa que dar un impulso momentáneo a S1 o S2, de una duración tal que ya no llega a estar activada a1. Con ello se envía señal al pilotaje Y1 de V1 que cambia su posición. El vástago de A inicia su carrera de avance.

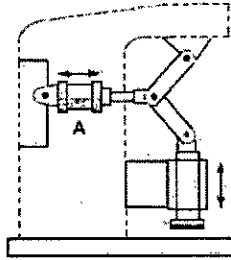
Se activa a1 que envía una señal al pilotaje Y2 de V1 que cambia su posición. El vástago de A inicia su carrera de retroceso. Unos instantes más tarde es desactivada a1, por la leva del vástago.

### 1.3 Dispositivo de estampado de secuencia: A+ TON1 A-

#### 1.3.1 Objetivo:

- Familiarización con el uso de la válvula temporizada Timer On delay (TON) y la compuerta lógica OR. En la figura 1.3.1 muestra una prensa neumática.

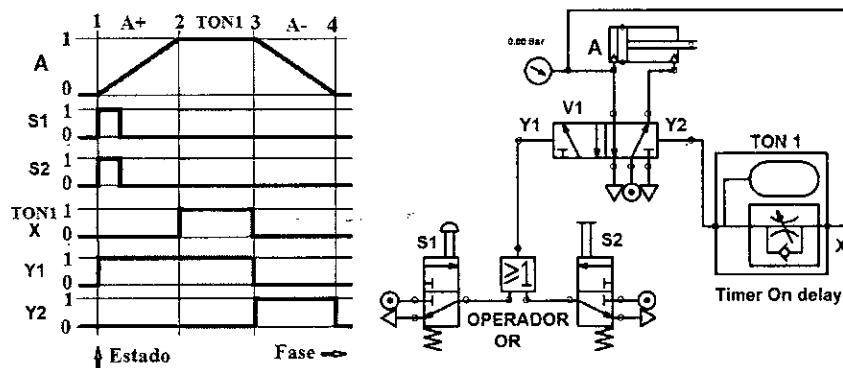
Figura: 1.3.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 1.3.2 se tiene un cilindro de doble efecto actuado por una válvula 5/2 vías con accionamiento neumático (biestable). El vástago del cilindro debe salir al actuar sobre una de las dos válvulas 3/2 vías de accionamiento manual (monoestable) y debe regresar el vástago al transcurrir el tiempo programado del Timer On delay "TON1".

Figura: 1.3.2 Diagrama de secuencia y circuito de fuerza



Fuente: Elaboración propia

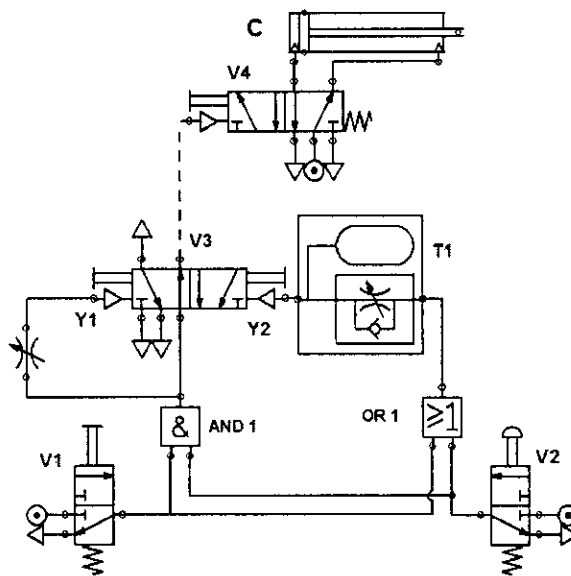
Se observa que dar un impulso momentáneo a S1 o S2, se envía señal al pilotaje Y1 de la válvula 5/2 V1 que cambia su posición y el vástago de A inicia su carrera de avance.

Al término de la extensión del vástago se activa la válvula temporizada TON1, que transcurrido su tiempo programado envía una señal al pilotaje Y2 de V1 que cambia su posición y el vástago de A inicia su carrera de retroceso.

#### 1.4 Seguridad a dos manos por medio del operadores OR, AND y TON

En la figura 1.4.1 se tiene un cilindro de doble efecto actuado por una válvula 5/2 vías con accionamiento neumático y retorno por resorte. El vástago del cilindro debe salir al actuar simultáneamente sobre V1 y V2 de las dos válvulas 3/2 vías de accionamiento manual (monoestable) y debe regresar el vástago al ser desactivada una de estas dos válvulas de 3/2 vías.

**Figura 1.4.1:** Seguridad de dos manos en una Prensa



**Fuente:** Elaboración propia

Se observa que al pulsar solo una de las válvulas V1 o V2, se activa el Timer On delay “T1” donde su tiempo de programación debe ser unos segundos y al transcurrir este tiempo se activa la señal al pilotaje Y2 de V3 con lo cual queda bloqueada el pilotaje de la válvula V4.

Se debe pulsar simultáneamente las válvulas V1 y V2, para que el Timer On delay “T1” no se active y el operador AND1 mantenga la señal al pilotaje Y1 de V3, con lo cual se activa la señal al pilotaje de V4 que cambia su posición y el vástago de A inicia su carrera de avance.

Al desactivar una de las válvulas 3/2 vías V1 y V2 se desactiva Y1, el Timer On delay envía una señal al pilotaje Y2 de V3 que cambia su posición y la señal de pilotaje de la válvula V4 se queda sin presión, con lo cual retorna su posición de reposo por el resorte y el vástago de A inicia su carrera de retroceso.

## **1.5 Cambio de velocidad del cilindro a mitad de carrera**

### **1.5.1 Objetivo:**

Aprender a efectuar el cambio de velocidad del cilindro a mitad de carrera mediante una válvula 5/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con tres válvulas 3/2 NC actuadas por el vástago.

### **1.5.2 Relación de componentes:**

Cilindro de doble efecto.

1 regulador de caudal unidireccional.

1 selector de circuito OR.

2 Válvula 5/2, biestable. Accionamiento neumático.

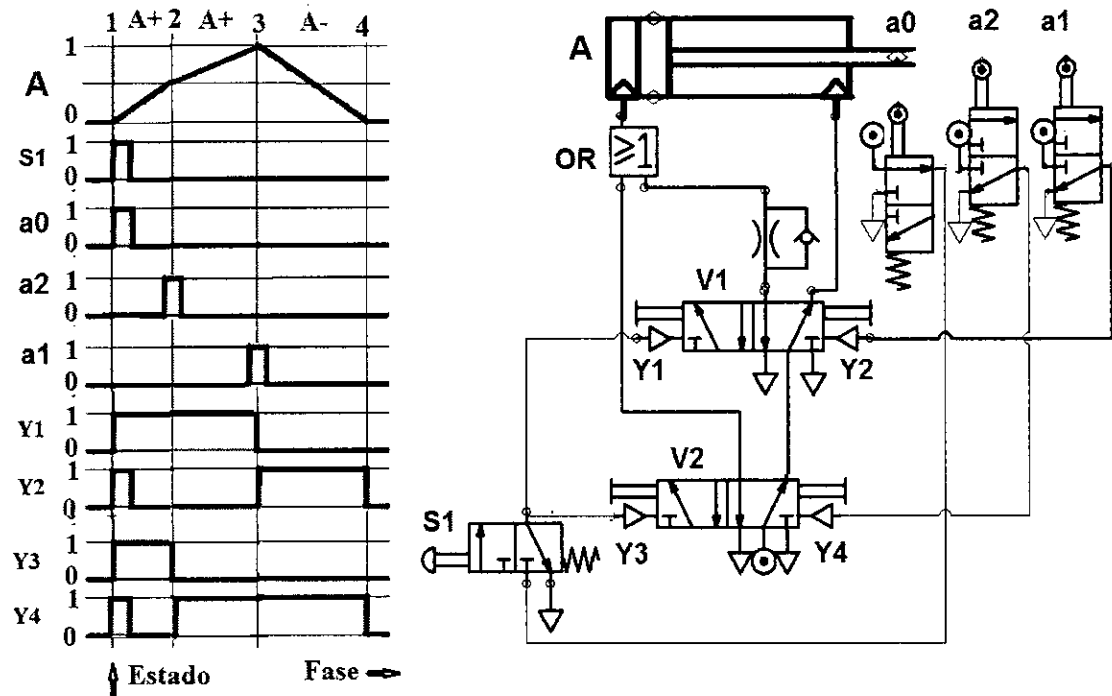
3 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

### **1.5.3 Funcionamiento:**

- Condiciones iniciales. Fin de carrera **a0** activado en reposo.
- Al presionar **S1** invierte a **V1** y a **V2** con lo que el cilindro A sale a velocidad normal.
- Al activarse el fin de carrera **a2** y retorna a su estado de reposo **V2**, con lo cual el cilindro A avanza lentamente por el paso del aire a través del regulador de caudal. Que limita o regula la cantidad de aire y a qué velocidad deberá ingresar al cilindro A con lo que este cambiará su velocidad de salida.
- Al llegar al final se activarse el fin de carrera **a1**, que invierte a **V1**, con lo que el cilindro A regresa a su posición inicial.
- Cuando el cilindro A retrocede y pulsa **a2**, este accionara a **V2**, pero este ya fue accionada por **a2** cuando el cilindro A realizó el avance. Por lo que no sucede nada al accionarse **a2**, al efectuarse el retroceso del cilindro A.

Figura 1.5.1: cambio de velocidad del cilindro a mitad de carrera



Fuente: Elaboración propia

#### 1.5.4 Cuestionario

1.5.4.1 Qué utilidad tiene el pulsador S1?

1.5.4.2 Qué significado tiene las válvulas V1 y V2?

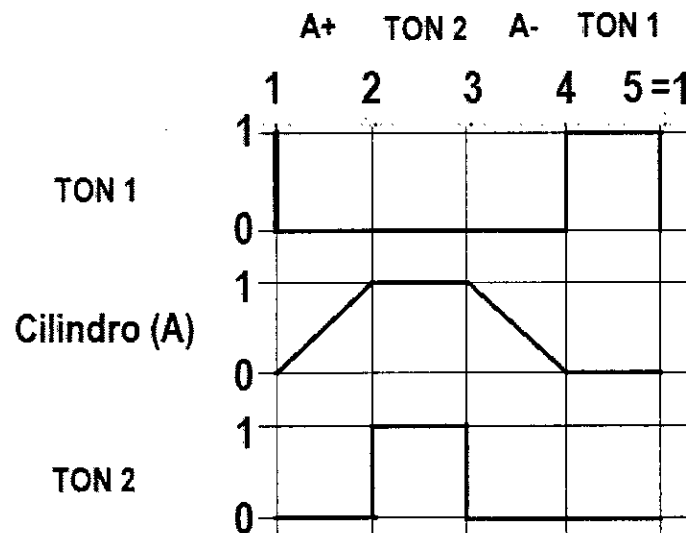
1.5.4.3 Qué ocurre si en el circuito se bloquea o deja clavado S1?

## 1.6 Único ciclo y ciclos continuos controlados por Timer On delay

### 1.6.1 Objetivo:

Aprender a construir el circuito de control neumático para el diagrama de movimientos indicado de un cilindro de doble efecto mediante válvulas 5/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con dos válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos mediante sensores Bidireccionales de posición en los fines de carrera y de dos válvulas temporizadas neumáticas (Timer On delay: TON).

Figura 1.6.1: Diagrama de Movimientos



Fuente: Elaboración propia

### 1.6.2 Relación de componentes:

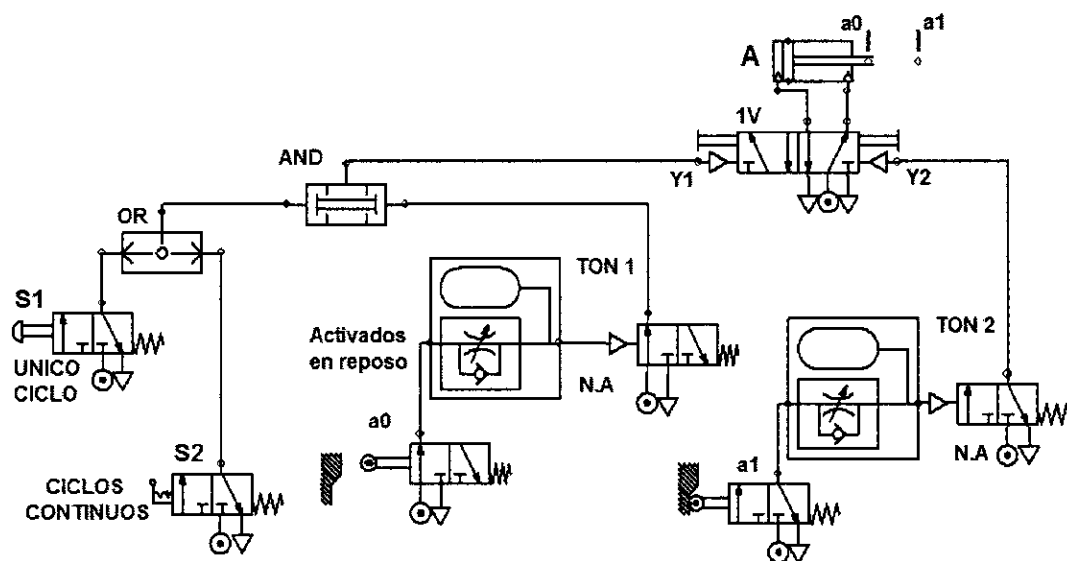
- 1 Cilindro de doble efecto.
- 1 selector de circuito OR.
- 1 selector de circuito AND.
- 1 Válvula 5/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvulas temporizadas neumática normalmente abiertas (N.A.) TON1, TON2.
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador (S1).
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por interruptor (S2).



### 1.6.3 Funcionamiento:

- Condiciones iniciales. Fin de carrera **a0** activado en reposo y de inmediato se activa el TON 1, donde su señal activada ingresa al operador AND.
- Para un único ciclo se presionar **S1** que por medio de los operadores OR y AND se invierte la válvula **V1** y con lo que el cilindro **A** sale a velocidad normal.
- Al activarse en fin de carrera **a1**, se excita al TON 2, que transcurrido su tiempo programado acciona **V1** y retorna a su estado de reposo, con lo cual el cilindro **A** regresa a su posición inicial.
- Cuando el cilindro **A** retrocede y pulsa **a0**, este accionara a **TON1**, con lo cual estamos en las condiciones iniciales.

**Figura 1.6.2:** Único ciclo y ciclos continuos controlados por Timer On delay



**Fuente:** Elaboración propia

### 1.6.4 Cuestionario

1.6.4.1 Qué función tiene el TON 2?

1.6.4.2 Qué significado tiene las válvulas TON 1 y a0 en reposo?

1.6.4.3 Qué ocurre si por error se conectan a1 en TON 1 y a0 en TON2?

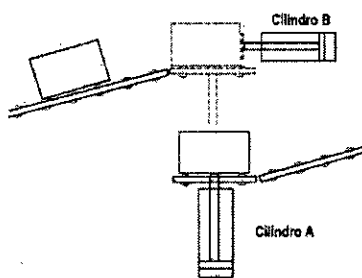
## CAPÍTULO II

### CIRCUITOS NEUMÁTICOS DE DOS ACTUADORES

#### 2.1 Desplazamiento de cajas se secuencia: A+ B+ A- B-

Los paquetes que llegan sobre un tren de rodillos han de quedarse levantados por un cilindro neumático y empujado sobre otro tren mediante un segundo cilindro. El retorno del cilindro B no debe realizarse hasta que el cilindro A haya alcanzado la posición final trasera. La señal de arranque ha de ser emitida por un pulsador manual para cada ciclo de trabajo.

**Figura: 2.1.1** Cróquis de situación

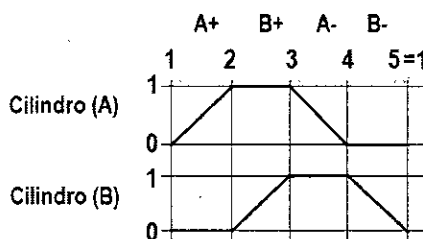


**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.1.1 Objetivo

Aprender a realizar el circuito de control neumático para el desplazamiento de paquetes mediante dos cilindro de doble efecto mediante válvulas 5/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con cuatro válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

**Figura 2.1.1:** Diagrama de Movimientos



**Fuente:** Elaboración propia

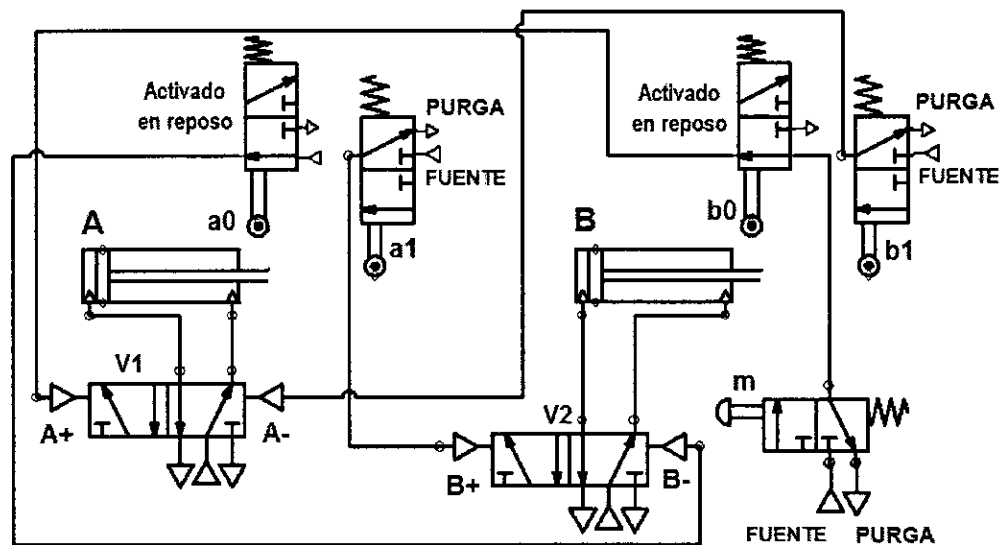
#### 2.1.2 Relación de componentes:

- 2 Cilindro de doble efecto.
- 2 Válvula 5/2, biestable Accionamiento neumático.
- 4 Válvula 3/2, N.C. Accionamiento por rodillo.
- 1 Válvula 3/2, N.C. Accionamiento por pulsador de inicio.

### 2.1.3 Funcionamiento:

- Condiciones iniciales. Fines de carrera **a0** y **b0** activados en reposo.
- Al presionar **m** invierte a **V1**, con lo que el cilindro **A** sale a velocidad normal.
- Al activarse en fin de carrera **a1** invierte la válvula **V2**, por tanto se extiende el cilindro **B** a velocidad normal. Al llegar al final de carrera **b1**, ésta señal invierte la válvula a **V1**, con lo que el cilindro **A** regresa a su posición inicial.
- Cuando el cilindro **A** retrocede y pulsa **a0**, éste accionará a la válvula **V2**, la que retorna a su estado de reposo, con lo cual el cilindro **B** retorna; al retornar, se activa el fin de carrera **b0** y, por tanto, todo retorna a su estado de reposo.

Figura 2.1.2: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.4 Cuestionario

2.1.4.1 Qué utilidad tiene el fin de carrera **a0** en reposo?

2.1.4.2 La válvula 3/2 accionada por rodillo **b1** es normalmente abierta o cerrada?

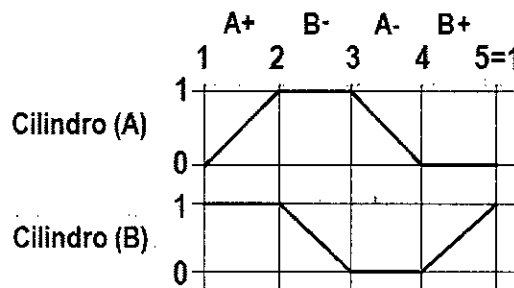
2.1.4.3 Qué ocurre si en el circuito se cambia el fin de carrera **b0** por otro que es articulado al retorno?

## 2.2 Salida y entrada automática de la secuencia: A+ B- A- B+

### 2.2.1 Objetivo

Aprender a construir el circuito de control neumático para el diagrama de movimientos indicado de dos cilindros de doble efecto, mediante válvulas 5/2, biestable, con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con cuatro válvulas 3/2 NC, actuadas por los vástagos mediante sensores Bidireccionales de posición en los fines de carrera.

Figura 2.2.1: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

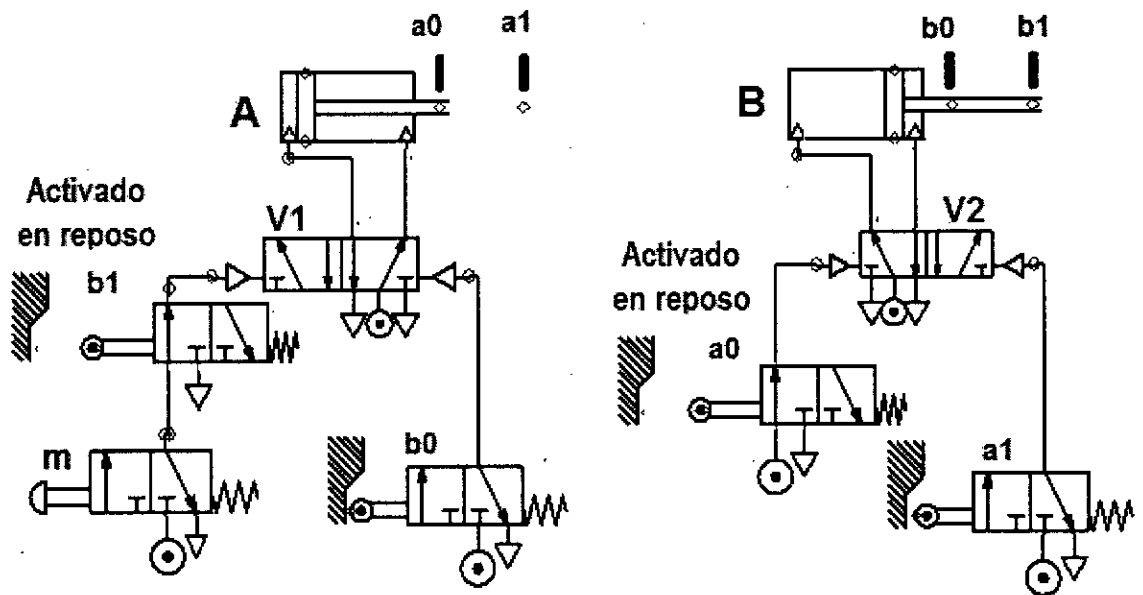
### 2.2.2 Relación de componentes:

- 2 Cilindro de doble efecto.
- 2 Válvula 5/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 4 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

### 2.2.3 Funcionamiento:

- Condiciones iniciales. Fines de carrera **a0** y **b1** activados en reposo.
- Al pulsar **m** invierte a **V1** con lo que el cilindro **A** sale a velocidad normal.
- Al activarse en fin de carrera **a1** invierte la válvula **V2**, por tanto retorna el cilindro **B** a velocidad normal. Al llegar al final de carrera **b0**, esta señal retorna la válvula a **V1** a su posición de reposo, con lo que el cilindro **A** regresa a su posición inicial.
- Cuando el cilindro **A** retrocede y pulsa **a0**, este accionará a la válvula **V2**, la que retorna a su estado de reposo, con lo cual el cilindro **B** se extiende; al retornar, se activa el fin de carrera **b1** y por tanto todo retorna a su estado de reposo.

Figura 2.2.2: Esquema de instalación neumática



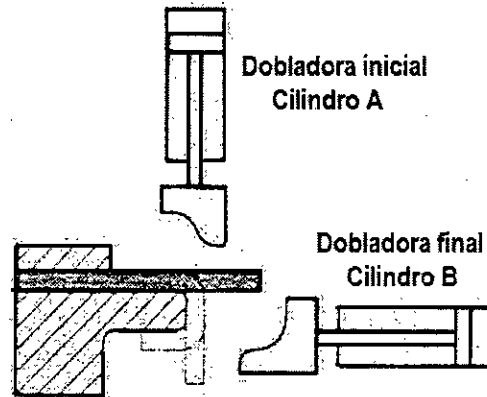
Fuente: Elaboración propia

## 2.2.4 Cuestionario

- 2.2.4.1 Qué utilidad tiene el fin de carrera a0?
- 2.2.4.2 Que válvula selectora se puede utilizar para conectar m y b1?
- 2.2.4.3 Qué ocurre si en el circuito la válvula a1 no se activa a la extensión del cilindro A?

### 2.3 Curvadora de placas de secuencia: A+ A- B+ B-

Figura: 2.3.1 Cróquis de situación

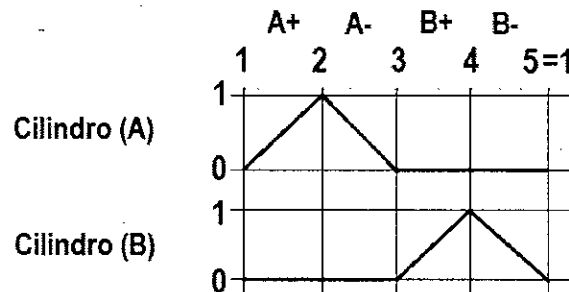


Fuente: Elaboración propia

#### 2.3.1 Objetivo

Aprender a realizar el circuito de control neumático para el diagrama de movimientos indicado de dos cilindro de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con tres válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura 2.3.1: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

#### 2.3.2 Relación de componentes:

- 2 Cilindro de doble efecto.
- 2 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 3 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo y sensores Bidireccionales de posición.
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento per pulsador de inicio.

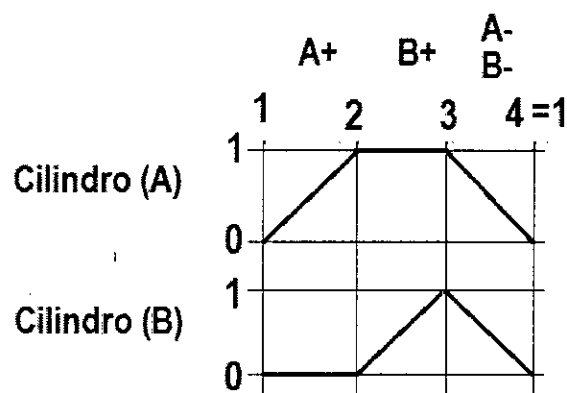


## 2.4 Salida y entrada automática de la secuencia: A+ B+ A- B-

### 2.4.1 Objetivo

Construir y aplicar el circuito de control neumático para el diagrama de movimientos mostrado de dos cilindro de doble efecto mediante válvulas 5/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con cuatro válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura 2.4.1: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

### 2.4.2 Relación de componentes:

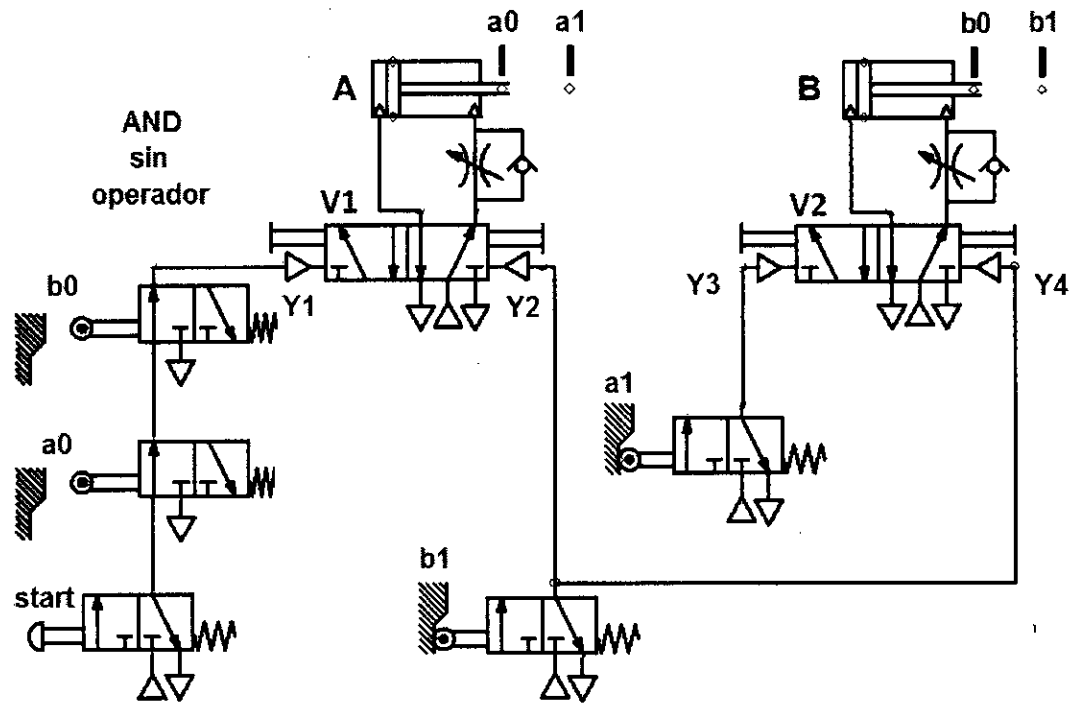
- 2 Cilindro de doble efecto.
- 2 Válvula 5/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 4 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo y sensores Bidireccionales de posición.
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

### 2.4.3 Funcionamiento:

- Condiciones iniciales: Fines de carrera **a0** y **b0** activados en reposo
- Al pulsar **start** invierte la válvula **V1** con lo que el cilindro **A** sale a velocidad normal.
- Al activarse en fin de carrera **a1** invierte la válvula **V2**, por tanto el cilindro **B** se extiende a velocidad normal y pulsa **b1**, éste accionará a las válvulas **V1** y **V2** quien retorna a su estado de reposo, con lo cual los cilindros **A** y **B** retornan a velocidad regulada.



Figura 2.4.2: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.4 Cuestionario

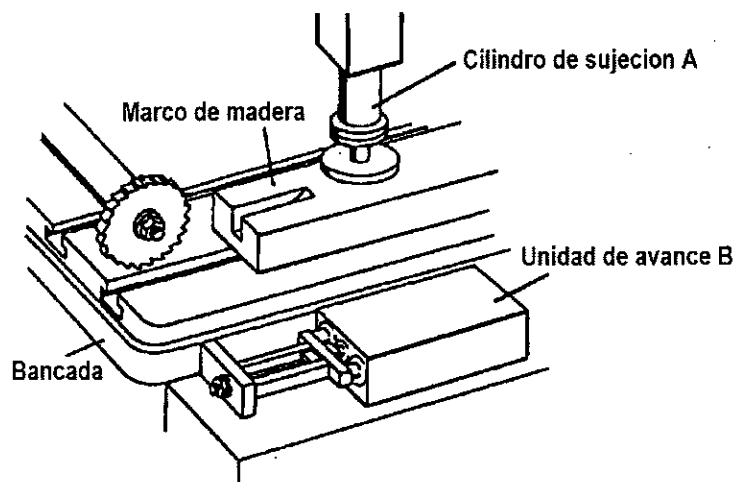
- 2.4.4.1 Qué utilidad tiene el fin de carrera **a1**?
- 2.4.4.2 Con qué velocidades se extienden los cilindros?
- 2.4.4.3 Qué ocurre en el circuito si la válvula **a0** no está activada en reposo?
- 2.4.4.4 Qué ocurre si en el circuito la válvula start se queda trabada activada?

## 2.5 Fresadora de madera con secuencia: A+ B+ B- A-

### 2.5.1 Objetivo

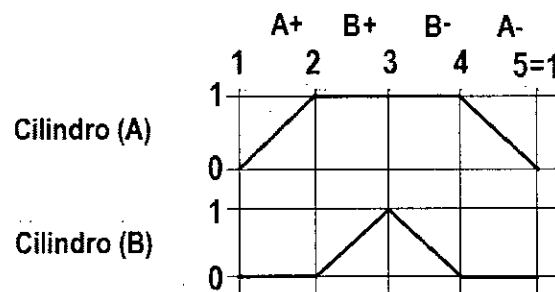
Aprender a realizar el circuito de control neumático para la Fresadora de madera de dos cilindro de doble efecto mediante válvulas 5/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con cuatro válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 2.5.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.5.2: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

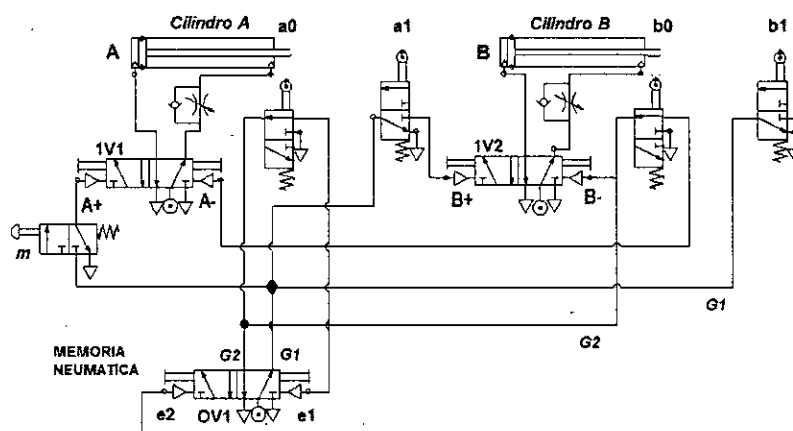
### 2.5.2 Relación de componentes:

- 2 Cilindro de doble efecto.
- 3 Válvula 5/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 4 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

### 2.5.3 Funcionamiento:

- Condición inicial: la barra neumática del grupo **G1** está con presión neumática.
- Al pulsar **m** invierte la válvula **1V1** con lo que el cilindro **A** sale a velocidad regulada, al activarse en fin de carrera **a1**, esta señal invierte la válvula **1V2** y el cilindro **B** se extiende a velocidad regulada.
- Cuando el cilindro **B** se extiende y pulsa **b1**, este accionara a la válvula memoria **OV1**, la que desactiva a la barra neumática **G1** y se energiza la barra neumática **G2**
- Estando la barra neumática **G2** se acciona la válvula **1V2**, la que retorna a su estado de reposo y el cilindro **B** retorna rápidamente.
- Cuando el cilindro **B** retorna a su estado de reposo activa al final de carrera **b0**, esta señal invierte la válvula **1V1** por lo que el cilindro **A** retorna a velocidad normal.
- Al activarse el final de carrera **a0**, se invierte la válvula **OV1** la que desactiva la barra neumática **G2** y energiza la barra neumática **G1**, donde se retorna al estado de reposo

Figura 2.5.3: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 2.5.4 Cuestionario

- 2.5.4.1 Qué utilidad tiene el fin de carrera **b1**?
- 2.5.4.2 Como se controla la velocidad de salida de cilindros?
- 2.5.4.3 Qué ocurre si **a0** no se activa en el retorno del cilindro A?

## CAPÍTULO III

### CIRCUITOS NEUMÁTICOS DE TRES ACTUADORES

#### 3.1 Introducción al Método Cascada por Agrupamiento

En el desarrollo del método Cascada por Agrupamiento se ha considerado como referencia el texto: Circuitos Neumáticos, A. Serrano Nicolás Mc Graw–Hill/Interamericana Madrid España, 2002

El sistema para la resolución de problemas de neumática mediante el método cascada por Agrupamiento consta de seis pasos que el estudiante deberá resolver de forma secuencial. De esta manera, el alumno irá construyendo poco a poco el circuito neumático, introduciendo sus diferentes componentes de forma sistemática y ordenada. Consideración el primer grupo activado en reposo y actuadores neumáticos: Cilindros, Motores, Giros, Pinzas.

##### 3.1.1 Método secuencial por pasos

Los seis pasos propuestos del Método Cascada son los siguientes:

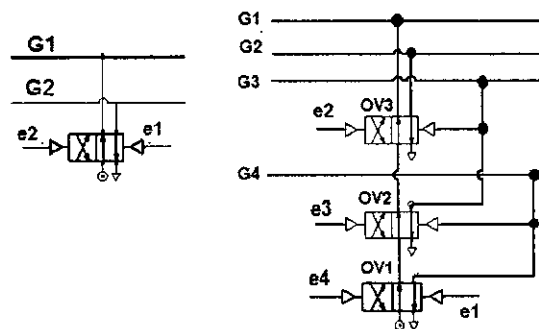
- 1º. Escribimos la secuencia neumática, sin finales de carrera correspondientes.
- 2º. Dividimos la secuencia en grupos, de forma que cada grupo contenga el máximo número de cilindros sin que haya dos fases contrarias en el mismo grupo (es decir, que no se repita ninguna letra). Así pues, en el circuito neumático dibujaremos una línea horizontal por cada grupo que tengamos y las numeraremos de arriba abajo como **G1, G2,....G5**. Por encima de estas líneas dibujaremos los cilindros y los distribuidores (válvulas 5/2, 4/2) que los gobiernan, ordenados por letra de izquierda a derecha.
- 3º. El circuito neumático tendrá un número de válvulas 5/2, 4/2 (memorias) igual al número de grupos menos uno. Las memorias las dibujaremos por debajo de las líneas. Si tenemos más de una memoria, las conectaremos en serie. El pulsador start (**m**) en la parte izquierda alimentado directamente del **G1**.
- 4º. Construimos la secuencia, indicando los grupos. Dibujamos en la parte inferior del circuito los últimos finales de carrera de cada grupo. Para empezar, el último final de carrera de la secuencia activará al **G1** para retornar a su estado de reposo la secuencia, y los demás finales de carrera de cada grupo los ordenaremos de izquierda a derecha siguiendo el orden que aparecen la

secuencia de abajo a arriba y los conectaremos a la parte derecha de cada memoria.

- 5°. Los finales de carrera que queden por colocar los dibujaremos en la parte superior del circuito. Colocaremos cada final de carrera junto al cilindro que aparece justo después de él en la secuencia. El final de carrera lo dibujaremos en la parte contraria de hacia dónde queremos que se mueva el cilindro: si queremos que el cilindro vaya hacia la izquierda, dibujaremos el final de carrera en la parte derecha, mientras que si queremos que el cilindro se desplace hacia la derecha, el final de carrera los dibujaremos a la izquierda.
- 6°. Una vez colocados todos los componentes del circuito realizaremos las conexiones. Cada final de carrera irá conectado al grupo al que pertenece. El pulsador marcha se conectará al grupo **G1**. La entrada restante de cada distribuidor que controla los cilindros se conectará al grupo que contenga la acción que realizan sobre el cilindro.

**Ejemplo:** Para 4 grupos se tiene;  $N^{\circ}MEMORIAS = N^{\circ}GRUPOS - 1 = 4 - 1 = 3$

**Figura 3.1.1:** Memorias neumáticas para 2 y 4 grupos

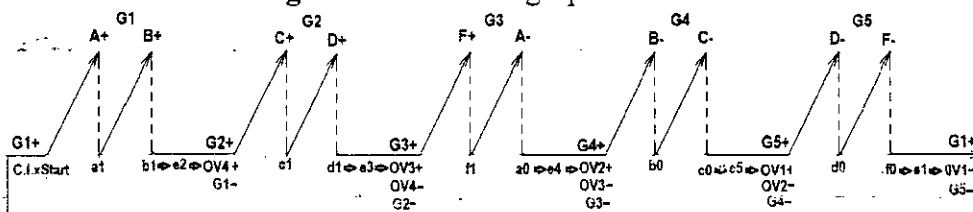


**Fuente:** Elaboración propia

**Ejemplo:** Secuencia de 5 grupos | A+B+ | | C+D+ | | F+A- | | B-C- | | D-F- |

La excitación de un grupo se tiene que desactivar al grupo anterior y su memoria respectiva.

**Figura 3.1.2:** Cinco grupos neumáticos



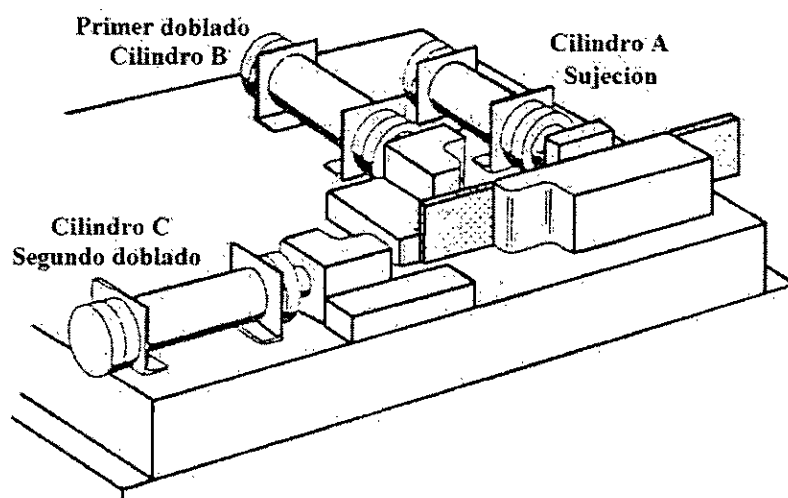
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2 Máquina plegadora de planchas con secuencia: A+ B+ B- C+ C- A-

#### 3.2.1 Objetivo

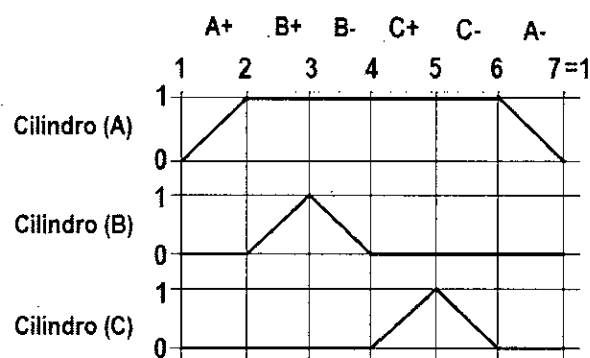
Aprender a realizar el circuito de control neumático para la máquina plegadora de planchas mediante tres cilindros de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con seis válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 3.2.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2.2: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

#### 3.2.2 Relación de componentes:

3 Cilindro de doble efecto.

5 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.

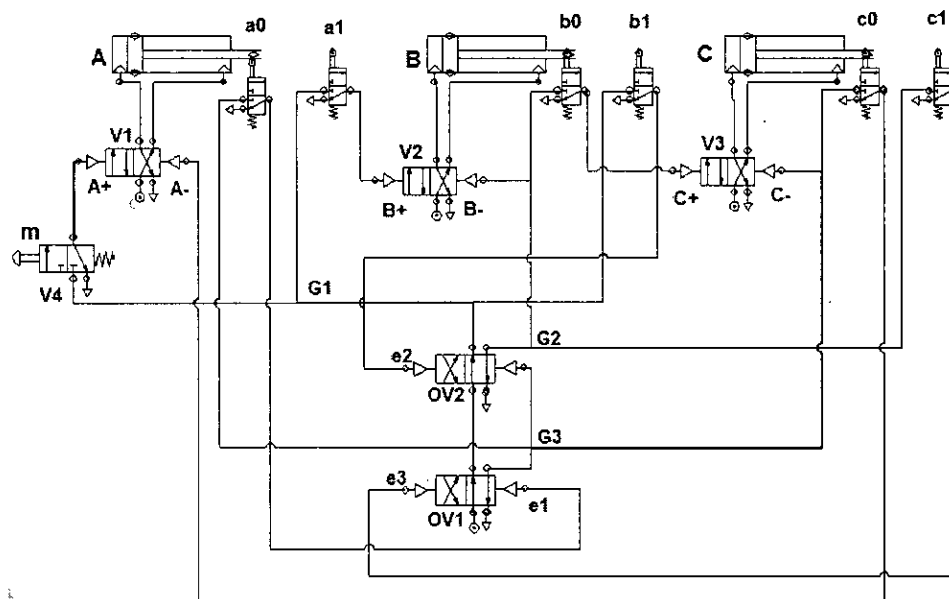
6 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

### 3.2.3 Funcionamiento:

- En reposo el grupo **G1** está activado.
- Al pulsar **m** invierte la válvula **V1** con cual el cilindro **A** extiende.
- Al activarse en fin de carrera **a1** la válvula **V2** cambia su estado de reposo, por tanto el cilindro **B** se extiende. Al llegar al final de carrera **b1** excita la válvula memoria **OV2** la que activa el grupo **G2** y de inmediato retorna el cilindro **B** a su estado de reposo.
- Cuando el cilindro **B** retorna se pulsa **b0**, se activa la válvula **V3** cambia su estado de reposo y ordena la extensión del cilindro **C**. Al llegar al final de carrera **c1** excita la válvula memoria **OV2** la que activa el grupo **G3** y de inmediato retorna el cilindro **C**.
- Cuando el cilindro **C** retorna se pulsa **c0** y se activa la válvula **V1** cambia su estado de reposo y ordena el retorno del cilindro **A**. Al llegar al **a0** ordena a la válvula memoria **OV1** y se retorna a su estado de reposo.

Figura 3.2.3: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4 Cuestionario

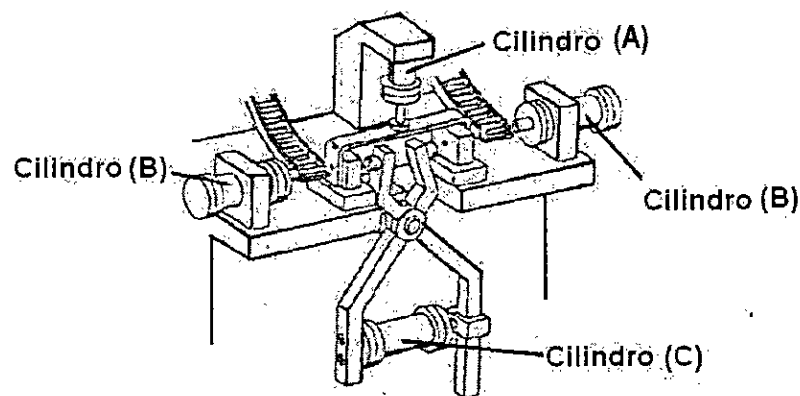
- 3.2.4.1 Qué ocurre si se mantiene pulsada la válvula neumática **V4**?
- 3.2.4.2 Cómo se realiza la extensión del cilindro **C**?
- 3.2.4.3Cuál sería la posible falla si no se activa la válvula memoria **OV2**?

### 3.3 Maquina para remachar pasadores con secuencia: A+ B+ C+ B- A- C-

#### 3.3.1 Objetivo

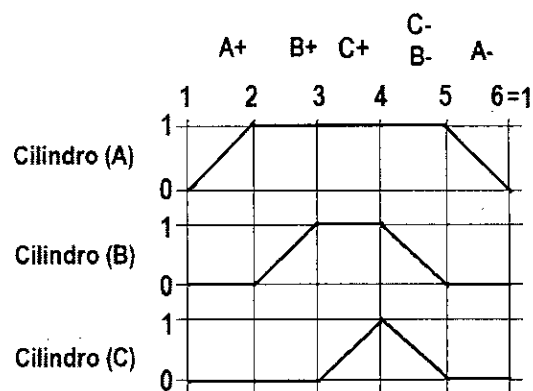
Aprender a realizar el circuito de control neumático para la maquina remachadora de pasadores mediante cuatro cilindros de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con seis válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 3.3.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3.2: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.2 Relación de componentes:

4 Cilindro de doble efecto.

5 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.

6 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

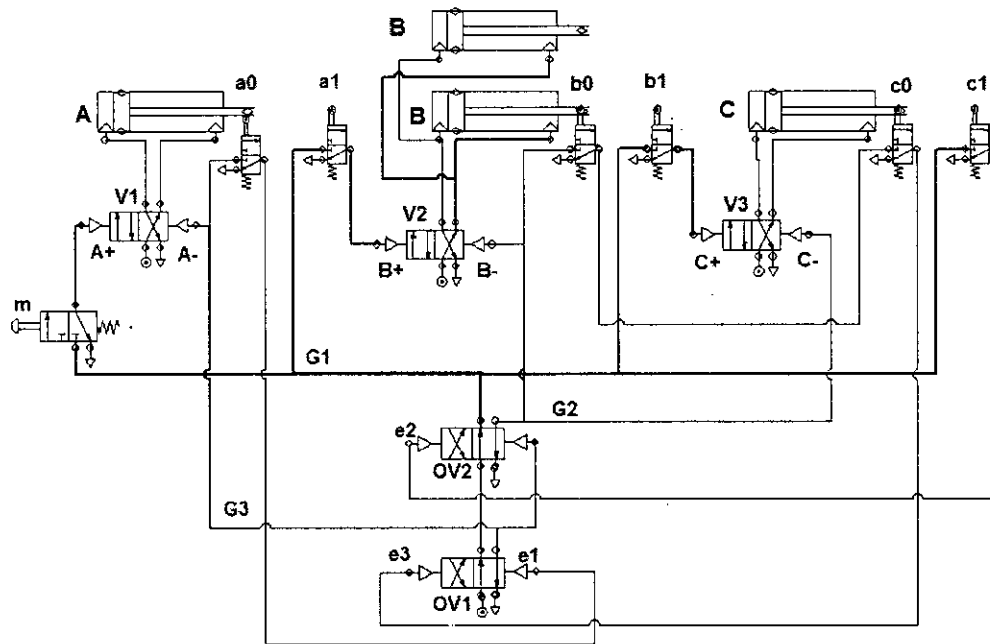
1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.



### 3.3.3 Funcionamiento:

- En reposo el grupo **G1** está activado.
- Al pulsar **m** invierte la válvula **V1** con lo que el cilindro **A** sale.
- Al activarse en fin de carrera **a1** la válvula **V2** cambia su estado de reposo, por tanto el cilindro **B** se extiende a velocidad normal. Al llegar al final de carrera **b1**, esta señal invierte la válvula **V3** con lo que el cilindro **C** sale.
- El cilindro **C** se extiende y pulsa **c1**, este excita a la válvula memoria **OV1** la que energiza al grupo **G2** donde se activan simultáneamente a las válvulas **V2** y **V3** para que retornen a su estado de reposo, con lo cual los cilindros **B** y **C** retornan.
- Al activarse los fines de carrera **b0** y **c0** excitan a la válvula memoria **OV2** la que activa el grupo **G3** y de inmediato retorna el cilindro **A**.
- Al activarse los fines de carrera **a0** y ordena a la válvula memoria **OV1** y por tanto todo retorna a su estado de reposo.

Figura 3.3.3: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.4 Cuestionario

3.3.4.1 Qué utilidad tiene el fin de carrera **c1**?

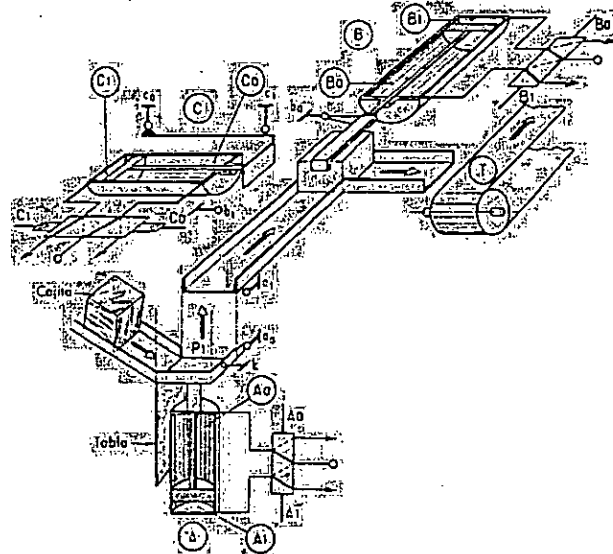
3.3.4.2 Como se controla la velocidad de retorno de los cilindros B y C ?

### 3.4 Transporte de cajas pequeñas con secuencia: A+ B- C+ A- B+ C-

#### 3.4.1 Objetivo

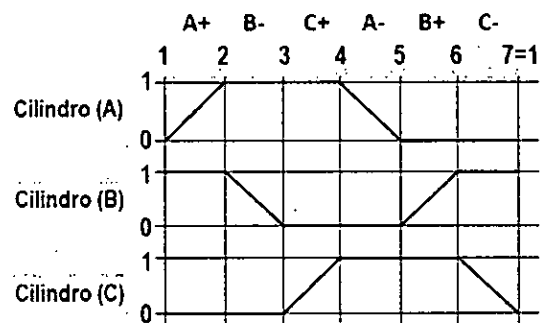
Aprender a realizar el circuito de control neumático para un transporte de cajas pequeñas tres cilindros de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con seis válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 3.4.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4.2: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

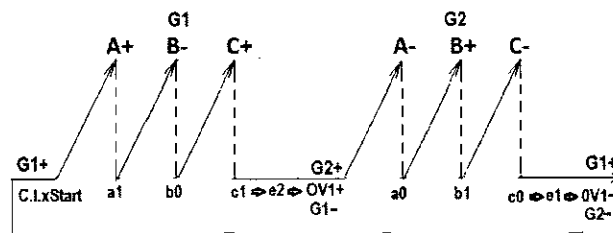
#### 3.4.2 Relación de componentes:

- 3 Cilindro de doble efecto.
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 6 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

### 3.4.3 Funcionamiento:

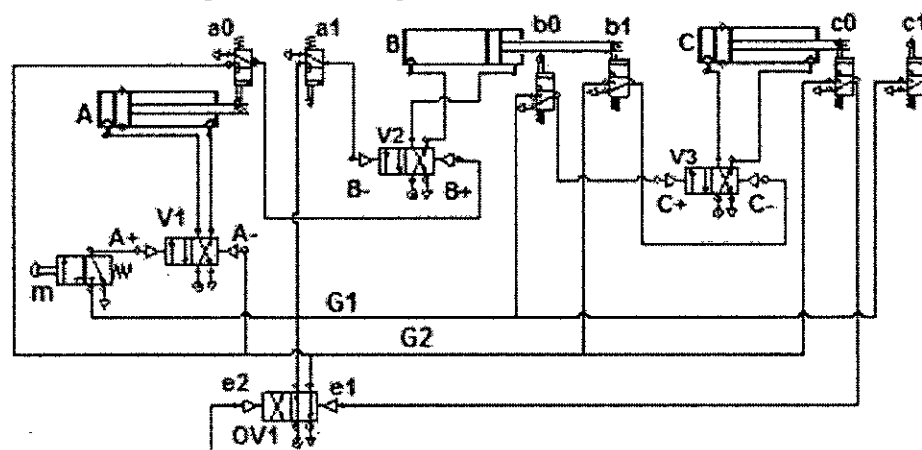
- En reposo el grupo **G1** está activado. Al pulsar **m** invierte a **V1** con lo que el cilindro **A** sale.
- Al activarse en fin de carrera **a1** la válvula **V2** cambia su estado de reposo, por tanto el cilindro **B** retorna a velocidad normal.
- Se activa el fin de carrera **b0** la que ordena la extinción del cilindro **C** y pulse **c1**, esta señal excita a la válvula **OV1** quien energiza al grupo **G2** y de inmediato retorna el cilindro **A**
- Al activarse el fin de carrera **a0** activa el retorno de la válvula **V2** con lo cual se extiende el cilindro **B** y pulse **b1**, esta señal hace retornar el cilindro **C**, al activarse el fin de carrera **c0** ordena el retorno de la válvula memoria **OV1** y por tanto todo retorna a su estado de reposo.

Figura 3.4.3: Diagrama de paso a paso



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4.4: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 3.4.4 Cuestionario

- 3.4.4.1 Qué ocurre si se mantiene pulsada la válvula **m**?
- 3.4.4.2 Como se controla el retorno del cilindro **B** ?

### 3.5 Guía porta-patines de una base de fresado con secuencia:

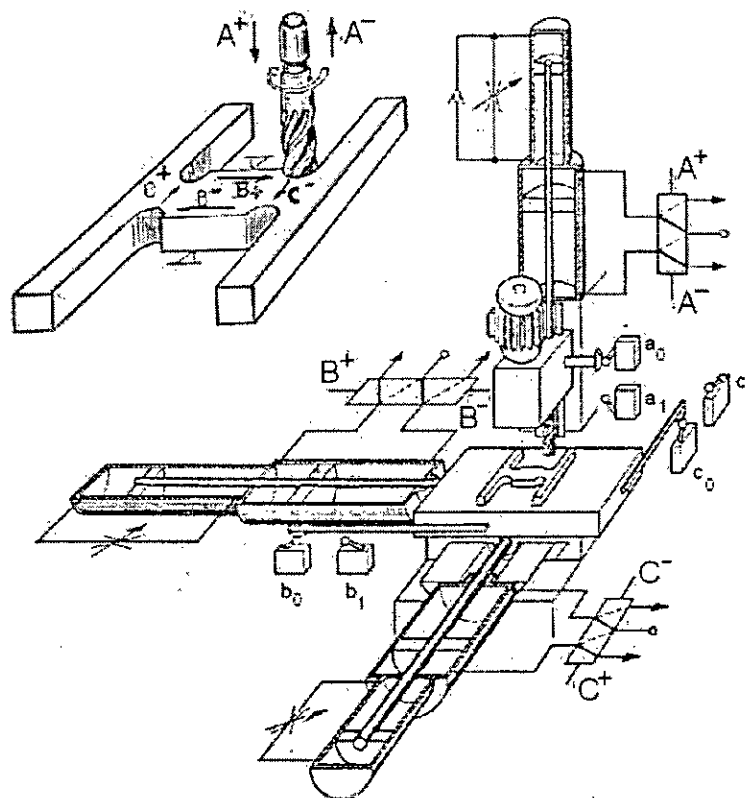
A+ B+ A- C- A+ B- A- C+

#### 3.5.1 Objetivo

Aprender a realizar el circuito de control neumático para una guía porta-patines, debe sufrir una base de fresado que comprende el alisado de dos superficies, señaladas mediante tres cilindros de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con ocho válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

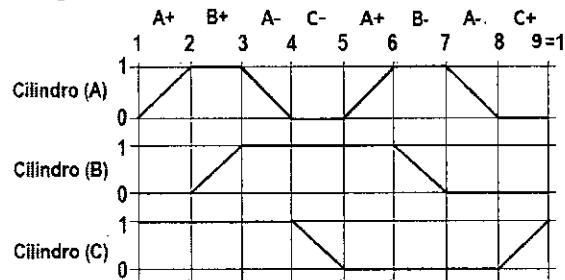
- |                         |    |
|-------------------------|----|
| 1. Descenso de la fresa | A+ |
| 2. Fresado longitudinal | B+ |
| 3. Ascenso de la fresa  | A- |
| 4. Fresado transversal  | C- |
| 5. Descenso de la fresa | A+ |
| 6. Fresado longitudinal | B- |
| 7. Subida de la fresa   | A- |
| 8. Fresado transversal  | C+ |

Figura: 3.5.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.5.2:** Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2 Relación de componentes:

3 Cilindro de doble efecto.

6 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.

8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

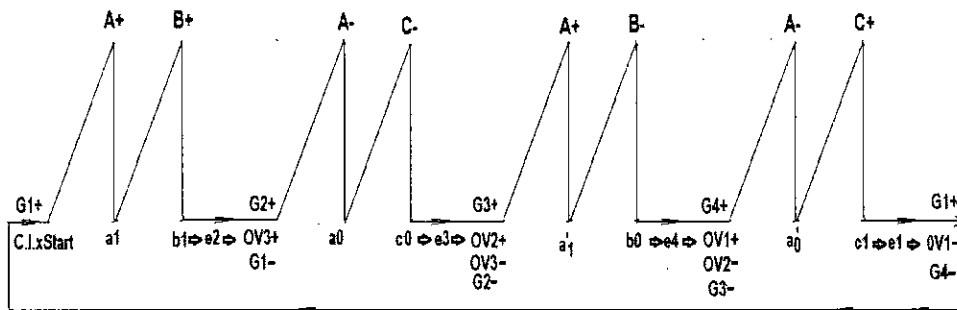
1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

2 Operador neumáticos tipo OR

### 3.5.3 Funcionamiento:

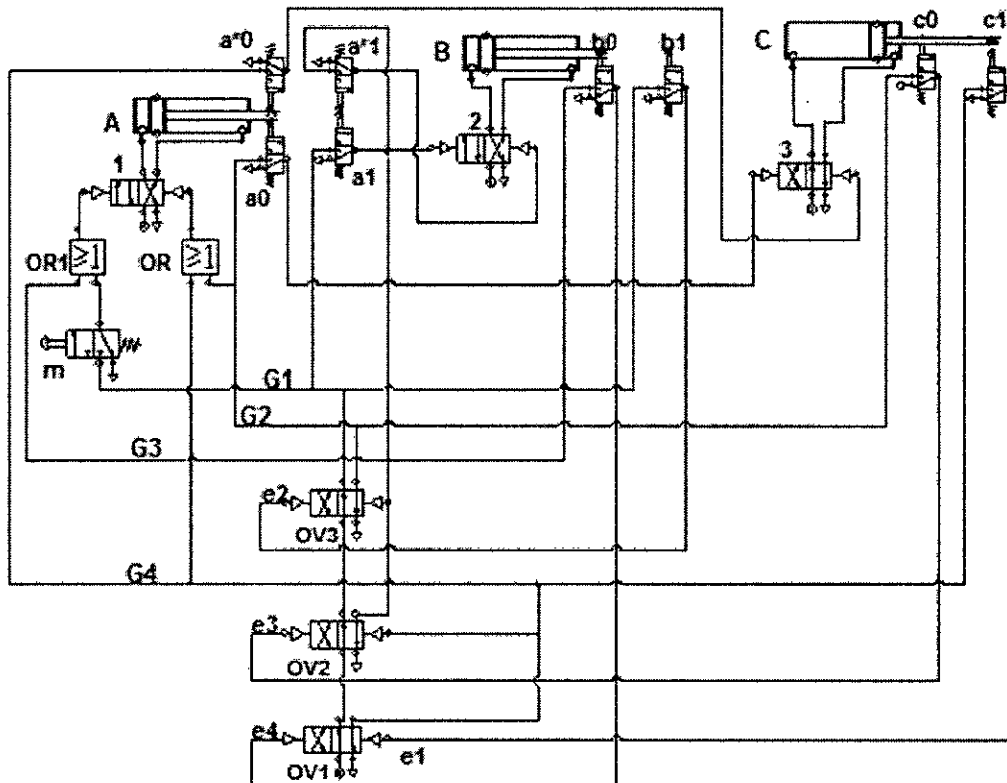
- En reposo el grupo **G1** está activado.
- Al pulsar **m** invierte la válvula 1 con cual el cilindro **A** extiende.
- Al activarse en fin de carrera **a1** la válvula 2 cambia su estado de reposo, por tanto el cilindro **B** se extiende. Al llegar al final de carrera **b1** excita la válvula memoria **OV3** quien activa el grupo **G2** y de inmediato retorna el cilindro **A** a su estado de reposo.
- Cuando el cilindro **A** retorna se pulsa **a0**, se activa la válvula 3 cambia su estado de reposo y ordena el retorno del cilindro **C**. Al llegar al final de carrera **c0** excita la válvula memoria **OV2** la que activa el grupo **G3** y de inmediato se extiende el cilindro **A**.
- Cuando el cilindro **A** se extiende por segunda vez, se pulsa **a\*1** y la válvula 1 cambia a su estado de reposo y ordena el retorno del cilindro **B**. Al llegar al final de carrera **b0** excita la válvula memoria **OV1** la que activa el grupo **G4** y de inmediato retorna el cilindro **A**.
- Al activarse en fin de carrera **a\*0** la válvula 3 cambia su estado de reposo, por tanto el cilindro **C** se extiende. Al llegar al final de carrera **c1** ordena a la válvula memoria **OV1** y por tanto todo retorna a su estado de reposo.

Figura 3.5.3: Diagrama de paso a paso



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5.4: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4 Cuestionario

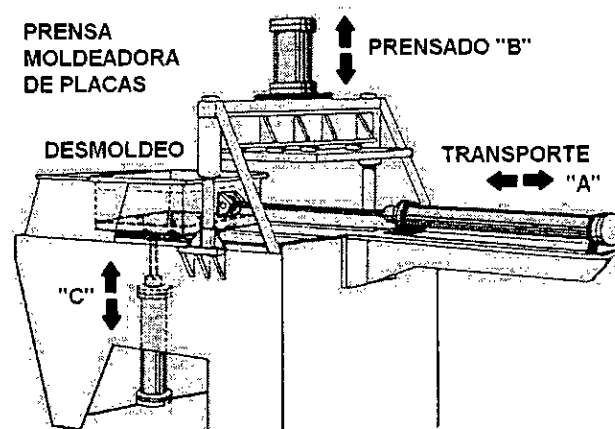
- 3.5.4.1 Qué ocurre si se mantiene pulsada la válvula neumática 3/2 m?
- 3.5.4.2 Cómo se realiza la extensión del cilindro A dos veces?
- 3.5.4.3Cuál sería la posible falla si no se activa la válvula 3/2 c1?

### 3.6 Prensa moldeadora de placas con secuencia: A+ B+ TON1 A- B- C+ C-

#### 3.6.1 Objetivo

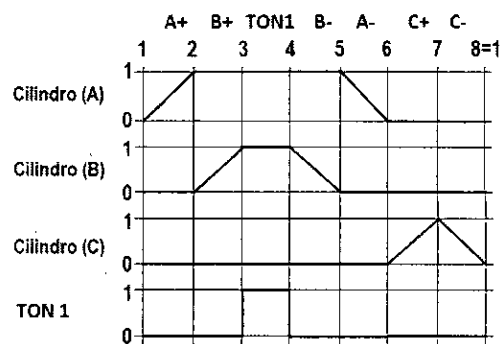
Aprender a realizar el circuito de control neumático para una prensa moldeadora de placas con tres cilindros de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con seis válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos y Timer On de Delay neumático.

Figura: 3.6.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6.2: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

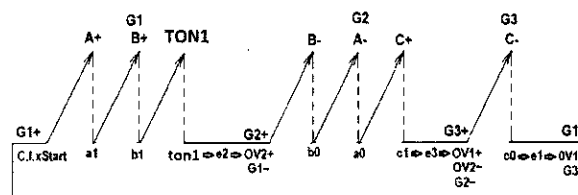
#### 3.6.2 Relación de componentes:

- 3 Cilindro de doble efecto.
- 5 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 6 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.
- 1 Timer On de Delay neumático.

### 3.6.3 Funcionamiento:

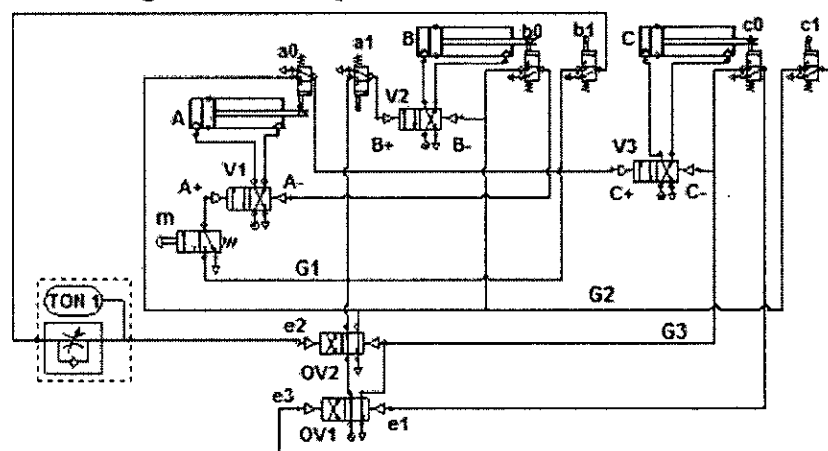
- En reposo el grupo **G1** está activado. Al pulsar **m** invierte a **V1** con lo que el cilindro **A** sale.
- Se activa el fin de carrera **a1** y la válvula **V2** cambia su estado de reposo, por tanto el cilindro **B** se extiende. Al llegar al final de carrera **b1**, esta señal excita al **TON1** transcurrido el tiempo programado activa la válvula memoria **OV2** la que energiza al grupo **G2** donde retorna el cilindro **B**, al activarse los fines de carrera **b0** ordena el retorno del cilindro **A**
- El fin de carrera **a0** activa la válvula **V3** con lo que el cilindro **C** se extiende y pulsa **c1** y excita a **OV2** la que energiza al grupo **G3** donde las válvula **V3** para retorna a su estado de reposo y el cilindro **C** retorna.
- Al activarse el fin de carrera **c0** y ordena el retorno de la válvula memoria **OV1** y por tanto todo retorna a su estado de reposo.

Figura 3.6.3: Diagrama de paso a paso



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6.4: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 3.6.4 Cuestionario

- 3.6.4.1 Qué utilidad tiene el fin de carrera **c1**?
- 3.6.4.2 Cómo se controla el retorno del cilindro **B**?

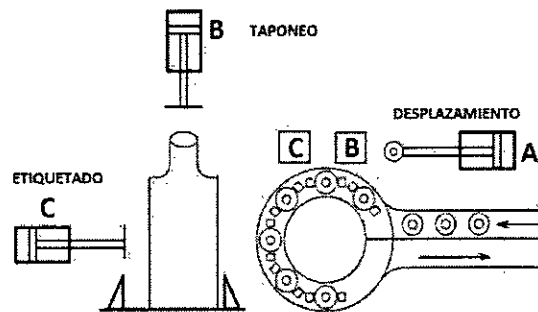


### 3.7 Máquina para tapar botellas con secuencia: A+B+TON1 C+TON2 B- A- C-

#### 3.7.1 Objetivo

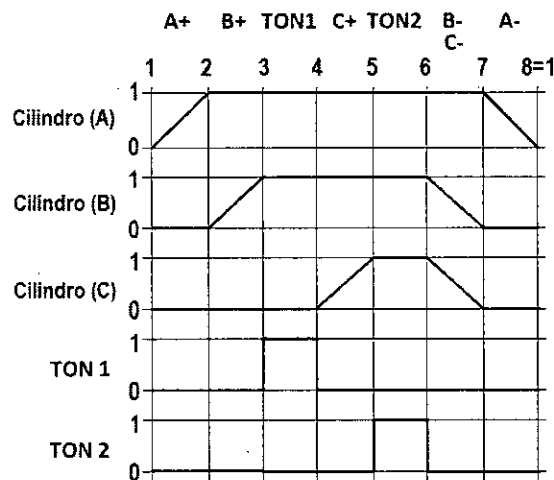
Aprender a realizar el circuito de control neumático para una máquina para tapar botellas con tres cilindros de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con seis válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos y dos Timer On de Delay.

Figura: 3.7.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.7.2: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

#### 3.7.2 Relación de componentes:

3 Cilindro de doble efecto.

5 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.

6 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

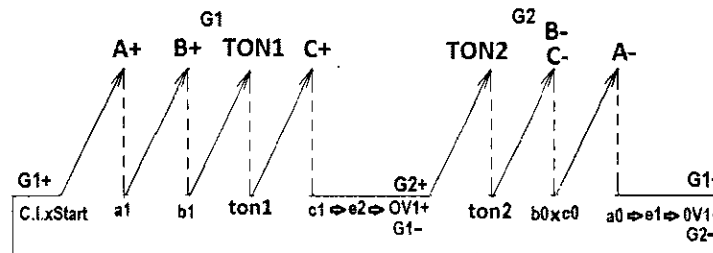
1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

2 Timer On de Delay neumático

### 3.7.3 Funcionamiento:

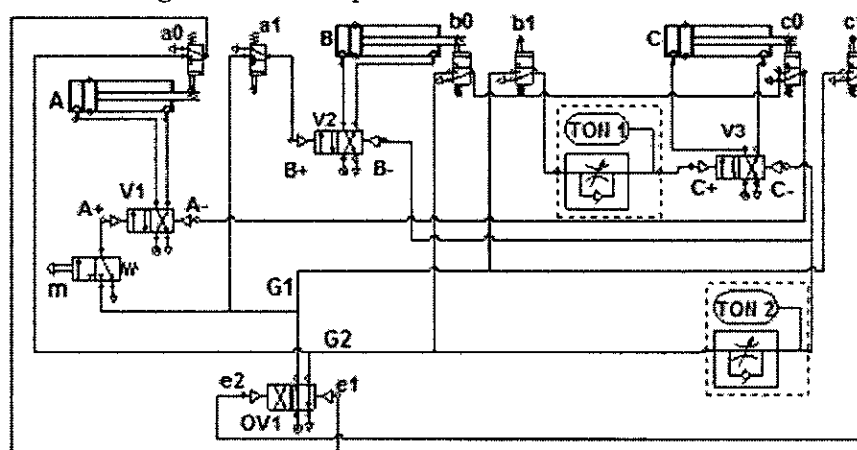
- En reposo el grupo **G1** está activado. Al pulsar **m** invierte a **V1** con lo que el cilindro **A** sale.
- El fin de carrera **a1**, ordena a la válvula **V2** cambiar su estado de reposo, por tanto el cilindro **B** se extiende. Al llegar al final de carrera **b1**, esta señal excita al **TON1**, transcurrido su tiempo se activa la válvula **V3** con lo que el cilindro **C** se extiende y pulsa **c1** y excita a la válvula **OV1** la que energiza al grupo **G2**. De inmediato es alimentado **TON 2**, transcurrido su tiempo se activa simultáneamente el retorno de los cilindros **B** y **C**.
- Al activarse los fines de carrera **b0** y **c0** activan el retorno del cilindro **A** y se pulsa el fin de carrera **a0**, ordenándose el retorno de la válvula **OV1** y todo retorna a su estado de reposo.

Figura 3.7.3: Diagrama de paso a paso



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.7.4: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.4 Cuestionario

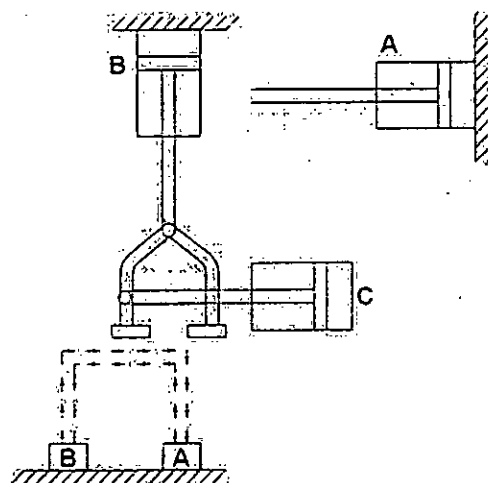
- 3.7.4.1 Qué utilidad tiene el fin de carrera **a0** ?
- 3.7.4.2 Como se activa el Timer On de Delay: TON 1 ?

### 3.8 Manipulador secuencia: B+ C- B- A+ B+ C+ TON1 B- A-

#### 3.8.1 Objetivo

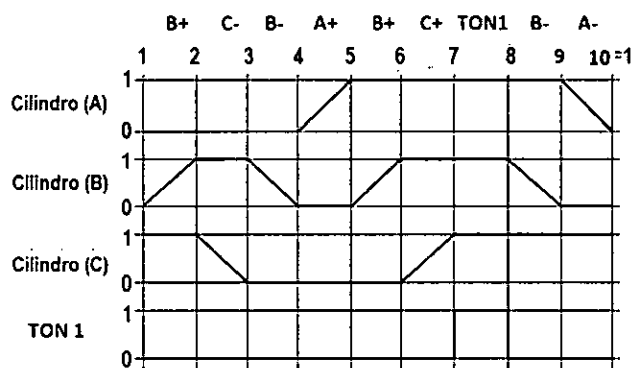
Aprender a realizar el circuito de control neumático para un manipulador de tres cilindros de doble efecto mediante válvulas 4/2, biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con seis válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 3.8.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8.2: Diagrama de movimientos



Fuente: Elaboración propia

#### 3.8.2 Relación de componentes:

3 Cilindro de doble efecto.

6 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.

8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

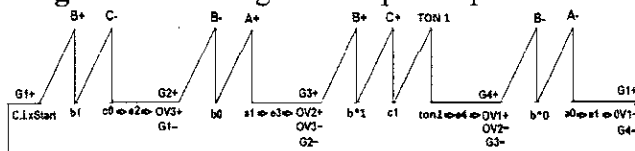
1 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador de inicio.

1 Timer On de Delay neumático

### 3.8.3 Funcionamiento:

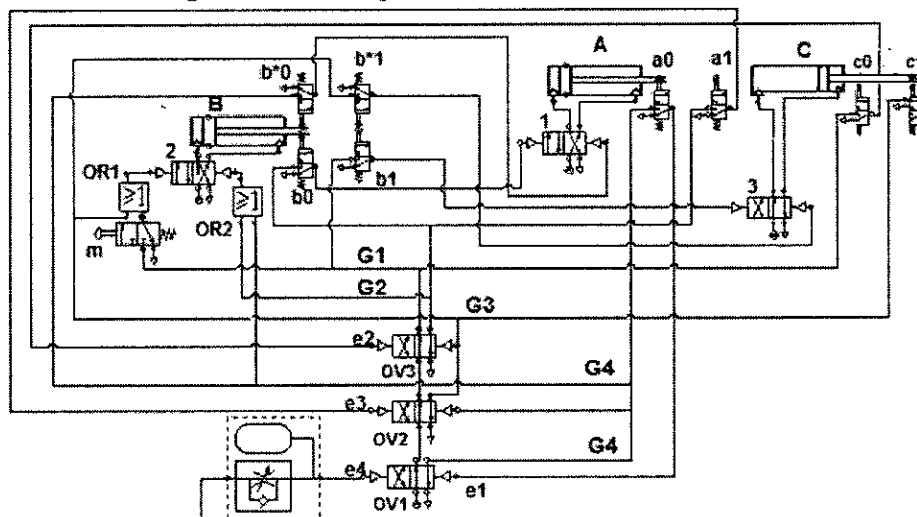
- En reposo el grupo **G1** está activado. Al pulsar **m** el cilindro **B** sale.
- Al activarse en fin de carrera **b1**, con lo cual el cilindro **C** retorna y activa el fin de carrera **c0**, esta señal excita a la válvula memoria **OV2** la que energiza al grupo **G2** donde retorna el cilindro **B** y su vástago activa el fin de carrera **b0** y ordena la extensión del cilindro **A**.
- El fin de carrera **a1** excita a la válvula **OV3** la que energiza al **G3**, de inmediato el cilindro **B** se extiende por segunda vez a través del **OR1**, y se activa el fin de carrera **b\*1**, esta señal ordena la extensión del cilindro **C**.
- El fin de carrera **c1** energiza al **TON1**, quien después un tiempo activa la válvula **OV1** que energiza a **G4** y a través del **OR2** retorna el cilindro **B**
- El fin de carrera **b\*0**, con esta señal el cilindro **A** retorna y se pulsa **a0** y ordena el retorno de la válvula **OV1** y se retorna a su estado de reposo.

Figura 3.8.3: Diagrama de paso a paso



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8.4: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 3.8.4 Cuestionario

3.8.4.1 ¿Qué utilidad tiene el operador **OR2**?

3.8.4.2 ¿Cómo se controla en el circuito **Ton1**?

## CAPÍTULO IV

### CIRCUITOS NEUMÁTICOS DE CUATRO ACTUADORES

#### 4.1 Introducción al Grafcet

En el desarrollo del método Grafcet se ha considerado como referencia los símbolos del texto: AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES, Emilio García Moreno, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, 2001 Alfaomega Grupo Editor, México D.F.

##### 4.1.1 Objetivos:

- Conocer métodos potentes y eficaces para el modelado de sistemas automatizados con un gran número de entradas y salidas.
- Describir los distintos elementos que constituyen un diagrama grafcet.
- Conocer las cinco reglas del grafcet que determinan la dinámica de los sistemas implementados con esta herramienta.
- Describir las distintas estructuras básicas y lógicas que permiten el diseño de automatismos complejos.

##### 4.1.2 El Grafcet Gráfico de Mando etapa/transición

- ✓ Cualidades: Claridad, legibilidad, presentación sintética
- ✓ Características como SEDs “Sistemas de eventos discretos”
- ✓ Ofrece la metodología de programación estructurada “top-down”, que permite el desarrollo conceptual de lo general a lo particular, descendiendo a niveles muy precisos de descripción y descomposición en las diversas tareas a llevarse a cabo por el automatismo en sus distintas fases de ejecución y funcionamiento.
- ✓ Permite la introducción del concepto de diseño estructurado, de forma que las diversas “tareas” del automatismo se estructuran de forma jerarquizada, mediante el forzado de eventos de modelos Grafcet, jerárquicamente superiores.

##### 4.1.2.1 Definición conceptos y elementos gráficos asociados

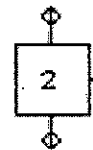
**Etapas:** Se define la etapa como la situación del sistema en la cual todo o una parte del órgano de mando es invariante con respecto a las entradas - salidas del sistema automatizado.

La característica de la etapa es la inclusión intrínseca del concepto de activación (marcado binario) y la de acciones asociadas. La etapa puede estar activada o no activada (marcada o no marcada).

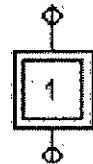
Se representa por un rectángulo que se numera en su interior y en la parte superior, dando de esta manera un sentido de secuencialidad a las etapas representadas.

La etapa puede ser:

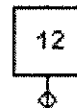
Etapa normal: Está ligada a una transición de entrada y a otra de salida.



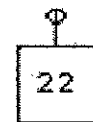
Etapa de inicialización: las etapas de inicialización son aquellas que deberán quedar activadas al comienzo de la ejecución del algoritmo de control.



Etapa fuente: es la etapa que no posee transición de entrada.



Etapa sumidero: es la etapa que no posee transición de salida y, por tanto, no está conectada con ningún elemento de salida.



**Acción asociada**: Se trata de una o más operaciones a realizar sobre el sistema, cuando la etapa de cual depende dichas operaciones se encuentra activada. La situación de etapa activada, se indica mediante la colocación de una marca en el interior del gráfico de la etapa. La acción o acciones elementales a realizar durante la etapa en el sistema, vienen indicadas mediante las etiquetas, que son rectángulos conectados a las etapas correspondientes y situados a la derecha de las mismas. En su interior se indica, bien de forma literal, bien de forma simbólica, lo que debe realizarse.



Cuando la etapa está activa, se ejecutan sobre el proceso las acciones (operaciones) elementales referenciadas (inscritas en la/s etiquetas/s correspondiente). Dichas acciones pueden ser clasificadas como sigue:

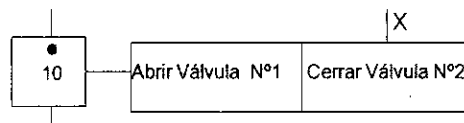
Reales: se trata de acciones concretas que se producen en el automatismo, tales como abrir/cerrar una válvula, arrancar/parar un motor, etc. A su vez se clasifican en: Internas: son acciones que se producen en el propio dispositivo de control, tales como temporizadores, operaciones de cuenta, cálculos numéricos, etc.

Externas: se producen sobre el proceso en sí, externamente respecto del dispositivo lógico de control.

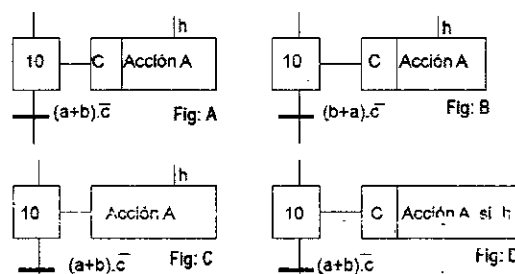
Incondicionales: son acciones que se ejecutan con solo quedar activadas las etapas correspondientes.

Condicionales: son aquellas que requieren el cumplimiento de una condición (función lógica) adicional a la propia activación de la etapa correspondiente.

Ejemplo: la tarea de abrir la válvula N° 1 se ejecutará incondicionalmente, una vez se active la etapa correspondiente asociada, pero la acción cerrar válvula N°2 necesita, además, que se cumpla la condición  $x=1$



Virtuales: No se realiza ninguna acción sobre el sistema; suelen utilizarse como situaciones de espera a que se produzcan determinados eventos o se activen determinadas entradas al sistema, que permita la evolución del proceso. En estas etapas la etiqueta está vacía o sin etiqueta. El estado de activación de una etapa se indica gráficamente, mediante la colocación de una señal de testigo (token) en el interior de la etapa

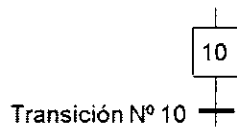


Una etapa no activa puede ser, a su vez, inactiva o activable. La diferencia entre ambas viene dada debido a que en la etapa activable la transición inmediata anterior está validada; y lo está porque la etapa anterior está activa. Por ello, una etapa es activable cuando está activa la etapa precedente.

**Transición y receptividad:**

El concepto de **transición** se asocia a la barrera existente entre dos etapas consecutivas y cuyo funcionamiento hace posible la evolución del sistema. A toda transición le corresponde una condición de transición o función lógica booleana que se denomina **receptividad**, y que puede ser verdadera o falsa.

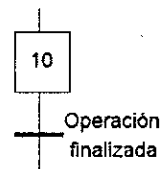
Se dice que la transición está validada, cuando la etapa o etapas inmediatamente precedentes a la transición están activadas. El franqueamiento de la transición se producirá si, y sólo si, la transición está validada y la receptividad es verdadera.



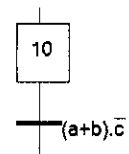
La receptividad puede escribirse de forma literal, o de forma simbólica; y debe situarse a la derecha del símbolo gráfico de la transición.

**Formas de representar la receptividad**

Caso a: Forma literal

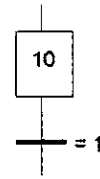


Caso b: Forma simbólica

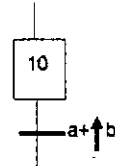




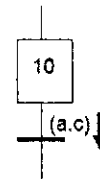
Caso c: Forma especial de indicar receptividad siempre verdadera



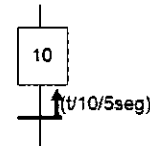
Caso d: En la receptividad se toma en cuenta el flanco de subida asociado a la variable b



Caso e: En la receptividad se toma en cuenta la activación simultánea de ambos flancos descendentes asociados a las variables a y c



Caso f: En este caso se toma en cuenta el flanco ascendente coincidente con el final de la temporización



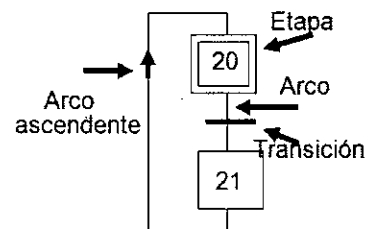
**Clasificación de transiciones:**

Transición fuente: si no está ligada a una etapa anterior

Transición sumidero: si no está ligada a una etapa posterior

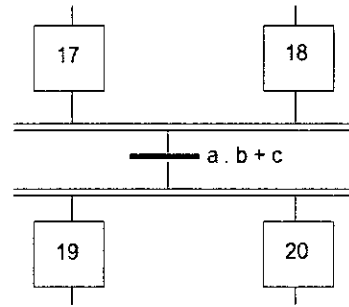
Este tipo de transiciones se suelen utilizar, por motivos de simplificación y clarificación en la escritura de los diagramas, cuando es necesario representar el modelo del sistema mediante hojas aparte.

**Arco:** Es un segmento de recta que une una transición con una etapa o viceversa, pero nunca elementos homónimos entre sí. Obligatoriamente ha de cumplirse la alternancia entre etapas y transiciones. Los arcos pueden representarse en sentido vertical y horizontal al construir los diagramas, si bien los arcos verticales quedarán orientados mediante una flecha en el caso que su caso que su sentido sea ascendente.



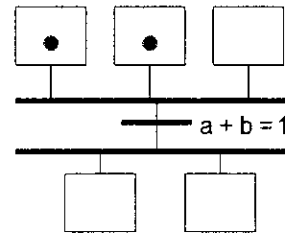
### Trazos paralelos

Se utilizan para representar varias etapas cuya evolución está condicionada por una misma transición. Los trazos paralelos se utilizarán para la implementación del concepto concurrencia entre subprocesos.

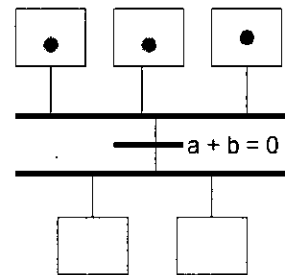


### Reglas de Evolución: Seguimiento de marcas

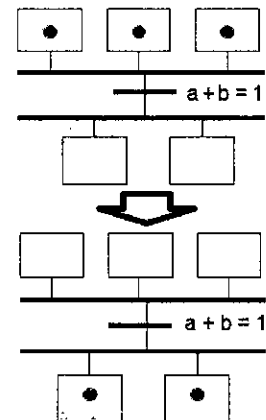
a) No se producen franqueamiento por no estar validada la transición



b) No se producen franqueamiento por no ser cierta la transición



c) Reglas de Evolución: Seguimiento de marcas



#### 4.1.2.2 Condiciones evolutivas: Las cinco reglas de Grafcet

Define la dinámica evolutiva de los modelados

Regla nº1: La situación inicial de un Grafcet, caracteriza el comportamiento inicial de la Parte de Control frente a la Parte Operativa, el operador o los elementos exteriores. Se corresponde con las Etapas activadas al principio del funcionamiento y se corresponde en general con una situación de reposo.

Las etapa/s de inicialización se activan de forma incondicional

Regla nº2: Una transición se dice validada cuando todas las etapas inmediatamente precedentes, unidas a dicha transición, están activadas.

El franqueamiento de una transición se produce: Cuando la transición es VALIDADA, y Cuando la RECEPTIVIDAD asociada a dicha transición es VERDADERA.

Una transición puede estar: validada, no validada, liberada (franqueada).

Una etapa se define como activable, si la transición precedente está validada

Regla nº3: El franqueamiento de una transición tiene como consecuencia la activación de todas las etapas siguientes inmediatas, y la desactivación de las inmediatas precedentes.

Regla nº4: Transiciones conectadas en paralelo franqueables, se franquean de forma simultánea si se cumplen las condiciones para ello.

La regla de franqueamiento simultáneo permite la descomposición de un Grafcet en varios diagramas, de forma que asegura rigurosamente su sincronización. Este caso, indispensable hacer intervenir en las receptividades los estados activos de las etapas

Regla nº5: Si durante su funcionamiento una misma etapa es simultáneamente activada y desactivada, deberá mantenerse activada.

#### **Estructuras en el Grafcet**

Se tiene conceptos como: secuencialidad y concurrencia, que permite realizar el análisis del sistema mediante su descomposición en

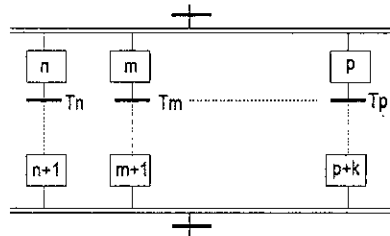
subprocesos. Las estructuras lógicas atienden a conceptos de concatenación entre sí de las anteriores estructuras

**Estructura básicas**

Secuencia única: Está compuesta de un conjunto de etapas que van siendo activadas, una tras otra, sin interacción con ninguna otra estructura. En la secuencia única, a cada etapa le sigue una sola transición y cada transición es validada por una sola etapa.

La secuencia se dice que está activa, si una de sus etapas lo está. Se dice inactiva, si todas sus etapas lo están.

Secuencias paralelas Se denominan secuencias paralelas al conjunto de secuencias únicas que son activadas de forma simultánea por una misma transición. Después de la activación de las distintas secuencias su evolución se produce de forma independiente.



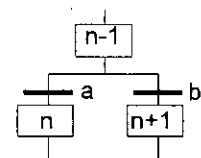
**Estructura lógicas en el Grafcet.**

**Divergencia en OR:**

La etapa n pasa a ser activa si, estando activa la etapa n-1, se satisface la receptividad de la transición a.

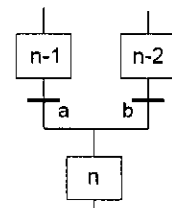
La etapa n+1 pasa a ser activa si, estando activa la etapa n- se satisface la receptividad de la transición b

Esta estructura no es la más adecuada para la implementación de la concurrencia b



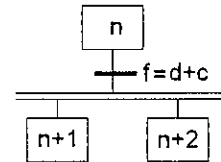
**Convergencia en OR:**

La etapa n pasa a ser activada si, estando activa la etapa n-1, se satisface la receptividad de la transición a; o si, estando activa la etapa n-2, se satisface la receptividad de la transición b.



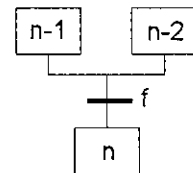
**Divergencia en AND:**

Las etapas  $n+1$  y  $n+2$  pasan al estado activo, si estando activada la etapa  $n$  se satisface la receptividad de la transición  $f$  cuya receptividad es  $d+c$ . Mediante esta estructura lógica se implementa el concepto de concurrencia y sincronismo, de forma que dos o más subprocesos del sistema, representados por las secuencias paralelas, puedan activarse de forma sincronizada; y después esto pueda evolucionar concurrentemente de forma independiente



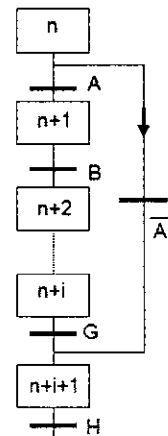
**Convergencia en AND:**

La etapa  $n$  pasa al estado activo, si estando las etapas  $n-1$  y  $n-2$  activadas, se satisface la receptividad  $f$

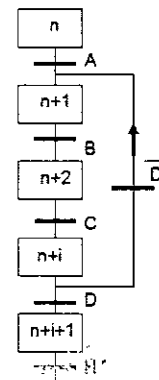


**Salto Condicionales**

(a) **Salto condicional**, se producirá un salto de la etapa  $n$  a la etapa  $n+i+1$ , si la receptividad representada por la variable  $A$  es  $A=0$ . Si  $a=1$  se prosigue  $n, n+1, n+2$ , etc.



(b) **Bucle**, se producirá una repetición de la secuencia de etapas  $n, n+1, n+2, \dots, n+i$ , en forma de bucle, mientras se mantenga el valor de la variable  $D$  en  $D=0$

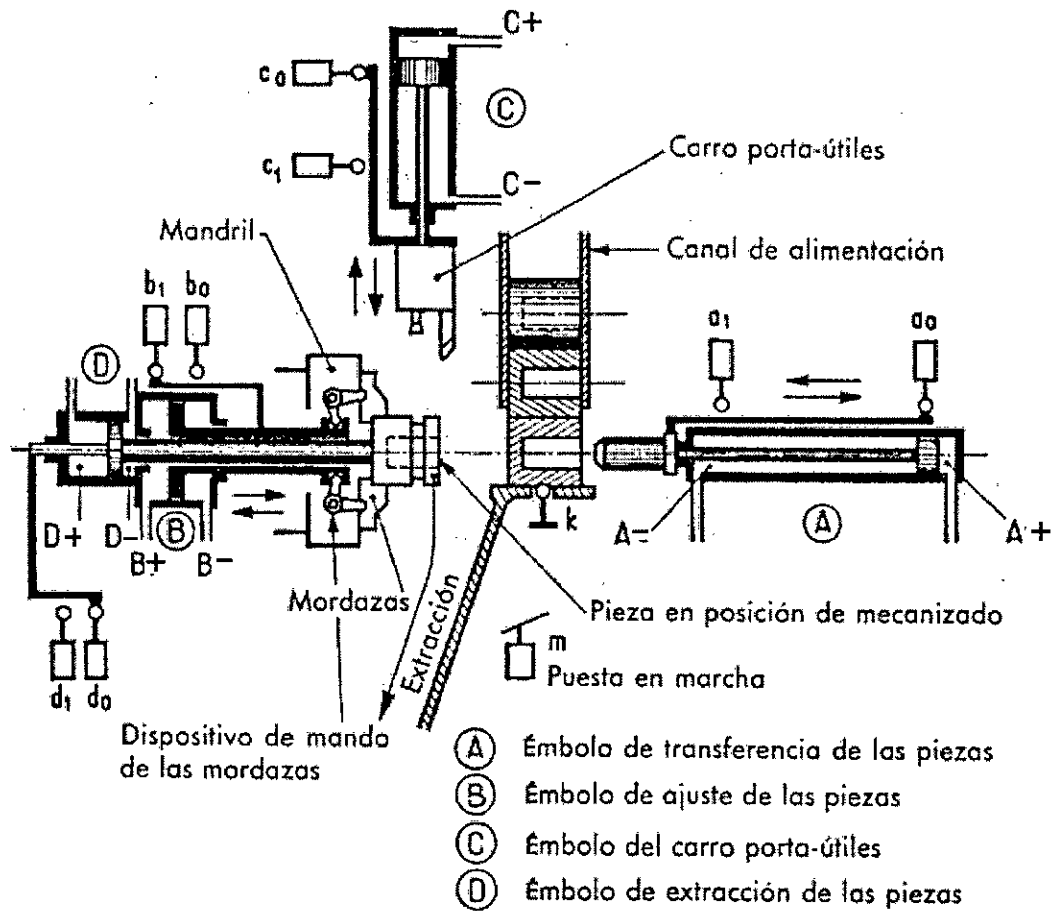


4.2 Torno revolver con secuencia: A+ B- A- C- B+ D+ D- C+

4.2.1 Objetivo

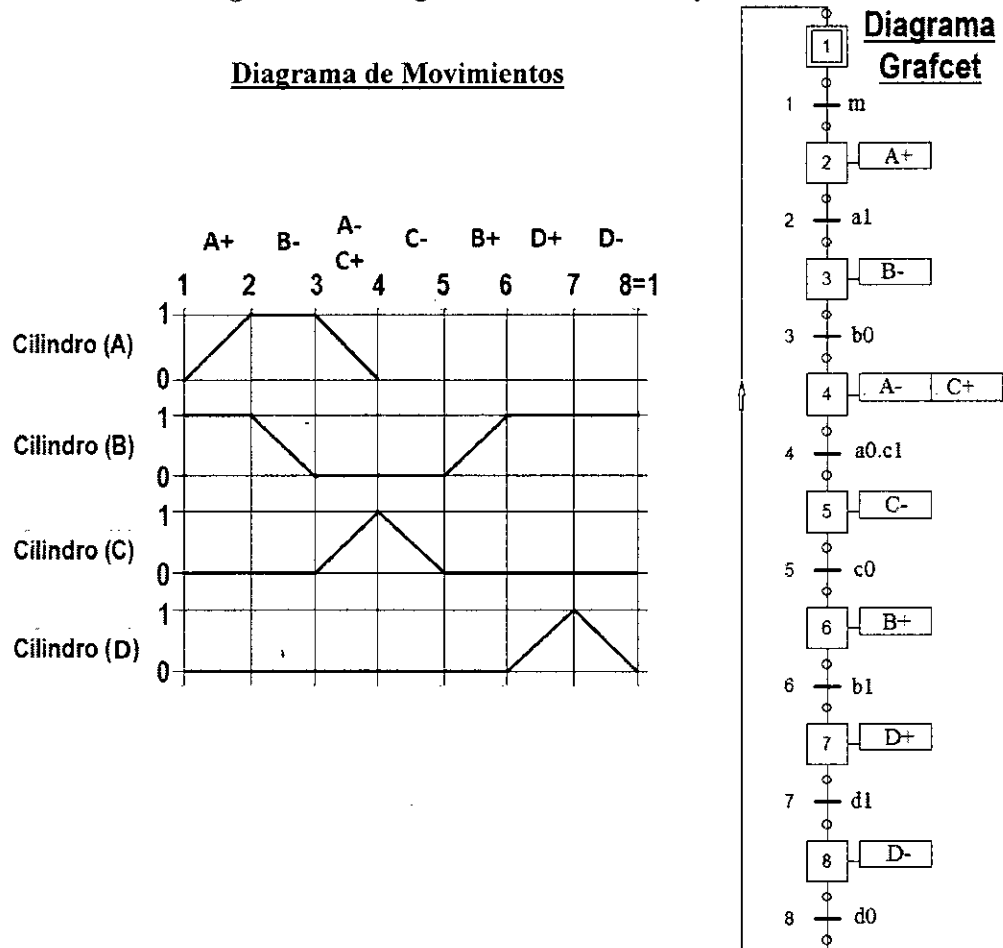
Aprender a realizar el circuito de control neumático de un Torno revolver mediante cuatro cilindros de doble efecto mediante una válvula secuencial de 7 etapas y 4 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con diez válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 4.2.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2.2: Diagrama de Movimientos y Grafcet



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Relación de componentes:

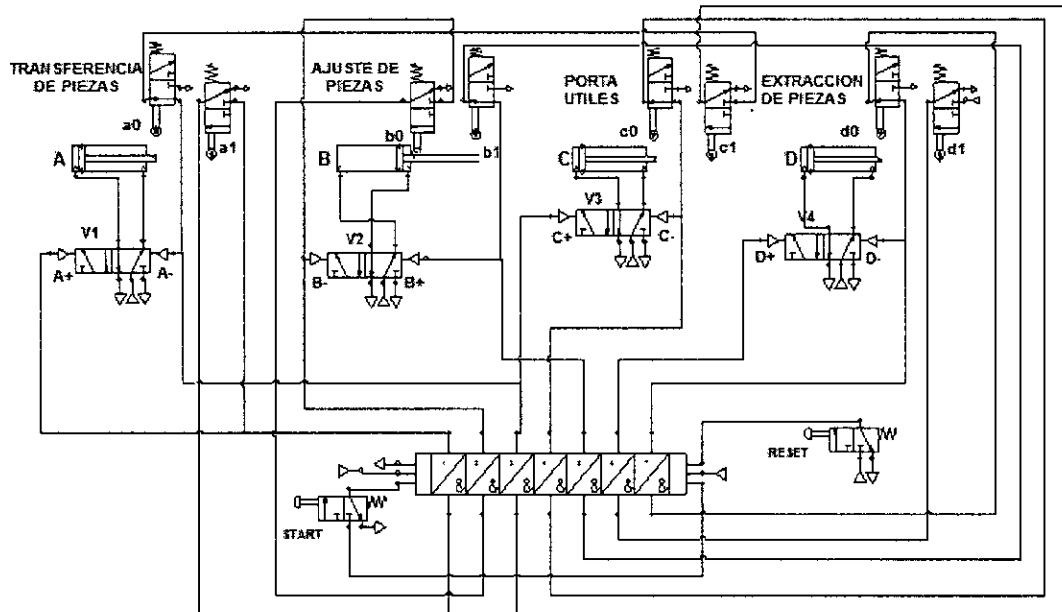
- 4 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula secuencial de 7 etapas
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

#### 4.2.3 Funcionamiento:

- En reposo el vástago B extendido y la válvula secuencial solo tiene su fuente neumática.
- Al pulsar **START** se activa la primera etapa de la válvula secuencial dondê su salida ordena la extensión del cilindro A.

- Al activarse en fin de carrera **a1** la etapa 2 de la válvula secuencial ordena el retorno del cilindro **B** retorna. Al llegar al final de carrera **b0** excita la tercera etapa de la válvula secuencial la que activa el retorno del cilindro **A** y simultáneamente se extiende el cilindro **C**.
- Los fines de carrera **a0** y **c1** ordena la activación de la cuarta etapa de la válvula secuencial y ordena el retorno del cilindro **C**.
- Al activarse el fin de carrera **c0** ordena la activación de la quinta etapa de la válvula secuencial extensión del cilindro **B**. Al término de su recorrido activa al fin de carrera **b1** y excita la sexta etapa de la válvula secuencial quien ordena la extensión del cilindro **D**.
- Cuando el vástago del cilindro **D** se extiende pulsa **d1** y excita la séptima etapa de la válvula secuencial quien ordena el retorno del cilindro **D**.
- Al llegar al final de carrera **d0**, ordena el retorno a su estado de reposo.

**Figura 4.2.3:** Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4 Cuestionario

- 4.2.4.1 Qué ocurre si se no está pulsada en reposo la válvula 3/2 **b1**?
- 4.2.4.2 Cómo se realiza la extensión del cilindro **C**?
- 4.2.4.3 Qué ocurre cuando si no se activa el fin de carrera **d1**?



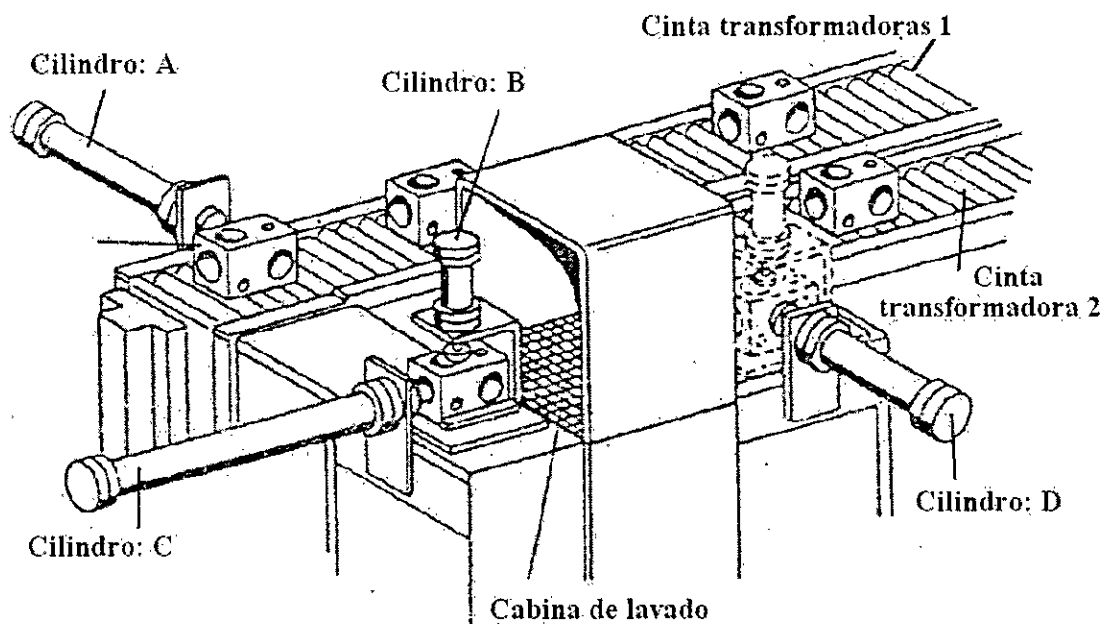
### 4.3 La instalación de Lavado

En la figura 4.3.1 se muestra el proceso de una máquina para las piezas vienen de una estación de fresado y taladrado y deben ser limpiadas. El cilindro **A** empuja la pieza a limpiar desde la cinta transformadora **1** a un plato de lavado. El cilindro **B** sujeta la pieza. Tan pronto la pieza está sujeta, el cilindro **C** transporta la pieza por la cabina del lavado.

Al terminar el proceso de lavado, el cilindro **B** suelta la pieza. El cilindro **D** la empuja sobre la cinta transportadora **2**. El cilindro **C** lleva el plato de lavado a su posición inicial y se puede empezar un nuevo proceso.

La Secuencia del proceso automatizado: A+ A- C+ B- D+ D- C- B+

Figura: 4.3.1 Croquis de situación

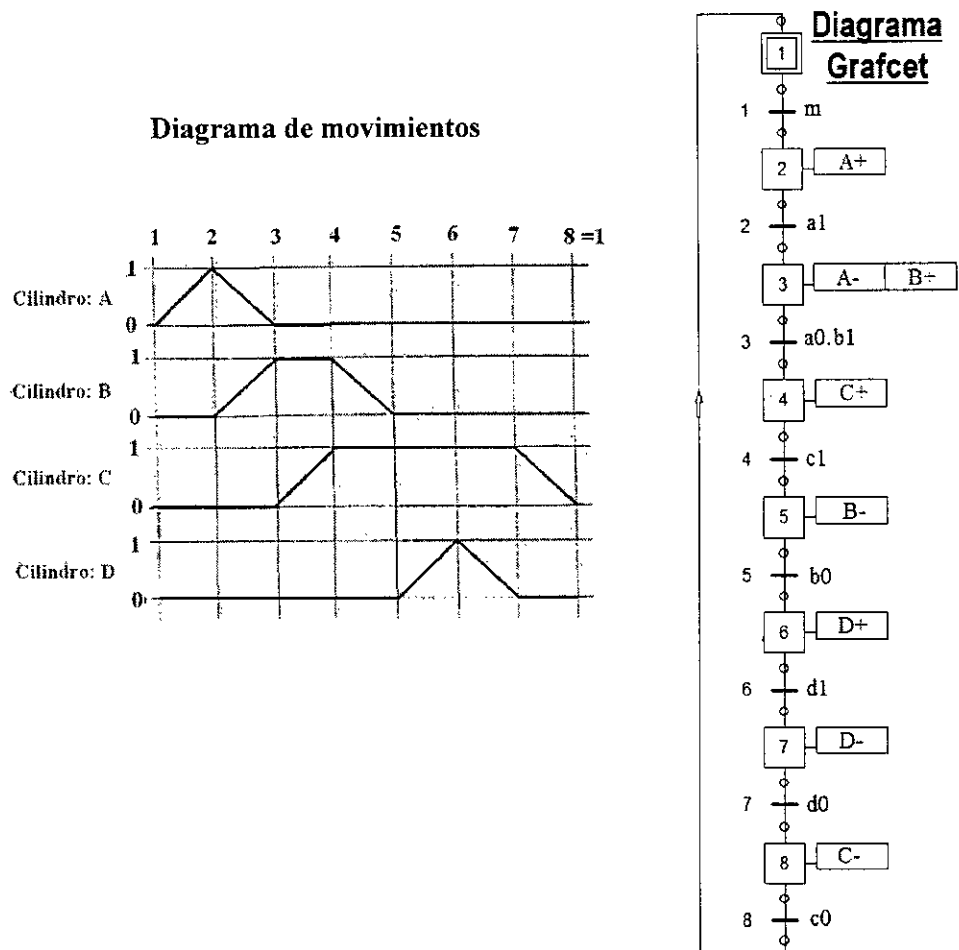


Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1 Objetivo

Aprender a realizar el circuito de control neumático de una instalación de Lavado mediante una válvula secuencial de 7 etapas con cuatro cilindros de doble efecto y 4 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con diez válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura 4.3.2: Diagrama de movimientos y Grafcet



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2 Relación de componentes:

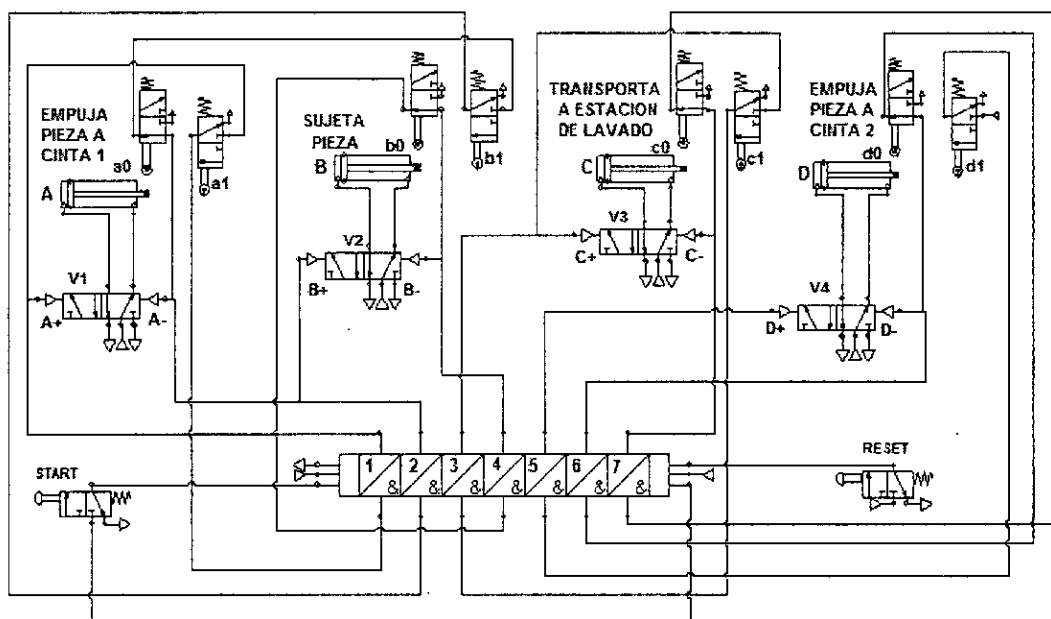
- 4 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula secuencial de 7 etapas
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

#### 4.3.3 Funcionamiento:

- En reposo los 4 vástagos están retraídos y la válvula secuencial tiene su fuente neumática.
- Al pulsar **START** se activa la primera etapa de la válvula secuencial donde su salida ordena la extensión del cilindro A.

- Al activarse en fin de carrera **a1** la etapa 2 de la válvula secuencial ordena el retorno del cilindro **A** y la extensión del cilindro **B** retorna. Se activan los finales de carrera **a0** y **b1** excita la segunda etapa de la válvula secuencial quien activa la extensión del cilindro.
- El fin de carrera **c1** ordena la activación de la tercera etapa de la válvula secuencial y ordena el retorno del cilindro **B**.
- Al activarse el fin de carrera **b0** ordena la activación de la cuarta etapa de la válvula secuencial que ordena la extensión del cilindro **D**. Al término de su recorrido se activa al fin de carrera **d1** y excita la quinta etapa de la válvula secuencial quien ordena el retorno del cilindro **D**.
- Cuando el vástago del cilindro **D** retorna se pulsa **d0** y excita la séptima etapa de la válvula secuencial quien ordena el retorno del cilindro **C**.
- Al llegar al final de carrera **c0**, ordena el retorno a su estado de reposo.

**Figura 4.3.3:** Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4 Cuestionario

- 4.3.4.1 ¿Qué ocurre si se no está pulsada en reposo la válvula 3/2 **a0**?
- 4.3.4.2 ¿Cómo se realiza el retorno del cilindro **B**?
- 4.3.4.3 ¿Cuál es la función de cuarta etapa de la válvula secuencial?

#### 4.4 Taladrado y escariado de piezas para bisagras con secuencia:

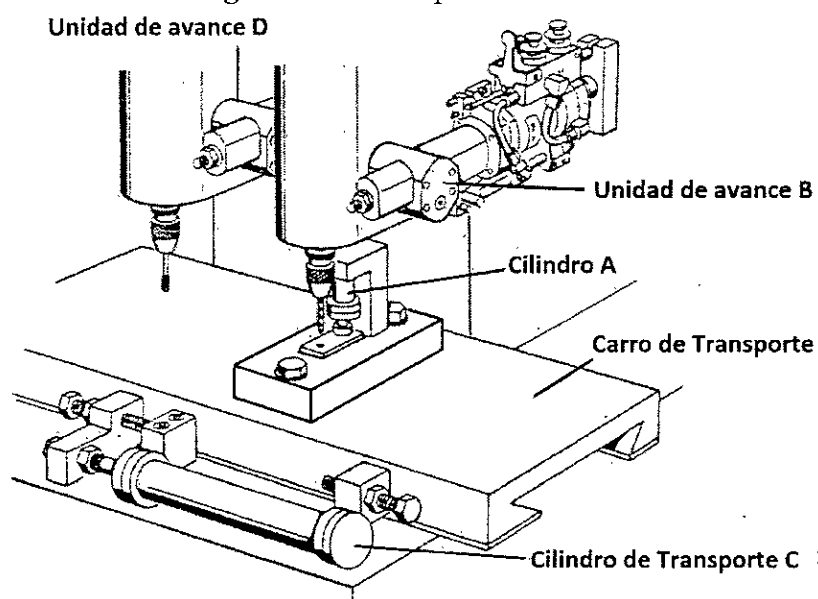
A+B+B- C+D+D-C- A-

Sobre una taladradora en serie han de mecanizarse piezas para bisagras. Las piezas se colocarán a mano en el dispositivo de fijación y al accionarse el pulsador Marcha “m” quedará sujeta por el cilindro A. La unidad de avance B efectuará un taladro en la pieza. Cuando la unidad de avance B haya vuelto a la posición final trasera, el cilindro de transporte C llevará al carro de transporte junto con el dispositivo de fijación hacia la estación escariadora. La segunda unidad de avance D escariará el taladro. Cuando la unidad de avance D vuelva a estar en la posición final trasera, retrocederá el carro de transporte C. Acto seguido abrirá el cilindro A la sujeción.

##### 4.4.1 Objetivo

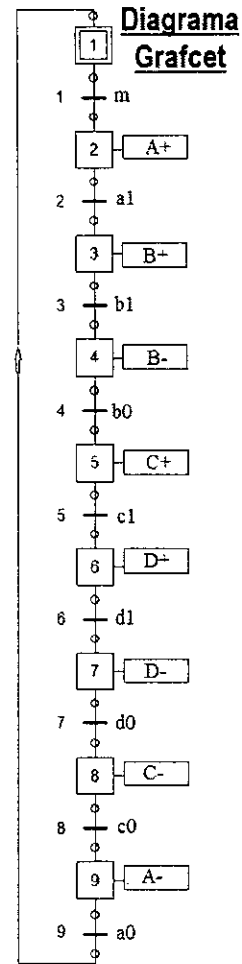
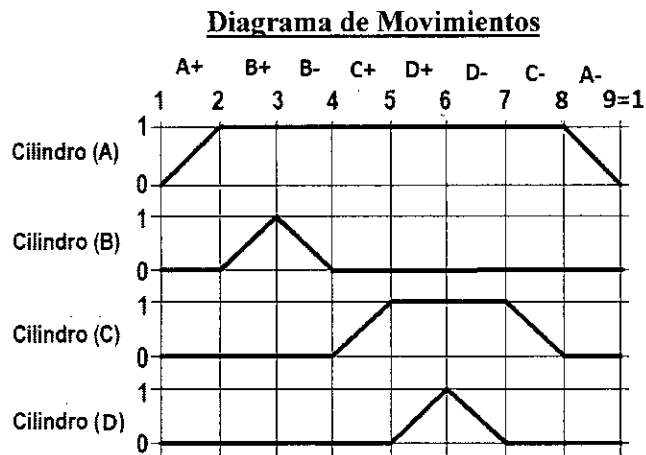
Aprender a realizar el circuito de control neumático de una máquina herramienta de Taladrado y escariado de piezas para bisagras mediante cuatro cilindros de doble efecto mediante una válvula secuencial de 7 etapas y 4 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con diez válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 4.4.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4.2: Diagrama de Movimientos y Grafcet



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 Relación de componentes:

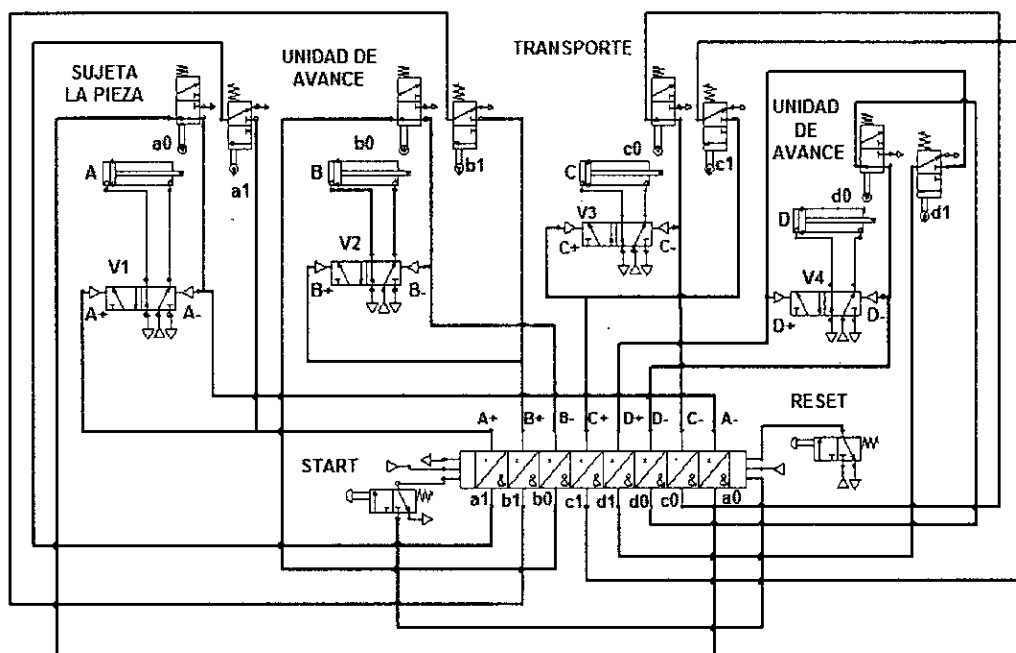
- 4 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula secuencial de 8 etapas
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

#### 4.4.3 Funcionamiento:

- En reposo los 4 vástagos están retraídos y la válvula secuencial tiene su fuente neumática.
- Al pulsar **m** se activa la primera etapa de la válvula secuencial donde su salida ordena la extensión del cilindro **A**.

- Al activarse en fin de carrera **a1** la etapa 2 de la válvula secuencial ordena la extensión del cilindro **B**. Al llegar al final de carrera **b1** excita la tercera etapa de la válvula secuencial la que activa el retorno del cilindro **B**.
- Al activarse en fin de carrera **b0** la etapa 4 de la válvula secuencial ordena la extensión del cilindro **C**. Al llegar al final de carrera **c1** excita la quinta etapa de la válvula secuencial la que activa la extensión del cilindro **D**.
- El fin de carrera **d1** ordena la activación de la sexta etapa de la válvula secuencial y ordena el retorno del cilindro **D**.
- Al activarse el fin de carrera **d0** ordena la activación de la séptima etapa de la válvula secuencial la que activa el retorno del cilindro **C**. Al término de su recorrido activa al fin de carrera **c0** y excita la octava etapa de la válvula secuencial la que ordena el retorno del cilindro **A**.
- Al llegar al final de carrera **a0** y todo retorna a su estado de reposo.

Figura 4.4.3: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4 Cuestionario

- 4.4.4.1 Qué ocurre si se no está pulsada en reposo la válvula 3/2 **b0**?
- 4.4.4.2 Como se realiza la extensión del cilindro **D**?
- 4.4.4.3 Qué ocurre cuando si no se activa el fin de carrera **b1**?

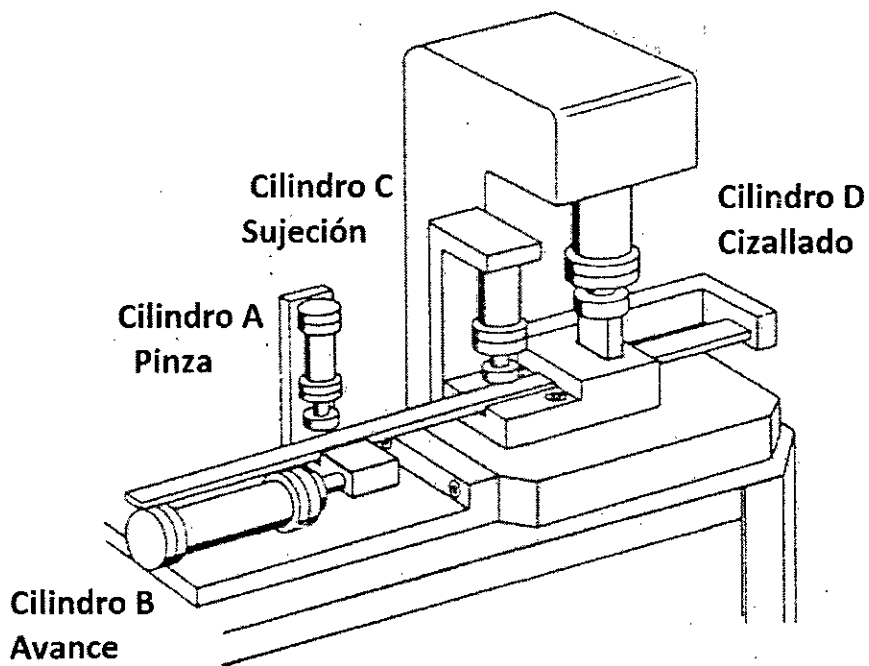
## 4.5 Dispositivo para cizallar

El proceso de cizallar ha de cortarse material en barras. La alimentación tendrá lugar por el cilindro neumático B, el cual moverá en la carrera de ida la pinza neumática A previamente cerrada. Una vez introducido el material contra un tope fijo, queda sujetado por el cilindro de sujeción C.

Luego el cilindro A puede abrir y el cilindro B regresar. Después del cizallado del material por el cilindro D, afloja el cilindro de sujeción C y un nuevo ciclo puede comenzar.

La Secuencia del proceso  
automatizado:            A+    B+    C+    A-    B-    C-

Figura: 4.5.1 Cróquis de situación

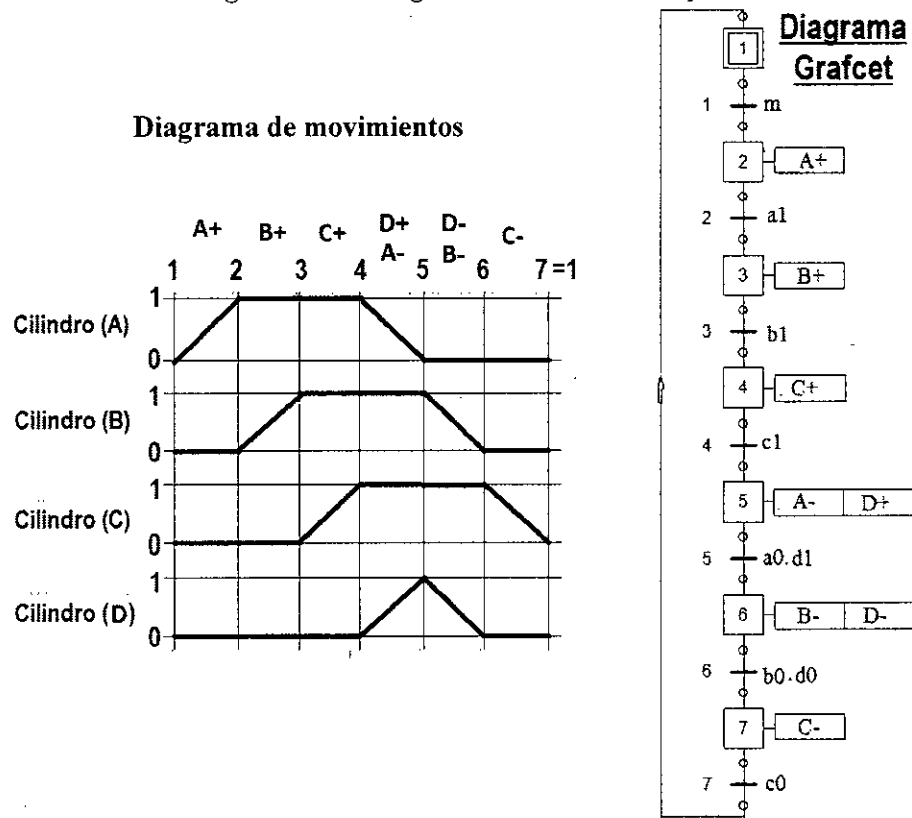


Fuente: Elaboración propia

### 4.5.1 Objetivo

Aprender a realizar el circuito de control neumático de un Dispositivo para cizallar, mediante una válvula secuencial de 6 etapas con cuatro cilindros de doble efecto y 4 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con ocho válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura 4.5.2: Diagrama de movimientos y Grafcet



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.2 Relación de componentes:

- 4 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula secuencial de 6 etapas
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

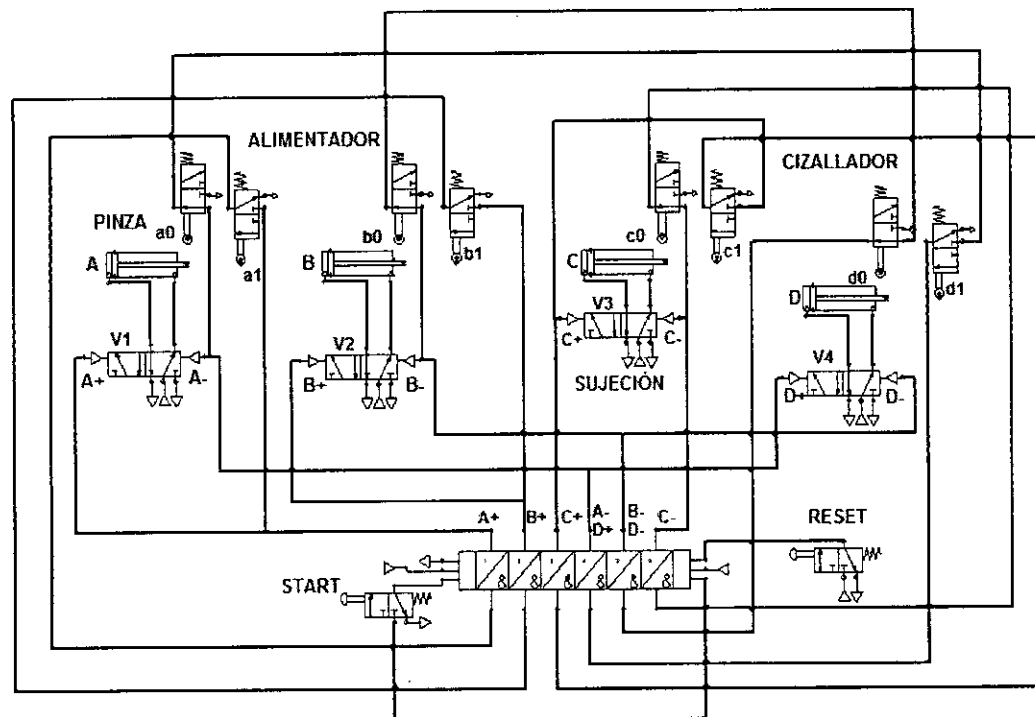
#### 4.5.3 Funcionamiento:

- En reposo los 4 vástagos están retraídos y la válvula secuencial tiene su fuente neumática.
- Al pulsar **m** se activa la primera etapa de la válvula secuencial donde su salida ordena la extensión del cilindro **A**.
- Al activarse en fin de carrera **a1** se excita la segunda etapa de la válvula secuencial que ordena la extensión del cilindro **B**.



- Al pulsarse el final de carrera **b1** se excita la tercera etapa de la válvula secuencial la que ordena la extensión del cilindro **C**.
- El fin de carrera **c1** activa la cuarta etapa de la válvula secuencial que ordena la extensión del cilindro **D** y el retorno del **A**.
- Al activarse los fines de carrera **a0** y **d1** activan la quinta etapa de la válvula secuencial que ordena el retorno de los cilindros **D** y **B**. Al término de sus recorridos respectivos se activan los fines de carrera **d0** y **b0**, los cuales activan la sexta etapa de la válvula secuencial quien ordena el retorno del cilindro **C**.
- Al llegar al final de carrera **c0**, ordena el retorno a su estado de reposo.

**Figura 4.5.3:** Esquema de instalación neumática



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5.4 Cuestionario

- 4.5.4.1 Como se realiza el retorno del cilindro **C**?
- 4.5.4.2Cuál es la función de la quinta etapa de la válvula secuencial?
- 4.5.4.3 Qué ocurre cuando si no se activa el fin de carrera **d1**?

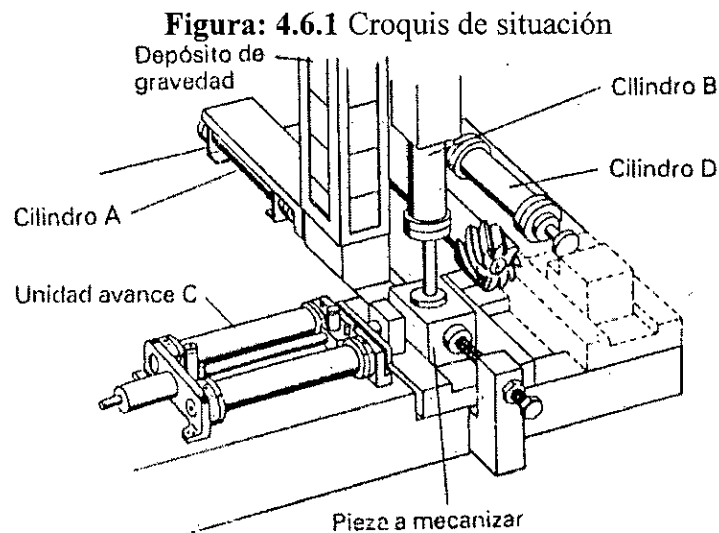
## 4.6 Automatización de una Fresadora

En la automatización de una fresadora para mecanizar una pieza. Las piezas están ubicadas en un depósito como muestra la figura de situación. Al accionarse el pulsador Marcha "m", la alimentación de la pieza se realiza mediante la extensión del cilindro A y su fijación por medio de la extensión cilindro B, al término de su trayectoria su final de carrera, ordena el retorno del cilindro A. La pieza a fresar se inicia el traslado de la pieza mediante el avance del cilindro de transporte C y al término de su trayectoria se inicia el retorno del cilindro B. Se inicia el fresado mediante la extensión del cilindro D, donde permanece extendido por un tiempo determinado por el timer on delay TON1, transcurrido el tiempo programado el cilindro D retorna y activa su final carrera y activa el retorno del carro de transporte cilindro C.

La Secuencia del proceso automatizado: A+B+ A- C+ B- D+TON1 D- C-

### 4.6.1 Objetivo

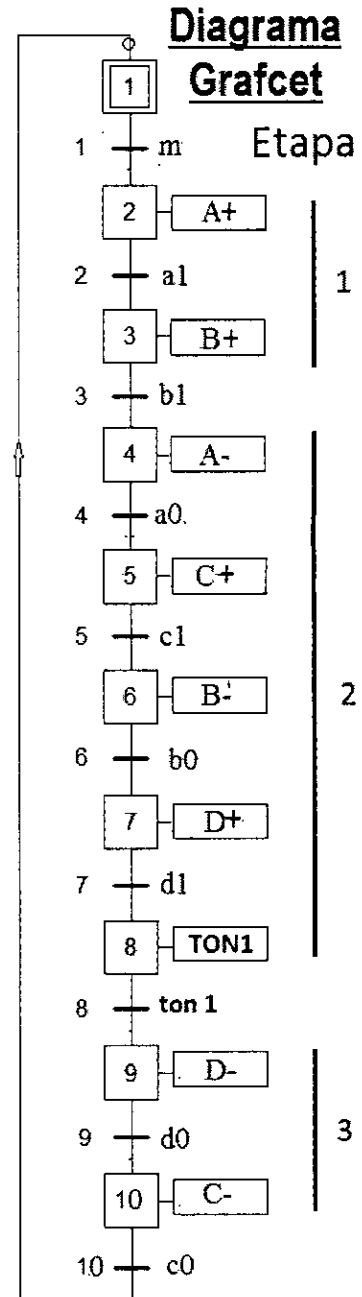
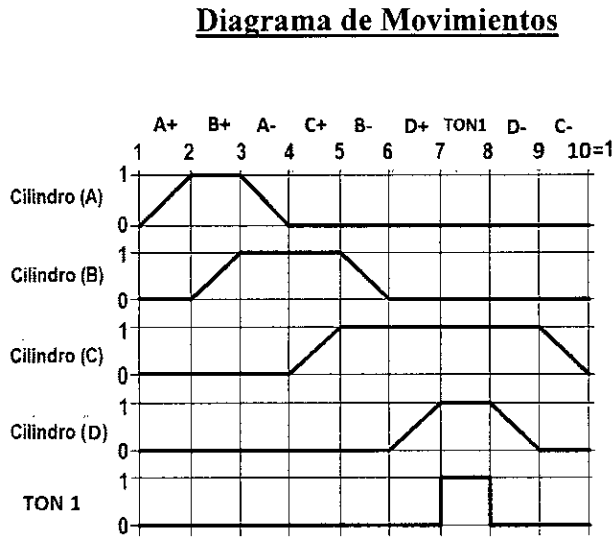
Aprender a realizar el circuito de control neumático de una herramienta útil de fresado que trabaja piezas mediante cuatro cilindros de doble efecto mediante, una válvula secuencial de 3 etapas, 4 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático y formando un ciclo automático con diez válvulas 3/2 NC (8 actuadas por los vástagos, 1 start, 1 reset)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6.2:

Diagrama de Movimientos y Grafcet



Fuente: Elaboración propia

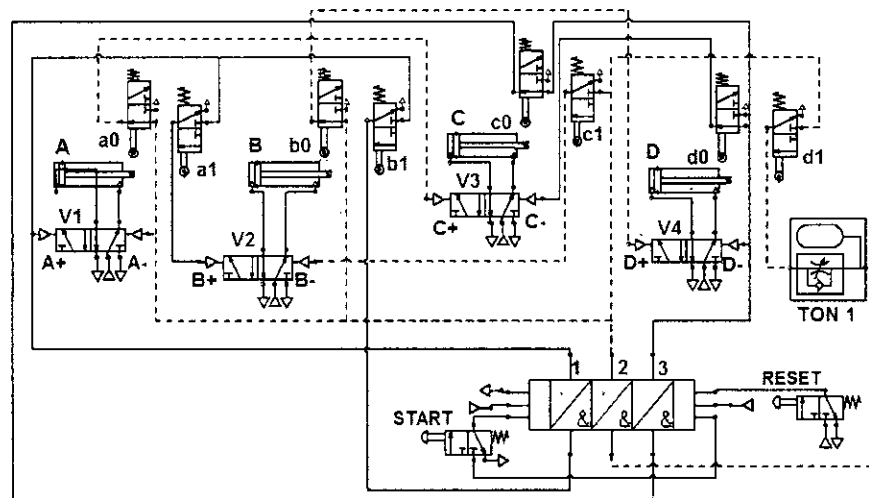
**4.6.2 Relación de componentes:**

- 4 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula secuencial de 3 etapas
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

### 4.6.3 Funcionamiento:

- En reposo los 4 vástagos están retraídos.
- Al pulsar **m** se activa la **primera etapa** de la válvula secuencial donde su salida ordena la extensión del cilindro **A**.
- El fin de carrera **a1** ordena la extensión del cilindro **B**. Al llegar al final de carrera **b1** excita a la etapa 2 de la válvula secuencial la que activa el retorno del cilindro **A**.
- En fin de carrera **a0** ordena la extensión del cilindro **C**. Al llegar al final de carrera **c1** activa el retorno del cilindro **B**, el fin de carrera **b0** ordena la extensión del cilindro **D**.
- El fin de carrera **d1** activa al time on delay **TON1**, transcurrido el tiempo programado se excita la tercera etapa de la válvula secuencial la que ordena el retorno del cilindro **D**. Al término de su recorrido activa al fin de carrera **d0** es quien ordena el retorno del cilindro **C**.
- Al llegar al final de carrera **c0** y todo retorna a su estado de reposo.

Figura 4.6.3: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 4.6.4 Cuestionario

- 4.6.4.1 Qué ocurre si se no está pulsada en reposo la válvula 3/2 **d0**?
- 4.6.4.2 Cómo se realiza la extensión del cilindro **B**?
- 4.6.4.3 Qué ocurre cuando si no se activa el fin de carrera **c1**?

## CAPÍTULO V

### CIRCUITOS NEUMÁTICOS DE APLICACIÓN INDUSTRIAL

#### 5.1. Útil de perforación de seis agujeros

Un útil de perforación que permita la realización de seis agujeros en una pieza indicada por el croquis de la figura adjunta, con ayuda de dos unidades de perforación que funcionan simultáneamente en oposición.

El útil de perforación tiene 6 cilindros: **A, B, C, D, E, F**

1. **A** asegura la extracción de la pieza del canal.
2. **B** asegura la presentación de la pieza delante del porta – pieza
3. **C** asegura el ajuste de la pieza
4. **D** asegura la realización de dos agujeros opuestos
5. **E** asegura la rotación de la porta – pieza
6. **F** asegura la evacuación de la pieza

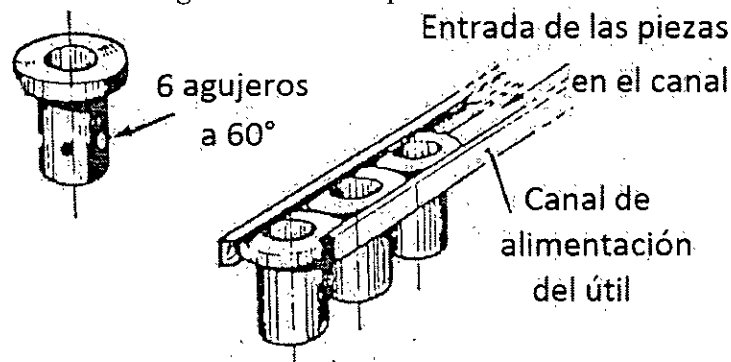
La Secuencia del proceso automatizado:

**A- B+C+ B- A+ D+ D- E+ E- D+D- C- F+ F-**

##### 5.1.1 Objetivo

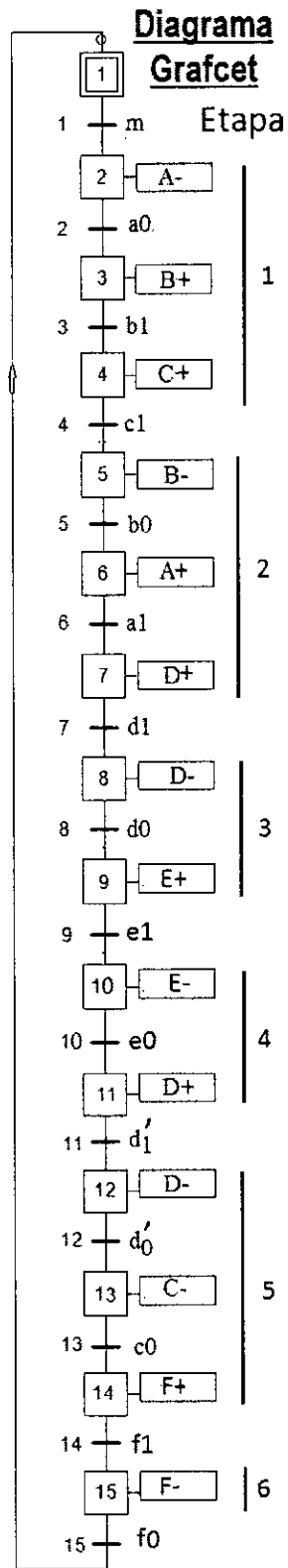
Construir el circuito de control neumático de un útil de perforación que permita la realización de seis agujeros en una pieza mediante seis cilindros de doble efecto mediante una válvula secuencial de 6 etapas y 6 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con catorce válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

**Figura: 5.1.1** Cróquis de situación



**Fuente:** Elaboración propia

Figura 5.1.1: Diagrama Grafcet



Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2 Relación de componentes:

6 Cilindro de doble efecto.

1 Válvula secuencial de 6 etapas

6 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.

14 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

### 5.1.3 Funcionamiento:

- En reposo el vástago **A** esta.
- Al pulsar **START** activa la **primera etapa** de la válvula secuencial la que excita el retorno del cilindro **A**, al término de su retorno el fin de carrera **a0** ordena la extensión del cilindro **B**. El final de carrera **b0** excita la extiende el cilindro **C**.
- Al activarse el fin de carrera **c1** desactiva la **primera etapa** de la válvula secuencial y se activa la **segunda etapa** de la válvula secuencial, con lo cual retorna el cilindro **B**. Al término de su recorrido activa al fin de carrera **b0** y excita la extensión del cilindro **A**, el final de carrera **a1** excita extensión del cilindro **D**.
- Al activarse el fin de carrera **d1** desactiva la **segunda etapa** de la válvula secuencial y se activa la **tercera etapa** de la válvula secuencial, con lo cual el retorno del cilindro **D**. Al término de su recorrido activa al fin de carrera **d0** y excita la extensión del cilindro **E**.
- Al término de la extensión del cilindro **E** el fin de carrera **e1** desactiva la **tercera etapa** de la válvula secuencial y se activa la **cuarta etapa** de la válvula secuencial, con lo cual el retorna el cilindro **E** y el fin de carrera **e0** excita la extensión del cilindro **D** por segunda vez.
- El fin de carrera **d1'** desactiva la **cuarta etapa** de la válvula secuencial y se activa la **quinta etapa** de la válvula secuencial, con lo cual el retorno del cilindro **D**. Al término de su segundo recorrido activa al fin de carrera **d0'** y excita el retorno del cilindro **C** y el fin de carrera **c0** excita la extensión del cilindro **F**.





## 5.2. Automatización en un puesto de Taladro

Control de un puesto de Taladro que permita la realización de agujeros en una pieza indicada por el croquis de la figura adjunta.

El útil de perforación tiene 5 cilindros y un motor neumático:

- A: Alimentación de la pieza
- B: Traslado de la pieza a taladra
- S: Fijación de la pieza
- P: Bajada del motor del taladro
- E: Extracción de la pieza
- M: Motor del taladro

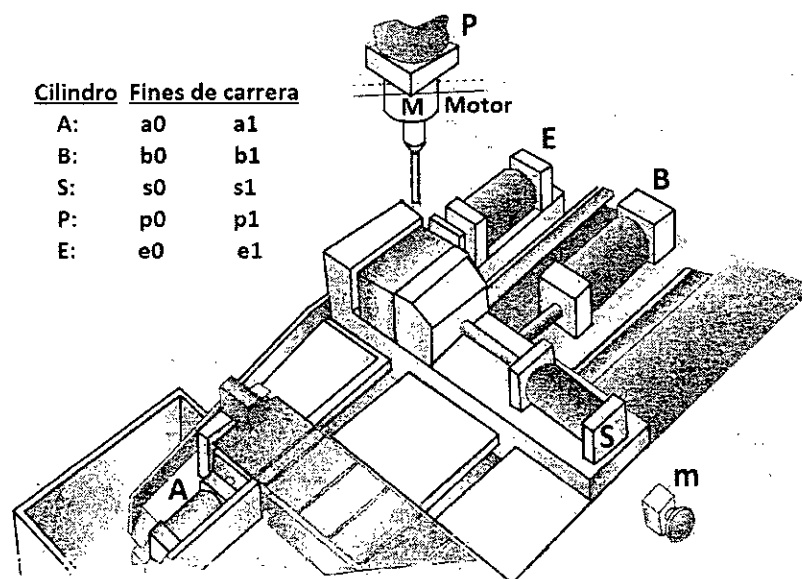
La Secuencia del proceso automatizado:

$$\begin{array}{cccc|ccc|ccc|ccc}
 \text{B+} & \text{A+} & \text{S+} & \text{A-} & \text{M+} & \text{M-} & \text{B+} & \text{S-} & \text{E+} & \text{E-} & \text{B-} \\
 & & & \text{B-} & \text{P+} & \text{P-} & & & & & 
 \end{array}$$

### 5.2.1 Objetivo

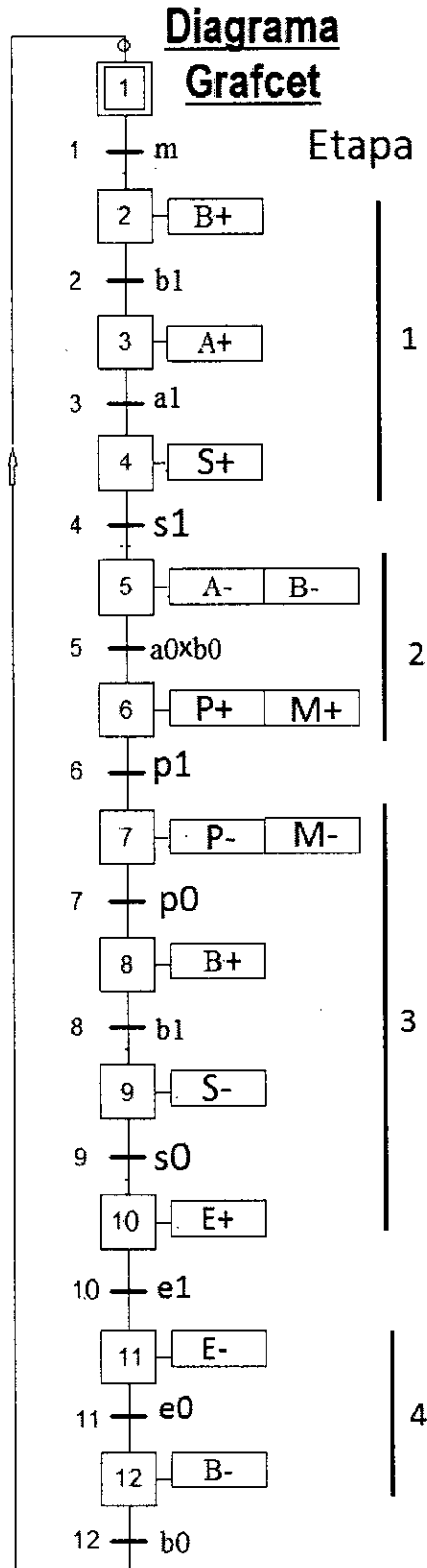
Automatizar el circuito de control neumático de un puesto de taladrado que permita la realización de en una pieza mediante cinco cilindros de doble efecto y un motor mediante una válvula secuencial de 4 etapas y 5 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con diez válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 5.2.1 Croquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.2.2: Diagrama Grafcet



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2 Relación de componentes:

5 Cilindro de doble efecto.

1 Válvula secuencial de 6 etapas

5 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.

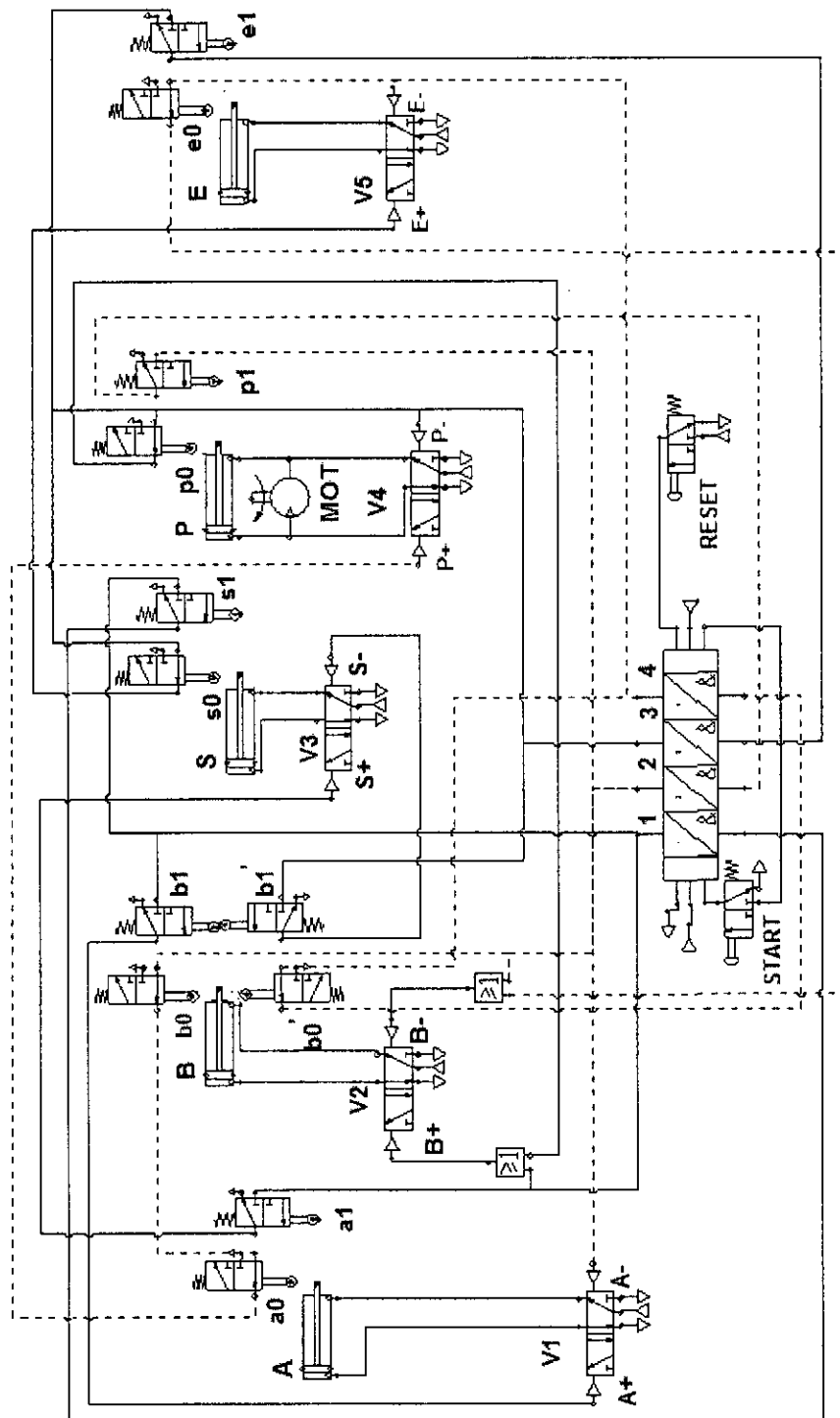
14 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.

2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

### 5.2.3 Funcionamiento:

- En reposo el vástago **A** esta extendido y la válvula secuencial solo tiene su fuente neumática.
- Al pulsar **START** activa la **primera etapa** de la válvula secuencial la que excita la extensión del cilindro **B**. Al llegar al final de carrera **b1** excita la extensión del cilindro **A**. Al llegar al final de carrera **a1** excita la extensión del cilindro **S**.
- Al activarse el fin de carrera **s1** desactiva la **primera etapa** de la válvula secuencial y se activa la **segunda etapa** de la válvula secuencial, con lo cual retornan los cilindros **A** y **B** simultáneamente. Al término de sus recorridos se activan los fines de carrera **a0** y **b0** se excitan la extensión del cilindro **P** y simultáneamente el motor **M** gira.
- Al activarse el fin de carrera **p1** desactiva la **segunda etapa** de la válvula secuencial y se activa la **tercera etapa** de la válvula secuencial, con lo cual el retorno del cilindro **P** y se detiene el motor **M**. Al término de su recorrido activa al fin de carrera **p0** y excita por segunda vez la extensión del cilindro **B**. Al llegar al final de carrera **b1'** excita el retorno del cilindro **S**. El final de carrera **s0** excita la extensión del cilindro **E**.
- Al término de la extensión del cilindro **E** el fin de carrera **e1** desactiva la **tercera etapa** de la válvula secuencial y se activa la **cuarta etapa** de la válvula secuencial, con lo cual el retorna el cilindro **E** y el fin de carrera **e0** excita el retorno del cilindro **B**.
- Al llegar al final de carrera **b0'** desactiva la **cuarta etapa** y se retorna al estado de reposo.

Figura 5.2.3: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.4 Cuestionario

- 5.2.4.1 Qué ocurre si se no está pulsada en reposo la válvula 3/2 e1?
- 5.2.4.2 Cómo se realiza la segunda extensión del cilindro B?

### 5.3. Automatización de tornillo con una junta tórica

Control de un puesto que permita la realización de unir un tornillo con su junta tórica mostrado en el croquis de la figura adjunta.

Se tiene 4 cilindros y una tobera de soplado neumático:

- A: Asoma molde para recibir junta tórica
- B: Alimentación de tornillo en molde para la unir
- C: Por presión une las dos piezas tornillo con junta tórica
- D: Extracción del molde de las piezas acopladas
- E: Tobera de soplado

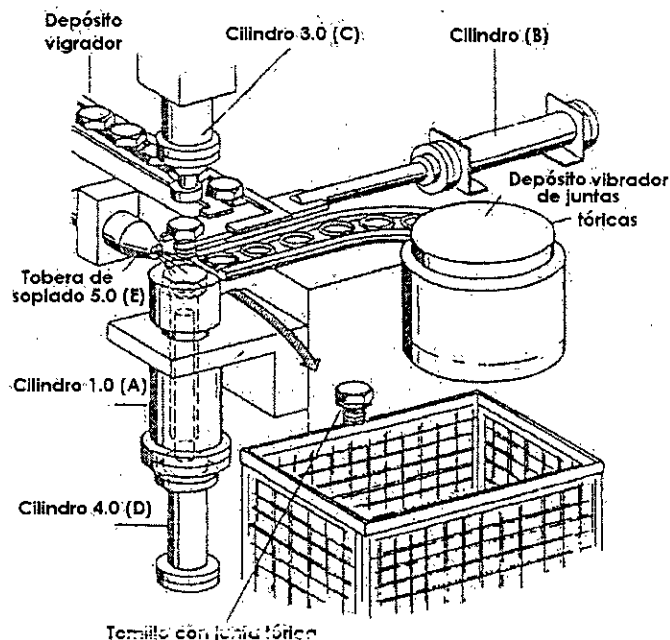
La Secuencia del proceso:

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

#### 5.3.1 Objetivo .

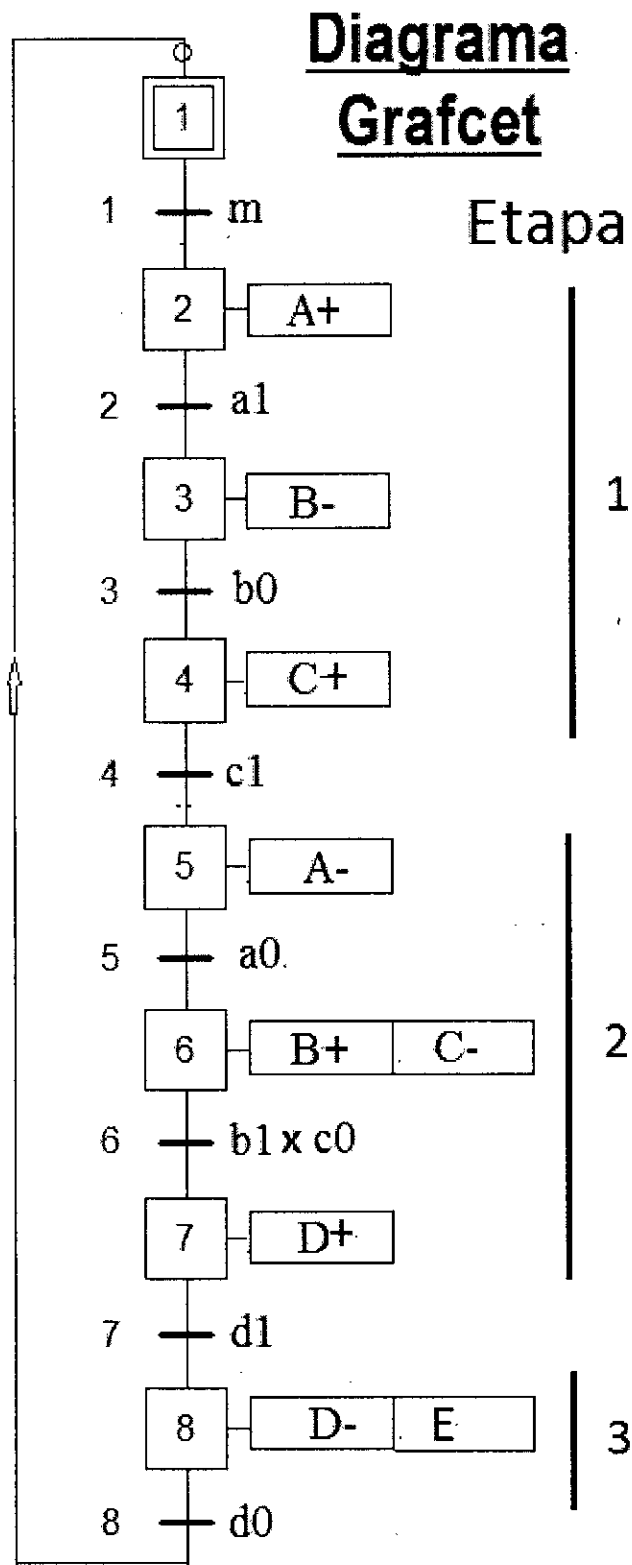
Automatizar el circuito de control neumático de un puesto de permita la unión de dos piezas mediante cuatro cilindros de doble efecto y una tobera de soplado una válvula secuencial de 4 etapas y 4 válvulas 4/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con ocho válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura: 5.3.1 Cróquis de situación



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3.2: Diagrama Grafcet



Fuente: Elaboración propia

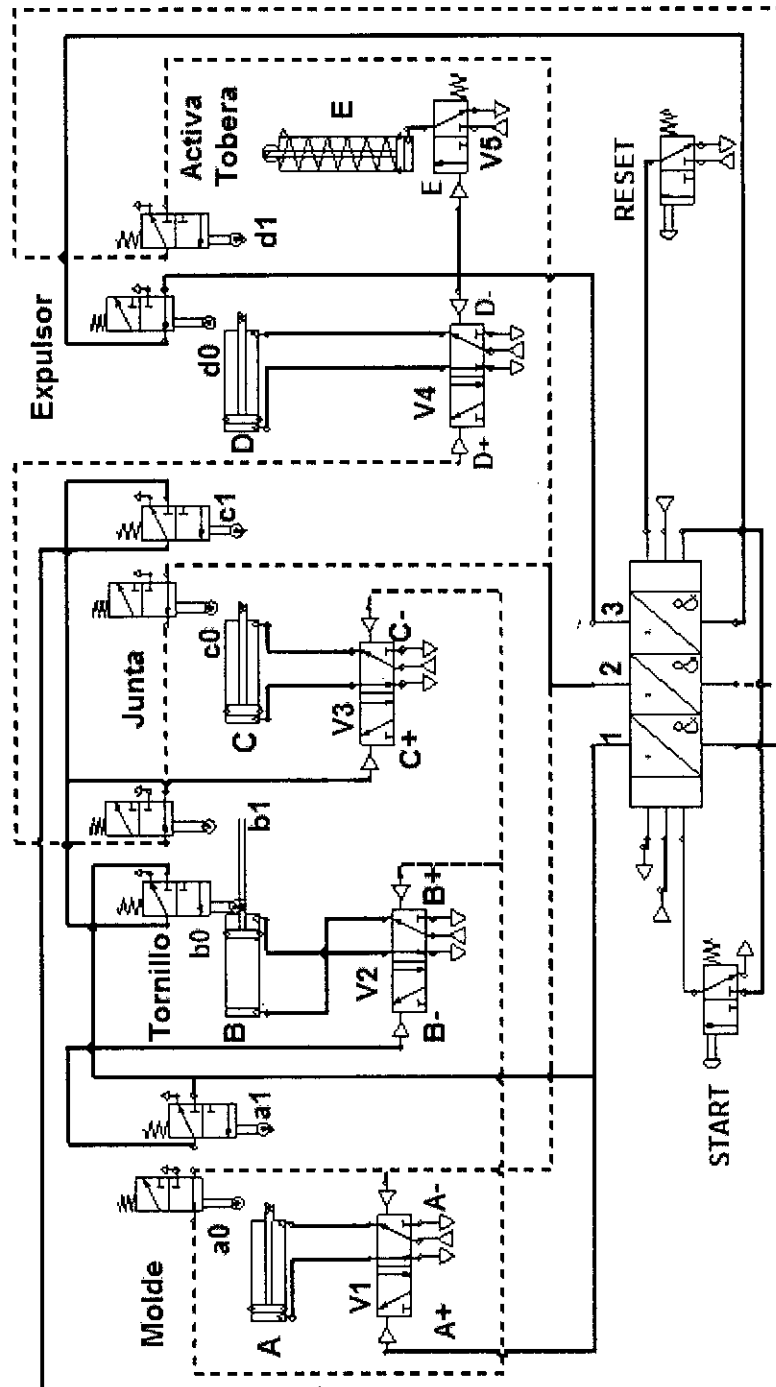
### 5.3.2 Relación de componentes:

- 4 Cilindro de doble efecto.
- 1 Cilindro de simple efector retorno por resorte
- 1 Válvula secuencial de 3 etapas
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 1 Válvula 3/2, biestable. Accionamiento neumático y retorno por resorte
- 8 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.

### 5.3.3 Funcionamiento:

- En reposo el vástago **B** está extendido y la válvula secuencial solo tiene su fuente neumática.
- Al pulsar **START** activa la **primera etapa** de la válvula secuencial la que excita la extensión del cilindro **A**. Al llegar al final de carrera **a1** excita el retorno del cilindro **B**. Al llegar al final de carrera **b0** excita la extensión del cilindro **C**.
- Al activarse el fin de carrera **c1** desactiva la **primera etapa** de la válvula secuencial y se activa la **segunda etapa** de la válvula secuencial, con lo cual retorna el cilindro **A**. Al término de su recorrido se activa el fin de carrera **a0** y se excitan simultáneamente la extensión del cilindro **B** y el retorno del cilindro **C**. Al activarse los fines de carrera **b1** y **c0** ordenan la extensión del cilindro **D**.
- Al término de la extensión del cilindro **D** el fin de carrera **d1** desactiva la **segunda etapa** de la válvula secuencial y se activa la **tercera etapa** de la válvula secuencial, con lo cual el retorna el cilindro **D** y se extiende el cilindro **E**,
- Al término del retorno del cilindro **D** el fin de carrera **d0** desactiva la **tercera etapa** de la válvula secuencial y se retorna al estado de reposo.

Figura 5.3.3: Esquema de instalación neumática



Fuente: Elaboración propia

### 5.3.4 Cuestionario

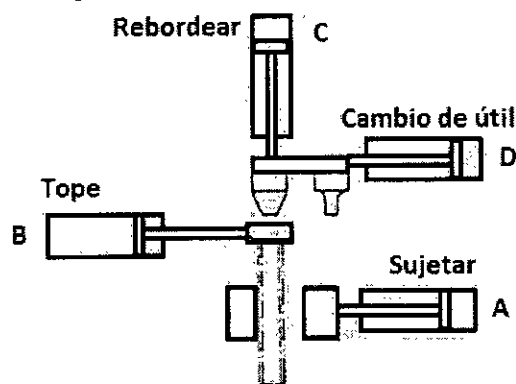
- 5.3.4.1 Qué ocurre si se no está pulsada en reposo la válvula 3/2 b1?
- 5.3.4.2 Cómo se realiza la extensión del cilindro B y el retorno del cilindro C?



#### 5.4. Automatización de rebordeado en tubos

Control de un dispositivo de rebordeado ha de trabajarse en dos etapas el extremo de un tubo, para lo que son necesarios las siguientes fases de trabajo. El tubo es empujado con la mano contra un tope saliente. Tras la señal de marcha se realiza la sujeción del tubo, retrocediendo el tope acto seguido. A continuación el cilindro rebordeador sale para pre-rebordeado y automáticamente es invertida la marcha y retrocede. Después tiene lugar el cambio de útil y el cilindro rebordeador C sale por segunda vez. Con el retroceso último del cilindro rebordeador, éste provoca el retroceso del cilindro de sujeción y del cilindro cambiador de útil.

Figura: 5.4.1 Cróquis de situación



Fuente: Elaboración propia

El útil de perforación tiene 4 cilindros y un motor neumático: A, B, C, D

A: Sujeta la pieza

B: Tope

C: Rebordear

D: Cambio de útil

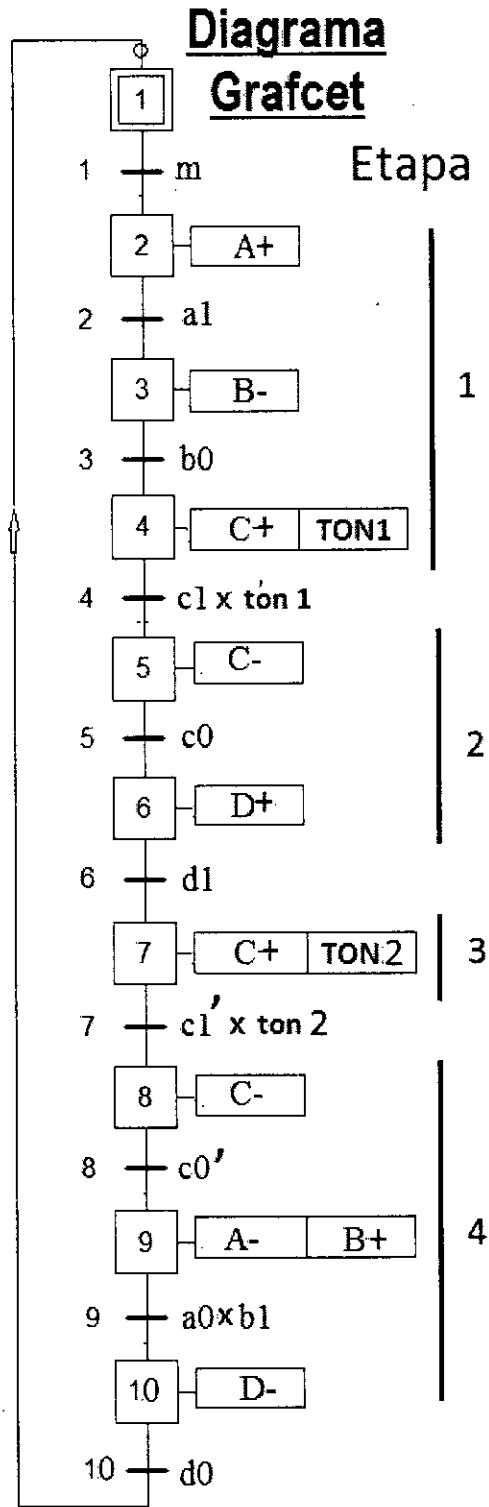
La Secuencia del proceso automatizado:

A+	B-	TON	C	D+	TON	C-	B+	D-
		1	-		2			
		C+			C+		A-	

##### 5.4.1 Objetivo

Automatizar el circuito de control neumático de un dispositivo de rebordeado de tubos que permita la realización de en una pieza mediante cuatro cilindros de doble efecto y mediante una válvula secuencial de 4 etapas y 4 válvulas 1/2 biestable con accionamiento neumático, formando un ciclo automático con diez válvulas 3/2 NC actuadas por los vástagos.

Figura 5.4.2: Diagrama Grafcet



Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.2 Relación de componentes:

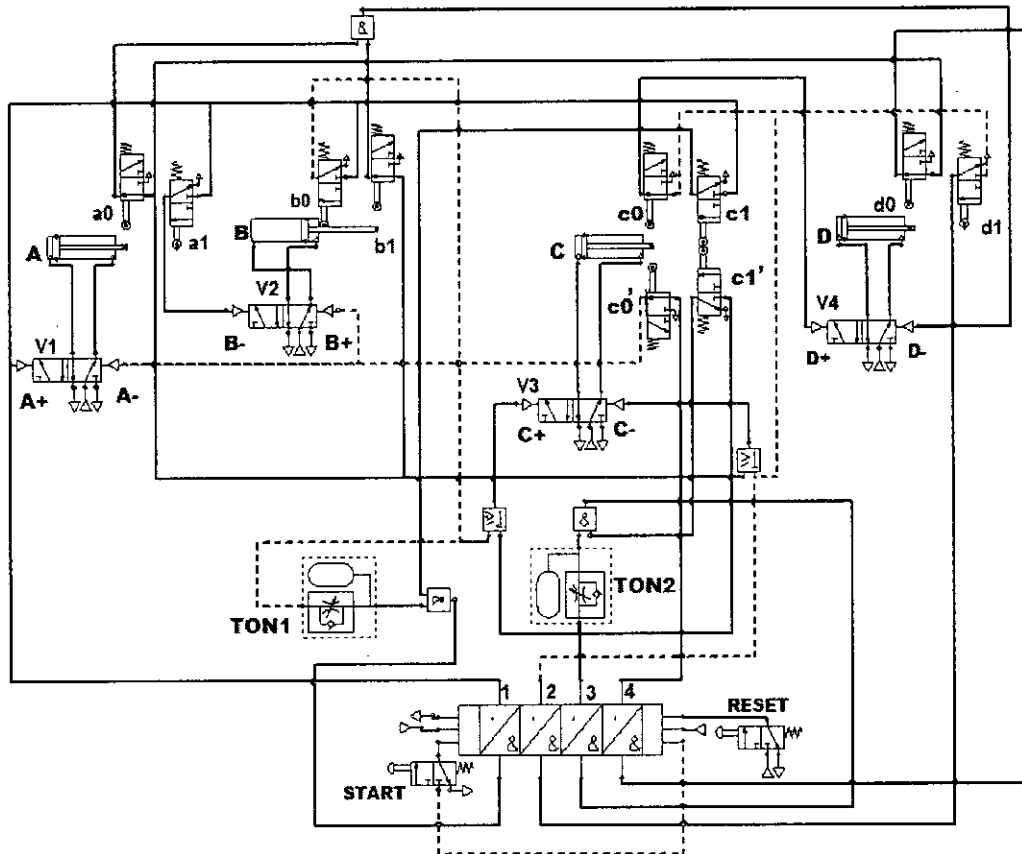
- 4 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula secuencial de 4 etapas
- 4 Válvula 4/2, biestable. Accionamiento neumático.
- 10 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por rodillo.
- 2 Válvula 3/2, NC. Accionamiento por pulsador.
- 2 Válvula neumática Temporizadas TON
- 2 Válvula operador neumática OR
- 1 Válvula operador neumática AND

#### 5.4.3 Funcionamiento:

- En reposo el vástago **B** está extendido.
- Al pulsar **START** activa la **primera etapa** de la válvula secuencial la que excita la extensión del cilindro **A**. Al llegar al final de carrera **a1** excita el retorno del cilindro **B**. Al estimular el final de carrera **b0** excita simultáneamente la extensión del cilindro **C** y la válvula temporizada timer on delay **TON1**.
- Transcurrido el tiempo programado en el **TON1** y activarse el fin de carrera **c1** desactiva la **primera etapa** de la válvula secuencial y se activa la **segunda etapa** de la válvula secuencial, con lo cual retorna el cilindro **C**. Al término de su recorrido se activa el fin de carrera **c0** la que excita la extensión del cilindro **D**.
- Al activarse el fin de carrera **d1** se desactiva la **segunda etapa** de la válvula secuencial y se activa la **tercera etapa** que estimula simultáneamente por segunda vez la extensión del cilindro **C** y a la válvula temporizada timer **TON2**.
- Transcurrido el tiempo programado en el **TON2** y al activarse el fin de carrera **c1'** desactiva la **tercera etapa** de la válvula secuencial y se activa la **cuarta etapa**, con lo cual el retorna el cilindro **C**. Al término de su recorrido activa al fin de carrera **c0'** y estimula simultáneamente el retorno del cilindro **A** y la extensión del cilindro **B**.

- Al activarse los fines de carrera **a0** y **b1** ordenan el retorno del cilindro **D**
- Con el retorno del cilindro **D**, se excita el final de carrera **d0** quien desactiva la **cuarta etapa** y todo se retorna a su estado de reposo.

**Figura 5.4.3:** Esquema de instalación neumática



**Fuente:** Elaboración propia

#### 5.4.4 Cuestionario

- 5.4.4.1 Qué ocurre si se no está pulsada en reposo la válvula 3/2 **d1**?
- 5.4.4.2 Cómo se realiza la segunda extensión del cilindro **C**?

## V. REFERENCIALES

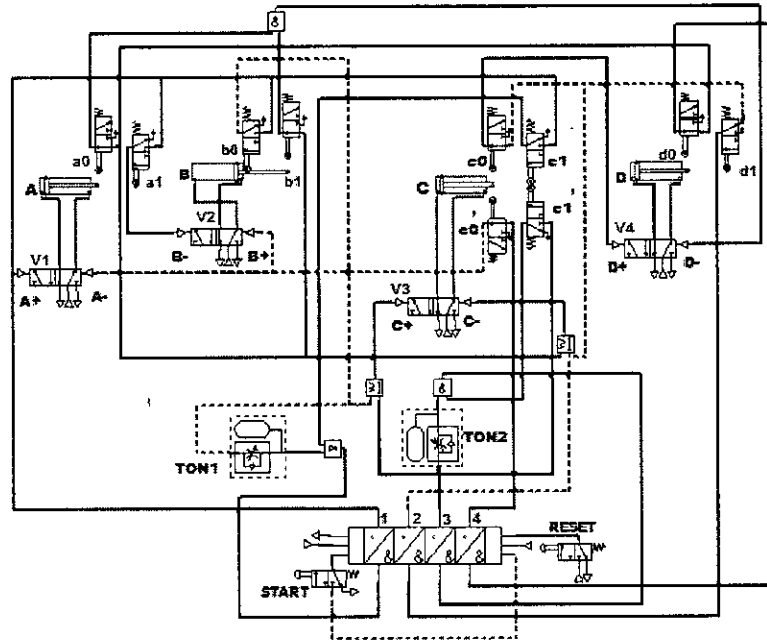
1. A. SERRANO NICOLÁS **Circuitos Neumáticos**, Mc Graw-Hill/Interamericana Madrid España, 2002
2. EMILIO GARCÍA MORENO, **Automatización de procesos industriales**, Universidad Politecnica de Valencia, 2001 Alfaomega Grupo Editor, México D.F.
3. DEPERT / K. STOLL W., **Dispositivos neumáticos**, Col. Del Valle México, D.F. Editorial: Alfaomega – marcombo, 2000
4. RODRÍGUEZ MATA ANTONIO –CÓCERA JULIÁN RUEDA., **Desarrollo de sistemas secuenciales**, Madrid España Editorial: PARANINFO – THOMSON LEARNING, 2000
5. GUILLEN SALVADOR ANTONIO., **Aplicaciones industriales de la neumática**, Col. Del Valle México, D.F. Editorial: Alfaomega – marcombo, 1999
6. Software **Automation Studio 5.1** – FAMIC- Technologies Inc, 9999 Cavendish blvd., suite 350, St-Laurent, QC, Canada, H4M 2X5, Tel.: 514-748-8050, Fax : 514-748-7169, Url : [www.automationstudio.com](http://www.automationstudio.com)

## VI. APENDICE

### 1. Aplicación del Software AUTOMATION STUDIO 5.1

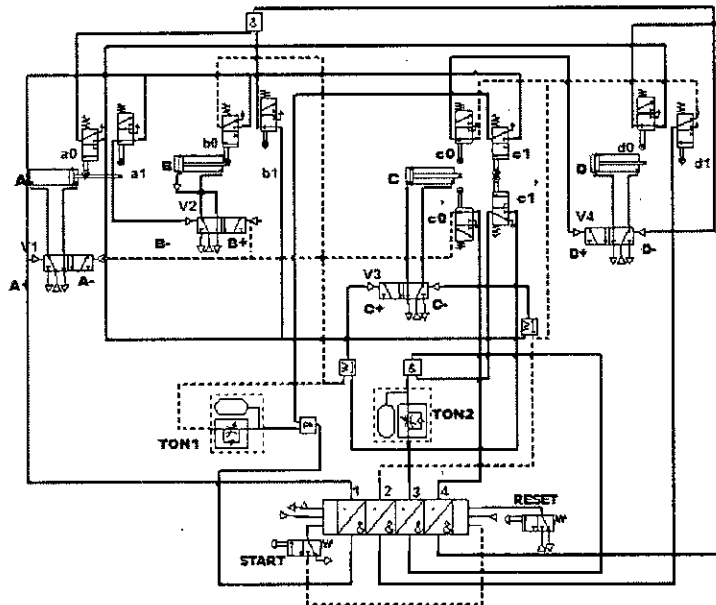
#### Capítulo 5: Automatización de rebordeado en tubos

##### a. Grafica activada en el Software



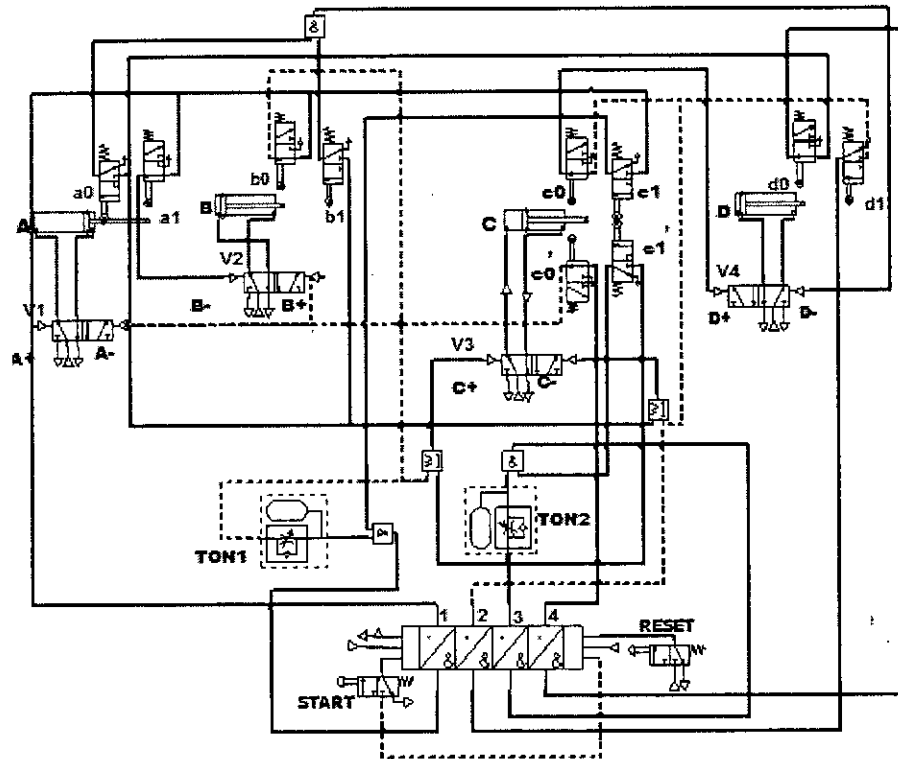
Fuente: Elaboración propia

##### b. Grafica activada en el Software, extensión del vástago B-



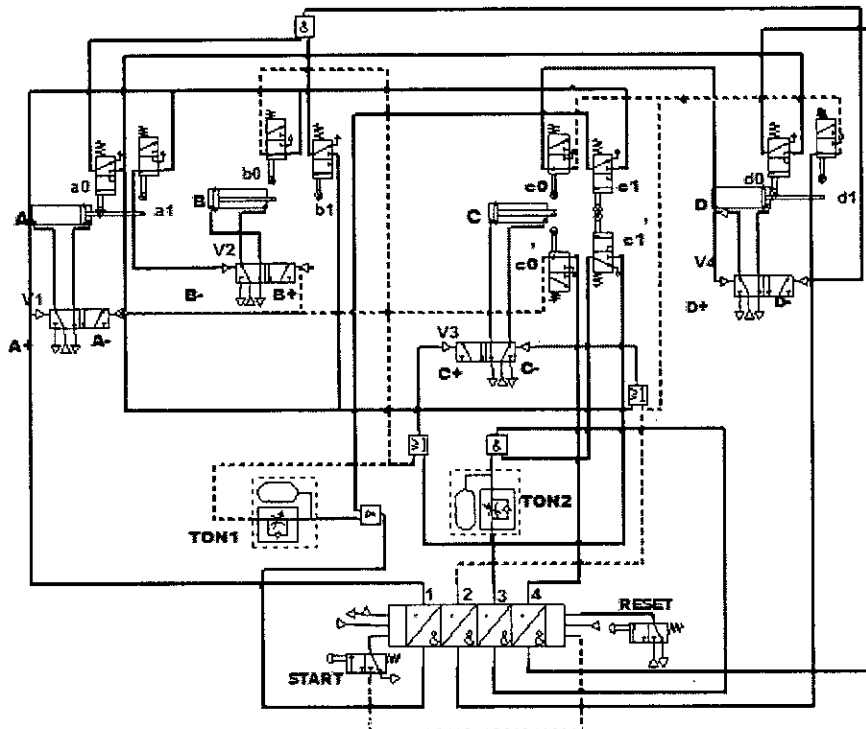
Fuente: Elaboración propia

c. Grafica activada en el Software; activación del TON1 y C+



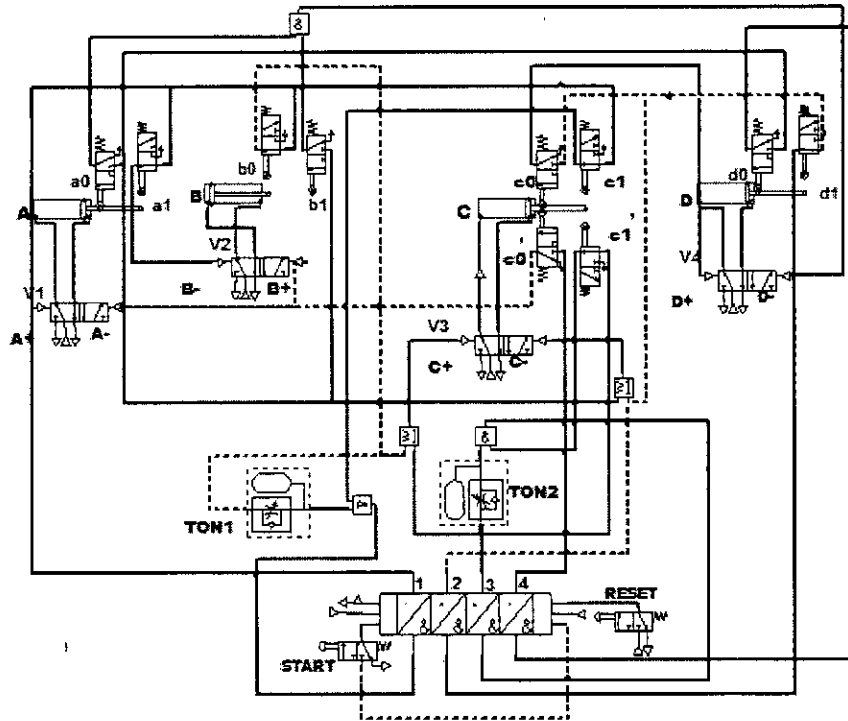
Fuente: Elaboración propia

d. Grafica activada en el Software; extensión del vástago D+ D+



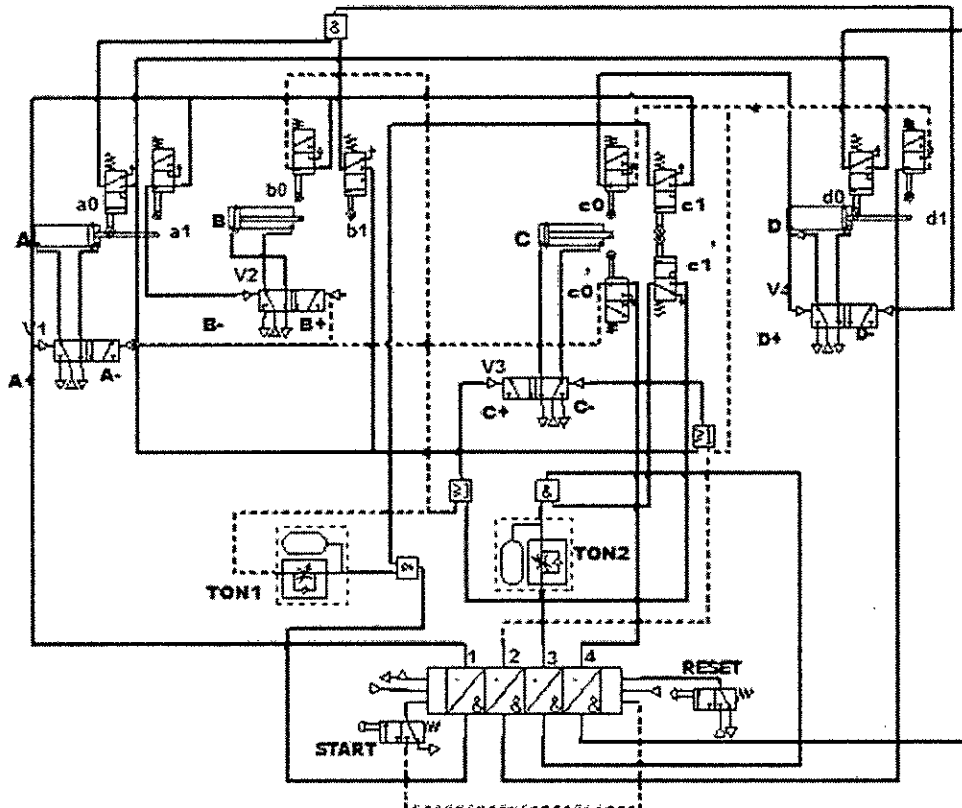
Fuente: Elaboración propia

e. Grafica activada en el Software; activación del TON2 y C+



Fuente: Elaboración propia

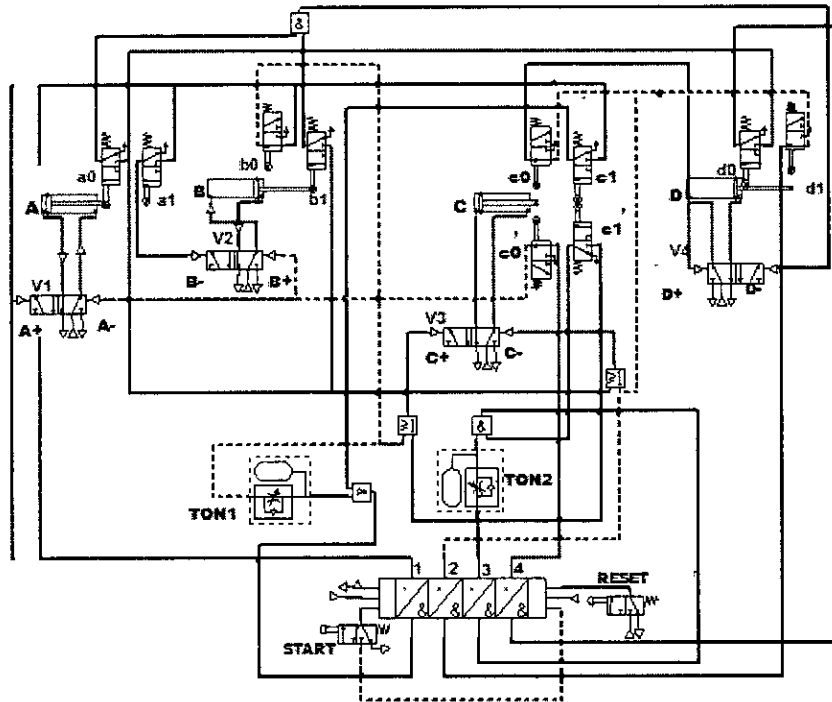
f. Grafica activada en el Software; retorno del vástago C-



Fuente: Elaboración propia

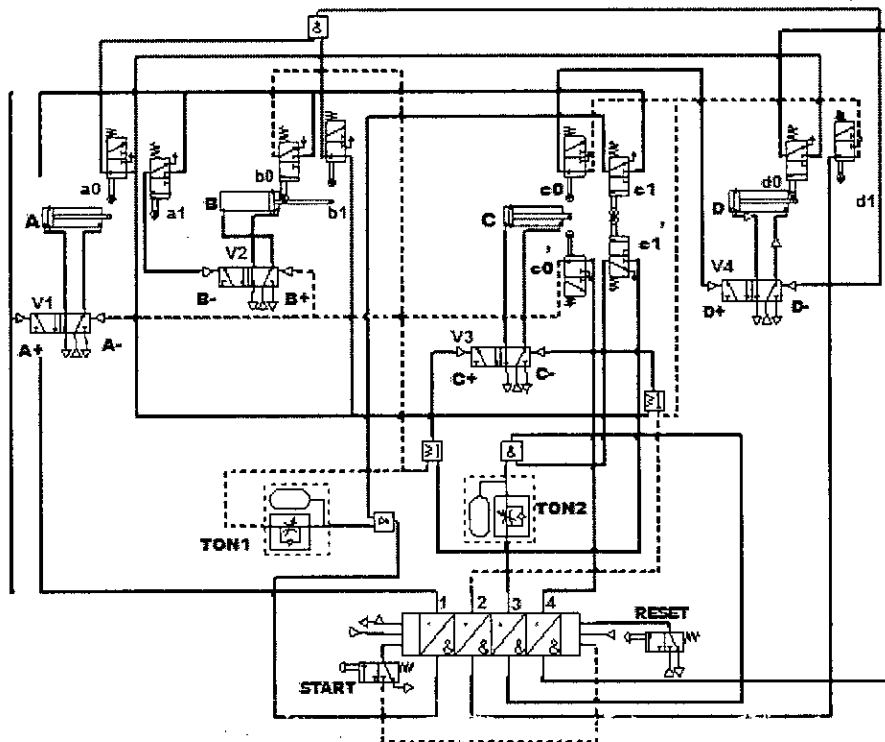


- g. Grafica activada en el Software; extensión del vástago B+ y retorno del vástago A-



Fuente: Elaboración propia

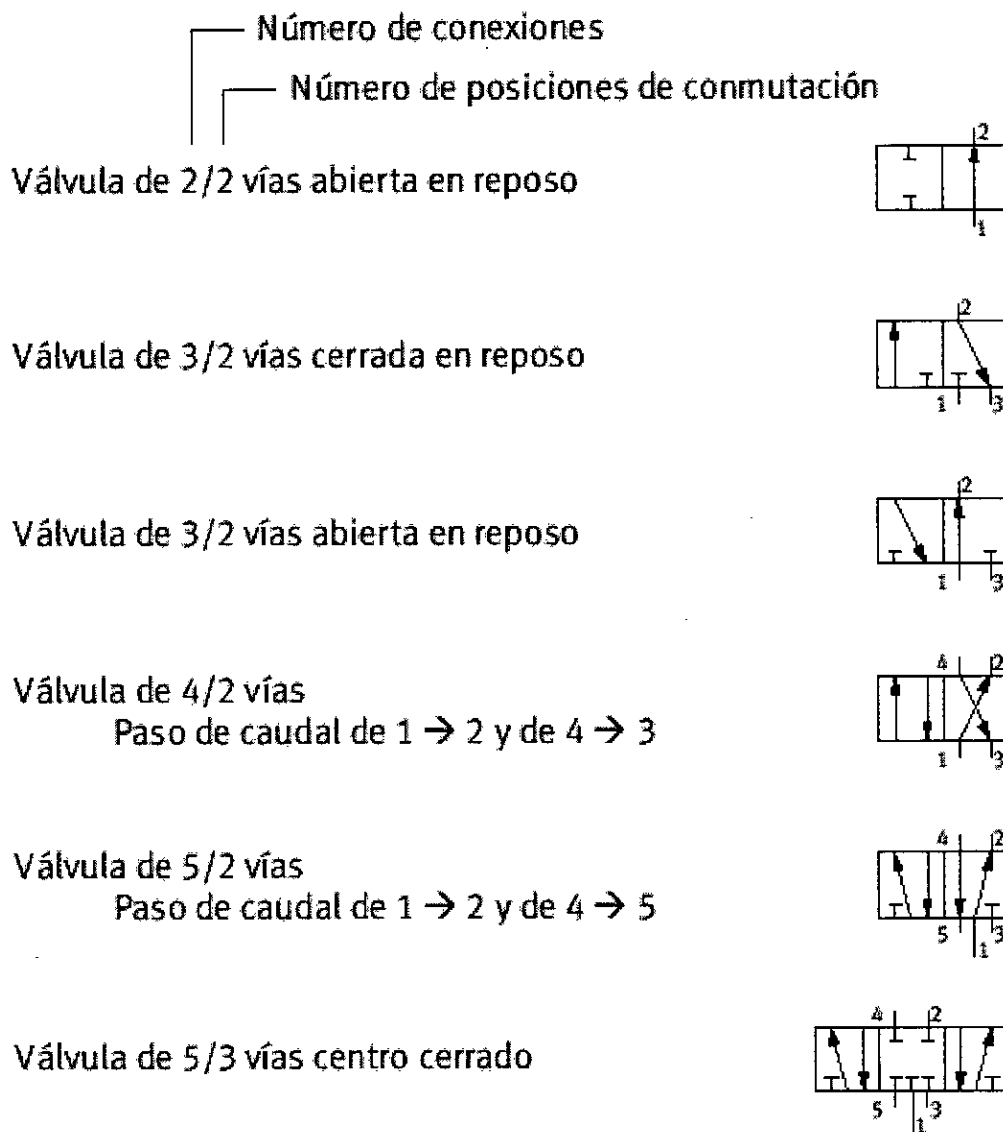
- h. Grafica activada en el Software; retorno del vástago D- D-



Fuente: Elaboración propia

## VII. ANEXOS

### Posiciones de maniobra y designaciones de las conexiones de válvulas y vías



Fuente: Elaboración propia