

*LOGICA CABLEADA*

*AUTOMATISMOS ELECTRICOS*

*SISTEMAS NEUMATICOS*

*LOGICA PROGRAMABLE*

*AUTOMATAS PROGRAMABLES*

# ***AUTOMATIZACION INDUSTRIAL***

***PRINCIPIOS Y APLICACIONES***

*LUIS B. GOMEZ FLORES*



## **PROLOGO**

*La tarea más dura al escribir este libro fue decidir lo que no se iba a incluir en el. Esta cuestión fue la más importante. Debido a que no existe material bibliográfico acerca de la automatización industrial, las que hay solo son libros que abarcan temas obsoletos.*

*Hoy en día las empresas industriales modernas buscan profesionales que puedan pensar con lógica y creatividad para afrontar los problemas que aparecen en el mundo técnico.*

*El programa esta dividido en 3 partes y ejemplos prácticos, la primera parte empieza con los Autómatas Programables, la segunda parte los Automatismos Eléctricos, y la tercera parte los Sistemas Neumáticos.*

*Se manejan software para la simulación de circuitos.*

*Este libro esta destinado a estudiantes y profesionales en el campo de la automatización industrial.*

*Una vez dijo Einstein “Hagan las cosas lo más simple posible, pero no demasiado simple”. Confío que el libro sea lo mas didáctico posible y les sirva como referencia, es un enfoque muy practico ya que en la industria lo exige así.*

*Cualquier consulta o sugerencia por favor a mi correo electrónico*

*luis\_bgf@hotmail.com*

*luisbgf@gmail.com*

**Ing. Luis B. Gómez Flores**

**Ingeniero Industrial-Electromecánico**

# PRIMERA PARTE

# AUTÓMATAS PROGRAMABLES

**POR:**  
**LUIS B. GOMEZ FLORES**

*El estudio del control lógico programable es fundamental en el desarrollo de las capacidades técnicas del estudiante, ya que gran parte de las industrias en la actualidad, desarrollan sus procesos de fabricación basados en esta tecnología, siendo variado el campo de aplicación como el control de procesos, visualización de instalaciones y control de puesta a punto para maquinas de control numérico computarizadas.*

*Se utilizo el simulador SIMATIC S7-200 ,SIMU PLC 3.01, LOGO SOFT de SIEMENS para ver la correcta programación y un simulador de planta como el PC\_SIMU*

## **AUTOMATIZACION INDUSTRIAL**

### **1. INTRODUCCION**

*Los controladores lógicos programables o también llamados Autómatas Programables es una herramienta bastante útil y versátil orientado a diferentes procesos en la industria.*

*Los autómatas son parte de un sistema automático de fabricación. Un sistema automático se define como la sustitución del operador humano, tanto en sus tareas físicas como mentales, por maquinas o dispositivos.*

### **2. TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA AUTOMATIZACION**

*Las tecnologías empleadas en la automatización pueden clasificarse en dos grandes grupos:*

- **Tecnología cableada**
- **Tecnología programada**

*La tecnología cableada se realiza a base de uniones físicas de los elementos que componen la parte de control.*

*La tecnología cableada ha sido extensamente empleada, pero presenta los siguientes inconvenientes:*

- *Ocupa mucho espacio*
- *Es poco flexible ante modificaciones o ampliaciones.*
- *Es difícil de mantener*
- *No es útil en aplicaciones en controles complejos*
- *Caros, debido al costo de sus componentes y a la gran cantidad de horas necesarias para el cableado.*

*En la tecnología programada, la parte de control se realiza mediante la confección de un programa residente en la memoria de una unidad de control.*

*Los autómatas Programables pertenecen a la tecnología programada, el cual entre sus ventajas están todos los inconvenientes de la tecnología cableada.*

### **3. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN LA ACTUALIDAD**

*La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.*

*Un sistema automatizado consta de dos partes principales:*

*Parte de Mando  
Parte Operativa*

**La Parte Operativa** *Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los*

elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores ..y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, etc.

**La Parte de Mando** Suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta ahora se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada) . En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

### **Objetivos de la automatización**

Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.

Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.

Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.

Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

Integrar la gestión y producción.

### **Detectores y Captadores**

Como las personas necesitan de los sentidos para percibir, lo que ocurre en su entorno, los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de:

La variación de ciertas magnitudes físicas del sistema.

El estado físico de sus componentes

Los dispositivos encargados de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas se denominan transductores.

Los transductores se pueden clasificar en función del tipo de señal que transmiten en:

**Transductores todo o nada:** Suministran una señal binaria claramente diferenciados. Los finales de carrera son transductores de este tipo.

**Transductores numéricos:** Transmiten valores numéricos en forma de combinaciones binarias. Los encoders son transductores de este tipo.

**Transductores analógicos:** Suministran una señal continua que es fiel reflejo de la variación de la magnitud física medida.

Algunos de los transductores más utilizados son: Final de carrera, fotocélulas, pulsadores, encoders, etc.

### **Accionadores y Preaccionadores**

*El accionador o actuador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso.*

*Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo.*

*Los accionadores pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e hidráulicos.*

*Los accionadores o actuadores más utilizados en la industria son: Cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua, etc.*

*Los accionadores son gobernados por la parte de mando, sin embargo, pueden estar bajo el control directo de la misma o bien requerir algún preaccionamiento para amplificar la señal de mando. Esta preamplificación se traduce en establecer o interrumpir la circulación de energía desde la fuente al accionador.*

*Los preaccionadores disponen de:*

*Parte de mando o de control que se encarga de conmutar la conexión eléctrica, hidráulica o neumática entre los cables o conductores del circuito de potencia.*

### **Tecnología Cableada**

*Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos.*

*Esta fue la primera solución que se utilizó para crear autómatas industriales, pero presenta varios inconvenientes que ya se mencionó con anterioridad.*

*Los dispositivos que se utilizan tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:*

*Automatismos eléctricos a base de contactores.  
Mandos neumáticos, oleohidráulica  
Tarjetas electrónicas.*

### **Tecnología Programada**

*Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. En la realización de automatismos. Los equipos realizados para este fin son:*

*Los ordenadores.  
Los autómatas programables.*

*El ordenador, como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones de proceso. Pero, al mismo tiempo, y debido a su*

*diseño no específico para su entorno industrial, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas de producción.*

*Un autómatas programable industrial es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos del ordenador.*

*Actualmente las empresas industriales buscan mediante la automatización un máximo rendimiento en la producción; es decir, ellos continuamente trabajan por alcanzar la mayor calidad de sus productos al menor costo posible.*

*Por tanto, la automatización debe ser modular, eficaz y económica, para la optimización de recursos.*

*Un sistema de automatización consiste en cinco niveles y comprende la estructura entera de una industria o empresa.*

**ORGANIZACIÓN DE EMPRESA**  
**NIVEL DE PRODUCCIÓN Y PLANEAMIENTO**  
**NIVEL DE MANDO**  
**NIVEL DE CONTROL**  
**NIVEL DE CAMPO**

*Sin embargo, los niveles que se explicarán a continuación, se referirán únicamente a los tres últimos.*

**NIVEL DE MANDO**

*Esta compuesta por lo general por ordenadores industriales, para la supervisión y control de maquinaria industrial de forma remota. Uno de los sistemas que están orientados a este tipo de mando, es el SCADA.*

**NIVEL DE CONTROL**

*Esta compuesta por los Autómatas Programables- PLCs, y las diferentes clases de interfaces hombre-maquina, para el control de las maquinas industriales, aunque todavía este nivel esta compuesta principalmente por la lógica de reles.*

*Actualmente, existe una extensa variedad de autómatas Programables de distintos fabricantes, como la SIEMENS, MOELLER, OMRON, ALLEN BRADLEY, etc.*

**NIVEL DE CAMPO**

*Es el nivel más bajo de la jerarquía y están compuestos por los sensores (termocuplas, tacómetros, detectores de proximidad, etc.) y actuadores(motores, electroválvulas, etc).*

#### **4. SISTEMAS DE CONTROL.**

*El concepto de control es muy amplio ya que abarca desde un simple interruptor que gobierna el encendido de una lámpara eléctrica , hasta el complejo sistema de computadoras que controlan el funcionamiento de una refinería o el piloto automático de un avión.*

*Podríamos definir al control como el manejo indirecto de las magnitudes de un sistema de producción, llamado planta o proceso, por otro sistema llamado sistema de control.*

*Los primitivos sistemas, de los cuales derivaron los actuales, aparecieron junto con la "Revolución Industrial" del siglo XIX. El paso más grande ocurrió en los años 70 del siglo actual con la aparición de los circuitos integrados y en particular los llamados microprocesadores.*

*El costo de los grandes computadores de esa época permitió el desarrollo de dispositivos más pequeños, y de uso más restringido, pero capaces de manejar potencias más elevadas, llamados PLC "Programable Logic Controller".*

*En la actualidad tenemos disponibles en el mercado sistemas muy económicos y que ofrecen una amplia gama de prestaciones y compatibilidad para conectarse con otros y con computadores centrales para formar redes de control distribuido que cubren todas las necesidades de la industria.*

*El objetivo de un sistema de control es gobernar la respuesta del sistema controlado sin que deba intervenir directamente un operario sobre los elementos de salida. El operario manipula solamente las magnitudes de salida deseadas de ese sistema, llamadas las consignas, y el sistema de control se encarga de gobernarlas por medio de los accionamientos o actuadores correspondientes.*

*El concepto lleva de alguna manera implícita que el sistema de control opera con magnitudes de baja potencia, llamadas señales, y con ellas los actuadores son los que realmente controlan la energía o elementos de entrada y salida del sistema controlado.*

*Lo expresado puede entenderse como que el sistema de control es un mero conversor amplificador de potencia que ejecuta las órdenes dadas a través de las consignas. Este tipo de control se denomina de lazo abierto porque no recibe ninguna información del comportamiento del sistema controlado, que llamaremos en adelante la planta. El operador debe verificar que la planta responde como está previsto, caso contrario deberá cambiar las consignas o recalibrar el sistema.*

*El control automático ha desempeñado una función vital en el avance de la ciencia.*

*El control automático se ha vuelto una parte importante e integral de los procesos modernos industriales y de manufactura.*

*Cuando se analiza un sistema de control se debe conocer de algunos términos que se indican :*

**Variable Controlada.** *Es la cantidad que se mide y controla, por lo común es la salida del sistema*

**Variable Manipulada.** Es la cantidad que se modifica para obtener un valor deseado.

**Planta .** Se llama planta a cualquier objeto físico que se va a controlar

**Perturbación.** Es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema.

**Servomecanismo.** Sistema de control realimentado cuya salida es una posición mecánica.

### **SISTEMA DE CONTROL EN LAZO ABIERTO.**

Un sistema de lazo abierto es aquél donde la salida no tiene efecto sobre la acción de control. La exactitud de un sistema de lazo abierto depende de dos factores:

- a) La calibración del elemento de control.
- b) La repetitividad de eventos de entrada sobre un extenso período de tiempo en ausencia de perturbaciones externas.

### **SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO.**

Un sistema de control de lazo cerrado es aquél donde la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control donde la salida es medida y retroalimentada para establecer la diferencia entre el valor deseado y el valor obtenido a la salida, y en base a esta diferencia, adoptar acciones de control adecuadas.

## **5. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES ( PLC´S )**

Las empresas de hoy, que piensan en el futuro, se encuentran provistas de modernos dispositivos electrónicos en sus máquinas y procesos de control. Hoy las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable. Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y se ha ido refinando con nuevos componentes electrónicos, tales como Micro-procesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de procesos más complejos. Hoy los Controladores Programables son diseñados usando lo último en diseño de Micro-procesadores y circuitería electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligro debido al medio ambiente, alta repetibilidad, altas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas etc.

El Control Lógico Programable que fue diseñado y concebido para su uso en el medio ambiente industrial.

### **VENTAJAS DE LOS PLCs**

Los Controladores Lógicos Programables, PLC como ellos son comúnmente llamados, ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relevadores,

*temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor. El objetivo de este texto es mostrar el funcionamiento interno y de programación de este tipo de controladores, además de mostrar algunas de sus aplicaciones en la industria, también realizar una serie de practicas para que el técnico o ingeniero en la industria pueda iniciarse en este apasionante rama de la automatización.*

### **DESCRIPCION DE UN PLC**

*Los Controladores Lógicos Programables, (PLC s, Programmable Logic Controller), nacieron esencialmente como tales, a finales de la década de los 60s y principios de los 70s. Las industrias que propiciaron este desarrollo fueron las empresas automotrices. Los PLCs surgen como equipos electrónicos sustitutos de los sistemas de control basados en relevadores, que se hacían más complejos y esto arrojaba ciertas dificultades en cuanto a la instalación de los mismos, los altos costos de los equipos. Los altos costos de operación y mantenimiento y la poca Flexibilidad y confiabilidad de los equipos.*

*Los primeros PLCs se usaron solamente como reemplazo de relevadores, es decir, su capacidad se reducía exclusivamente al control On -Off (de dos posiciones) en maquinas y procesos industriales. De echo todavía se siguen usando en muchos casos como tales. La gran diferencia con los controles por relevador fue su facilidad de instalación, ocupan menor espacio, costo reducido, y proporcionan autodiagnósticos sencillos.*

### **DEFINICION .**

*EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada /salida digitales y analógicas, varios tipos de maquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro. Se excluyen los controles secuenciales mecánicos. De una manera general podemos definir al controlador lógico programable a toda maquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática.*

### **CAMPOS DE APLICACION DEL PLC**

*EL PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del Hardware y Software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el aspecto de sus posibilidades reales.*

*Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc,.. por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.*

*Sus reducidas dimensiones, las extremas facilidades de u montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o*

*alteración de los mismos, etc., hace que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se reduce necesidades tales como: Espacio reducido. Procesos de producción periódicamente cambiantes Maquinaria de procesos variables. Instalación de procesos complejos y amplios. Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso*

### **EJEMPLOS DE APLICACIONES DE UN PLC**

*Maniobras de maquinas.*

*Maquinaria industrial del mueble y la madera.*

*Maquinaria en proceso de grava, arena y cemento.*

*Maquinaria en la industria del plástico.*

*Maquinaria de ensamblaje.*

## **CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES**

### **SIMATIC S7-200**

#### **INTRODUCCION**

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización que se pueden utilizar para numerosas tareas. La figura muestra el PLC S7-200, gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los PLCs S7-200 se adecuan para numerosas aplicaciones de control. Además los diversos tamaños y fuentes de alimentación de las CPUs ofrecen flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

#### **COMPONENTES DE UN PLC**

- CPU S7-200 . Es un aparato autónomo que incorpora una unidad central de proceso, fuente de alimentación, así como entradas y salidas
- Módulos de expansión.- Mediante los módulos de expansión se puede adicionar entradas y salidas al automata.
- Conector de bus.- Mediante el conector de bus permite realizar la conexión adecuada al modulo de extensión.

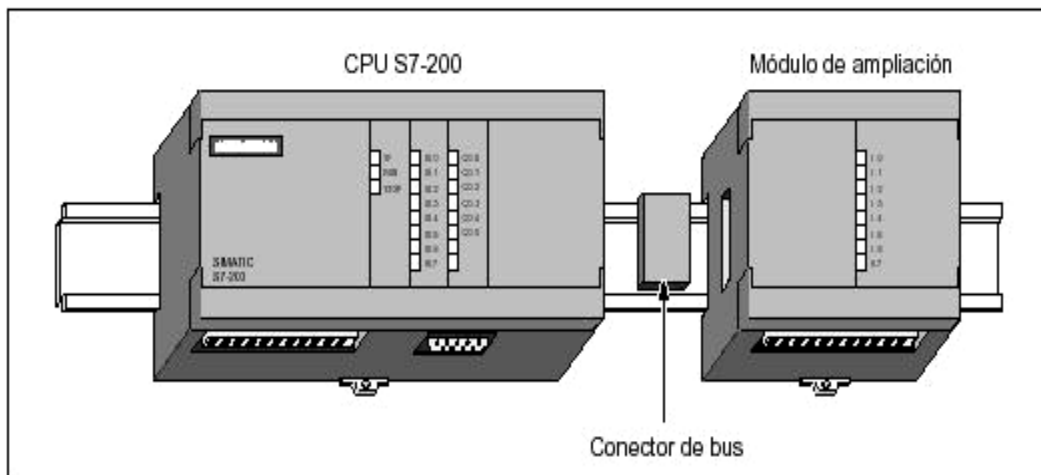


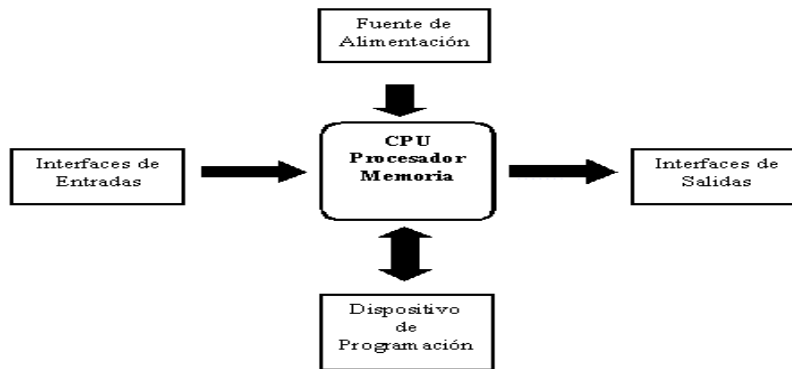
Figura 1-6 CPU con un módulo de ampliación

#### **¿Qué es un PLC?**

- P.L.C. significa Controlador Lógico Programable.

Un PLC es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa.

## **ESTRUCTURA DE UN PLC**



## **FUNCIONAMIENTO**

*Para explicar el funcionamiento del PLC, se pueden distinguir las siguientes partes:*

- *Interfaces de entradas y salidas*
- *CPU (Unidad Central de Proceso)*
- *Memoria*
- *Dispositivos de Programación*
- 

*El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU.*

*La CPU, que es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa, activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida.*

*Evidentemente, las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles de la CPU. Por ejemplo, cuando la CPU ordena la activación de una salida, la interfaz adapta la señal y acciona un componente (transistor, relé, etc.)*

### **¿COMO FUNCIONA LA CPU?**

- *Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas.*
- *A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído.*
- *Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación.*
- *Al final del ciclo se actualizan las salidas.*
- *El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.*

### **Estructura interna de la familia de autómatas S7 S7-200**

- *Distribución de la memoria*
- *Direccionamiento directo de la memoria de la CPU*

- Entradas y salidas integradas y ampliadas mediante expansión.

### **Distribución de la memoria**

#### **Memoria de programa**

– La memoria de programa contiene las operaciones de esquema de contactos (KOP) o de lista de asignación (AWL), que ejecuta el autómata programable para la aplicación deseada.

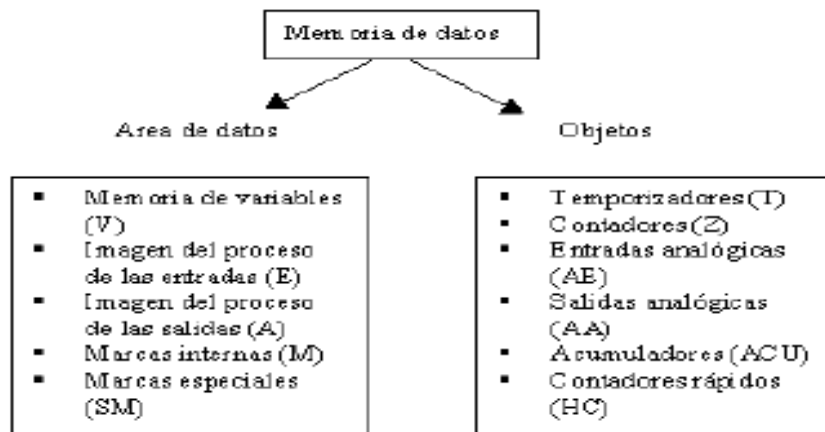
#### **Memoria de parámetros**

– La memoria de parámetros permite almacenar determinados parámetros configurables, tales como contraseñas, direcciones de estaciones e informaciones sobre las áreas remanentes

#### **Distribución de la memoria**

#### **Memoria de datos**

– La memoria de datos es el área de trabajo a la que accede el programa de aplicación (también denominado programa de usuario).

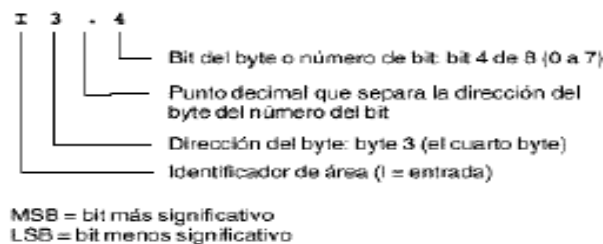


### **Direccionamiento directo de la memoria de la CPU**

#### **Acceso a un bit**

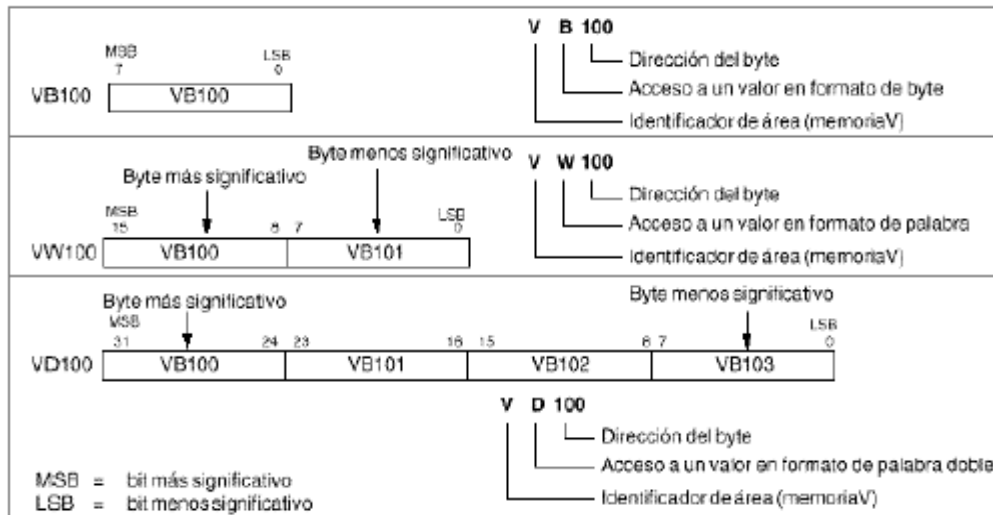
"Identificador de área" "dirección del byte" . "nº del bit"

Ejemplo I 0.0 el bit 0 del byte 0 de las entradas



|      | MSB | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | LSB |
|------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| I 0  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 1  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 2  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 3  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 4  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 5  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 6  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 7  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 8  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 9  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 10 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 11 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 12 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 13 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 14 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
| I 15 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |

*Se puede acceder a diversas áreas de la memoria de la CPU (V, I, Q, M, SM) en formato byte, palabra y palabra doble*



*Direccionamiento de la imagen del proceso de las entradas (I)*

– Formato:

*Bit I [direcc. del byte].[direcc. del bit] I0.1*

*Byte, palabra, palabra doble I [tamaño][direcc. del byte inicial] IB4*

*Direccionamiento de la imagen del proceso de las salidas (Q)*

– Formato:

*Bit Q [direcc. del . byte].[direcc. del bit] Q1.1*

*Byte, palabra, p. doble Q [tamaño][direcc. del byte inicial] QB5*

*Direccionamiento de la memoria de variables (V)*

– Formato:

*Bit V [direcc. del byte].[direcc. del bit] V10.2*

*Byte, palabra, p. Doble V [tamaño][direcc. del byte inicial] VW100*

**Direccionamiento del área de marcas (M)**

– Las marcas internas (área de marcas M) se pueden utilizar como relés de control para almacenar el estado intermedio de una operación u otras informaciones de control

– Formato:

*Bit M [direcc. del . byte].[direcc. del bit] M26.7*

*Byte, palabra, p. Doble M [tamaño][direcc. del byte inicial] MD20*

**Direccionamiento de las marcas especiales (SM)**

– Las marcas especiales permiten intercambiar datos entre la CPU y el programa. Dichas marcas se pueden utilizar para seleccionar y controlar algunas funciones especiales de la CPU S7-200, tales como:

*Un bit que se activa sólo en el primer ciclo.*

*Bits que se activan y se desactivan en determinados intervalos.*

*Bits que muestran el estado de operaciones matemáticas y de otras operaciones.*

– Aunque el área de las marcas especiales se basa en bits, es posible acceder a los datos en formato de bit, byte, palabra o palabra doble.

– Formato:

*Bit SM [direcc. del byte].[direcc. del bit] M0.1*

Byte ,palabra,p. Doble SM [tamaño][ direcc . del byte inicial] SMB86

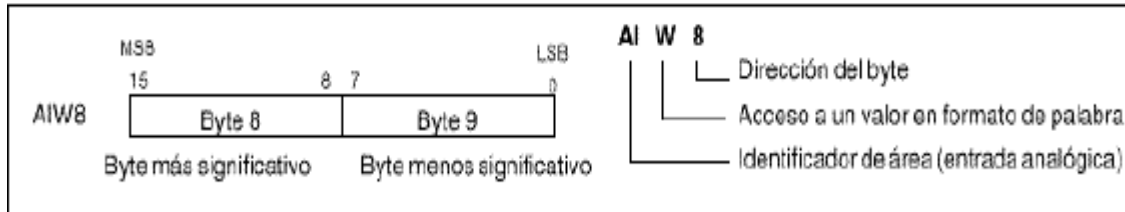
#### **Direccionamiento de las entradas analógicas ( AI)**

– La CPU S7 200 convierte valores reales analógicos (p. ej temperatura, tensión, etc). en valores digitales en formato de palabra (de 16 bits).

Puesto que las entradas analógicas son palabras que comienzan siempre en bytes pares (p. ej 0, 2, 4, etc)., es preciso utilizar direcciones con bytes pares (p. .ej . AIW0, AIW2, AIW4, etc)

– Formato:

AIW [dirección del byte inicial] AIW4



#### **Direccionamiento de las salidas analógicas (AQ)**

– La CPU S7 200 convierte valores digitales en formato de palabra (de 16 bits) en valores reales analógicos (p. ej . corriente o voltaje), proporcionales al valor digital.

Puesto que las salidas analógicas son palabras que comienzan siempre en bytes pares (p.ej . 0, 2, 4, etc)., es preciso utilizar direcciones con bytes pares (p. .ej . AQW0, AQW2, AQW4, etc). para acceder a las mismas.

– Formato:

AQW [dirección del byte inicial] AQW4



Entradas y salidas integradas y ampliadas mediante módulos de expansión.

entradas y salidas integradas (en la CPU), así como de E/S entradas y salidas integradas adicionales (en los módulos de ampliación).

Direccionar las E/S integradas y adicionales

– Las entradas y salidas integradas en la unidad central de procesamiento (CPU) tienen direcciones fijas

– Las direcciones de las E/S de cada módulo vienen determinadas por

- el tipo de E/S
- la posición del módulo en la cadena, con respecto al anterior módulo de entradas o de salidas del mismo tipo

Por ejemplo, un módulo de salidas no afecta las direcciones de módulo de entradas y viceversa.

– los módulos analógicos no afectan al direccionamiento de los módulos digitales y viceversa.

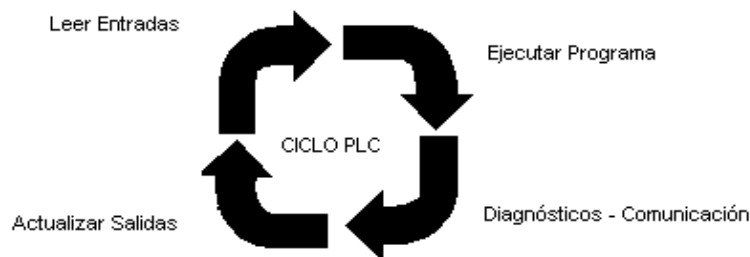
### **SIMATIC/IEC 1131**

- juego de instrucciones ofrecido por Siemens IEC 1131
- estándar en la programación de autómatas, la Comisión Electrotecnia Internacional (CEI) o International Electrotechnical Commission (IEC)
- Sólo en KOP o en FUP

### **INCONVENIENTES DE USAR IEC 1131**

- se dispone de un menor número de operaciones que con el juego de operaciones SIMATIC
- el tiempo de ejecución de las operaciones IEC 1131 -3 es más largo
- el funcionamiento de algunas operaciones es diferente al de su equivalente en SIMATIC.

### **CICLO DEL PLC**



### **COMPONENTES DEL PLC**

- *Unidad central de procesamiento (CPU): que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.*
- *Módulos para señales digitales y analógicas (I/O)*
- *Procesadores de comunicación (CP) para facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina o entre máquinas. Se tiene procesadores de comunicación para conexión a redes y para conexión punto a punto.*
- *Módulos de función (FM) para operaciones de cálculo rápido.*

*Existen otros componentes que se adaptan a los requerimientos de los usuarios:*

- *Módulos de suministro de energía*
- *Módulos de interfaces para conexión de racks múltiples en configuración multi-hilera*

*En los módulos de entrada pueden ser conectados:*

- *Sensores inductivos, capacitivos, ópticos*
- *Interruptores*
- *Pulsadores*
- *Llaves*
- *Finales de carrera*
- *Detectores de proximidad*

*En los módulos de salida pueden ser conectados:*

- *Contactores*
- *Electroválvulas*
- *Variadores de velocidad*
- *Alarmas*

### **CAMPO DE APLICACIÓN**

- *Los autómatas programables no se limitan a funciones de control lógico sino que también permiten*
  - *Regular,*
  - *Posicionar,*
  - *Contar, dosificar,*
  - *Mandar válvulas y mucho más.*
- *Para ello se ofrecen los módulos/tarjetas inteligentes adecuadas: controladas por microprocesador, realizan de forma completamente autónoma tareas especiales de tiempo crítico, y están unidas al proceso a través de canales de E/S propios. Esto alivia a la CPU de carga adicional.*

### **SOFTWARE DE PROGRAMACION**

- *La familia SIMATIC® ofrece una atractiva gama de equipos de programación que va de la económica programadora de mano hasta el equipo de mesa de altas prestaciones.*
- *Software: Sistema operativo Windows 95/98/NT y STEP® 7 para escribir los programas, documentarlos y probarlos.*

### **COMUNICACIÓN ABIERTA ARQUITECTURA DEL MODELO OSI**

- *SIMATIC® ofrece para ello dos soluciones:*
  - *En caso de pocas estaciones de comunicación, conexiones punto a punto directamente de CPU a CPU o a través de procesadores de comunicaciones.*
  - *En caso de muchos autómatas interconectados por red, comunicación vía bus a través de una de las redes locales Industrial Ethernet o PROFIBUS.*
- *Interfaces para trabajar en equipo o red:*
  - *El P.P.I. (Interface Punto a Punto)*
  - *El M.P.I. (Interface Multi Punto)*
  - *El Profibus-DP*
  - *A nivel industrial redes tales como la Profibus-FMS, Industrial Ethernet, etc.,*

**PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN**  
**PPI (INTERFACE PUNTO A PUNTO)**  
**INTERFACE PUNTO A PUNTO (P.P.I)**

- *Esta interface permite la comunicación de nuestro dispositivo con otros tales como modems, scanners, impresoras, etc., situados a una cierta distancia del PLC.*
- *Comunicación serial vía RS 232 y RS 485.*
- *Procesador de comunicaciones CP.*
- *Este protocolo trabaja como maestro/esclavo*

**COMUNICACIÓN MPI**

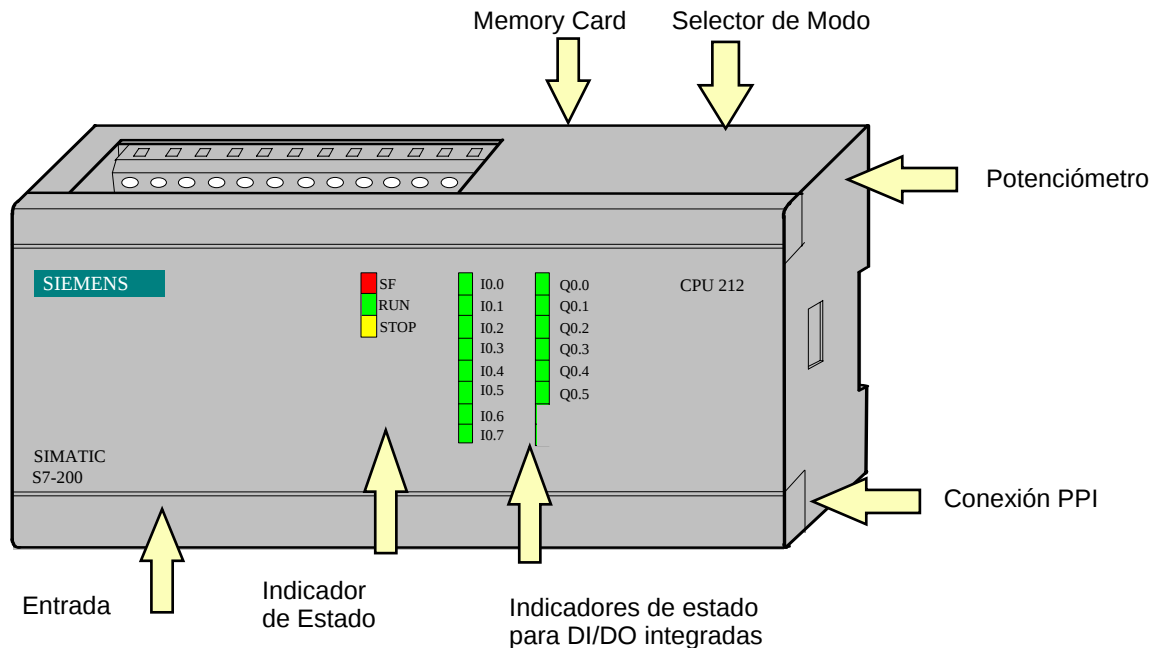
**INTERFACE MULTIPUNTO (M.P.I.)**

- *Las CPUs de la flia 300 y 400 lo incorporan desde fábrica.*
- *Con éste puerto se puede comunicar fácilmente a distancias reducidas sin requerir módulos adicionales, por ejemplo hacia equipos de M+V (manejo + visualización), unidades de programación y otros autómatas S7-300 o S7- 400 para probar programas o consultar valores de estado.*
- *Distancia máxima entre dos estaciones o nudos de red de MPI adyacentes: 50 metros (sin repetidores); 1100 metros (con dos repetidores); 9100 metros (con más de 10 repetidores en serie); por encima de los 500 Klm. (cable de fibra óptica, con módulos de conexión ópticas)*
- *Capacidad de expansión: los componentes comprobadores de campo son usados para configurar la comunicación de interface multipunto: cables LAN, conectores LAN y repetidores RS485, desde el PROFIBUS y la línea de productos de entradas/salidas distribuidas.*

**PROFIBUS DP**

- *Esta interface de comunicación es usada para gran capacidad de transmisión de datos, llamada Simatic Net o Sinec L2 de Siemens.*
- *El PLC puede desenvolverse como maestro – esclavo, además también se dispone de los prácticos servicios de comunicación llamados Datos Globales.*
- *Para entablar comunicación se utilizan cables LAN, conectores LAN, repetidores, etc.*
- *Digamos entonces que es una red suplementaria que ofrece un gran rendimiento, arquitectura abierta o descentralizada y gran robustez o confiabilidad.*
- *Existe además la gran ventaja del Manejo + Visualización (paneles de operador, llamados Coros) que permite tanto en ésta interface como en las otras de la búsqueda de errores a partir de cualquier dispositivo y así por ejemplo generar una base de datos con los errores (hora y tipo) que puedan existir.*

## **DISEÑO DE LA CPU S7-200**



## **CONCEPTOS BASICOS PARA LA PROGRAMACION**

*El funcionamiento básico de la CPU S7-200 es muy sencillo:*

- La CPU lee el estado de las entradas.
- El programa almacenado en la CPU utiliza dichas entradas para evaluar la lógica.
- Durante la ejecución del programa, la CPU actualiza los datos.
- La CPU escribe los datos en las salidas

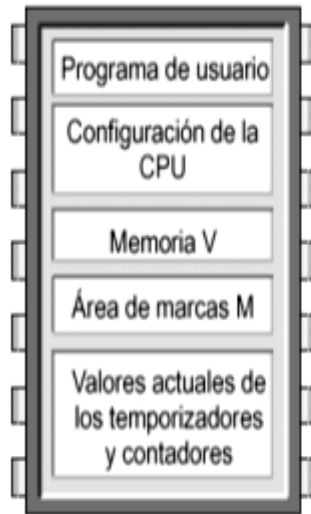
## **RESPALDAR DATOS EN LA CPU S7-200**

*Métodos para garantizar que el programa, los datos del mismo y los datos de configuración de la CPU se almacenen de forma segura:*

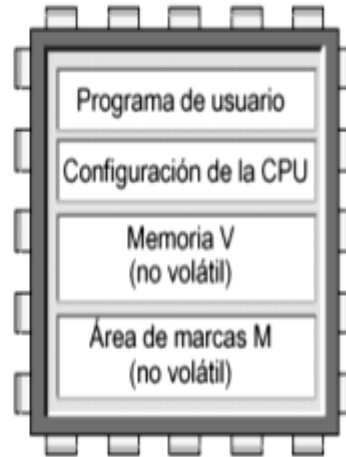
- La CPU dispone de una EEPROM no volátil para almacenar todo el programa, así como algunas áreas de datos y la configuración de la CPU.
- La CPU dispone de un condensador de alto rendimiento que conserva todo el contenido de la memoria RAM después de un corte de alimentación. Según el tipo de CPU, el condensador puede respaldar la memoria durante varios días.
- Algunas CPUs asisten un cartucho de pila opcional que prolonga el tiempo durante el que se puede respaldar la memoria RAM después de un corte de alimentación. El cartucho de pila se activa sólo cuando se descarga el condensador de alto rendimiento.

## MEMORIAS DEL PLC

RAM: respaldada por el condensador de alto rendimiento y por el cartucho de pila opcional



EEPROM: almacenamiento no volátil



## PROGRAMACION DE PLCs

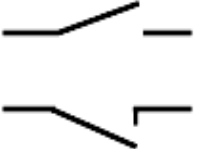
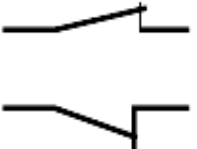
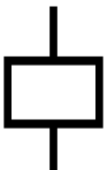
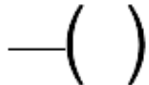
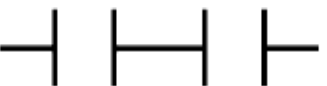
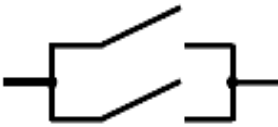
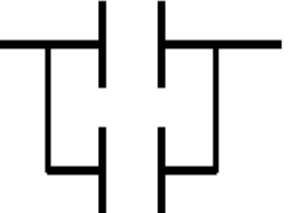
Para toda la familia de autómatas Simatic S7 se emplean los siguientes lenguajes de programación:

- **Lista de instrucciones (AWL).**
- **Esquema de contactos (KOP):** se representa gráficamente con símbolos eléctricos.
- **FUP.** Bloques de funciones
- Internamente el autómata solo trabaja con lista de instrucciones, KOP es traducido a AWL por Step7.
- Las instrucciones son las órdenes lógicas elementales que el sistema debe obedecer. Suelen ocupar una línea de programa (dos en algunas instrucciones), y no pueden escindirse en instrucciones parciales.
- El programa comprende tres elementos: el programa de usuario, el bloque de datos (opcional) y la configuración de la CPU (opcional).
- Cargando el programa en la CPU se almacenan dichos elementos en la memoria RAM (de la CPU).
- La CPU también copia automáticamente el programa de usuario, el bloque de datos (DB1) y la configuración de la CPU en la EEPROM no volátil para que se almacenen allí.

## **SIMATIC S7-200 DE SIEMEN EQUIVALENCIA**

Contacto de contactor / Contactor

Instrucción en el PLC con su función correspondiente

|                                                                                     |                                                                                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Consulta:<br/>¿Circula corriente?<br/>Si sí, entonces el resultado de esta pregunta es verdadero.<br/>(Consulta: ¿"1"?)</p>                       |    |
|    | <p>Consulta:<br/>¿No circula corriente?<br/>Si sí (no hay corriente), entonces el resultado de esta pregunta es verdadero.<br/>(Consulta: ¿"0"?)</p> |    |
|  | <p>Bobina:<br/>Si la bobina se alimenta con un valor "verdadero" (corriente) entonces se activa (La bobina se excita).</p>                           |  |
|  | <p>Conexión en serie:<br/>(Combinación Y). Para que circule la corriente deberán estar cerrados el primer Y el segundo interruptor.</p>              |  |
|  | <p>Conexión en paralelo<br/>(Combinación O). Para que circule la corriente deberá estar cerrado el primer interruptor O el segundo.</p>              |  |

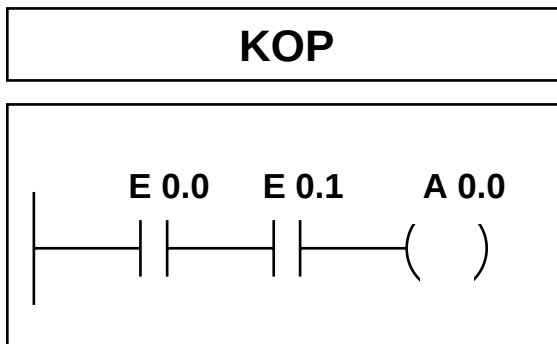
## **LENGUAJES DE PROGRAMACION**

Para toda la familia de autómatas Simatic S7 se emplean los siguientes lenguajes de programación:

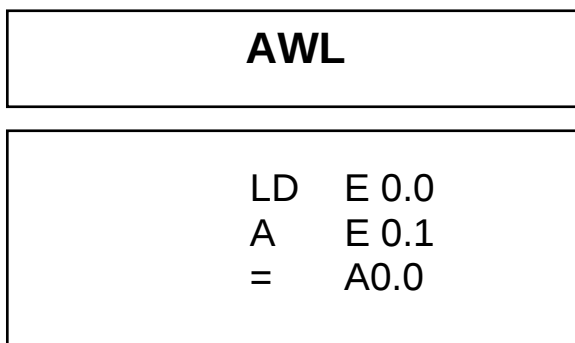
- Lista de instrucciones (AWL).
- Esquema de contactos (KOP): se representa gráficamente con símbolos eléctricos.
- Internamente el autómata solo trabaja con lista de instrucciones, KOP es traducido a AWL por Step7.
- Las instrucciones son las órdenes lógicas elementales que el sistema debe obedecer. Suelen ocupar una línea de programa (dos en algunas instrucciones), y no pueden escindirse en instrucciones parciales.

### **TIPOS DE LENGUAJE**

El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de la lógica cableada.



La lista de instrucciones (AWL) comprende un juego de operaciones nemotécnicas que representan las funciones de la CPU.



### **DIAGRAMA DE CONTACTOS KOP**

El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos.

Al programar con KOP, se crean y se disponen componentes gráficos que conforman un segmento de operaciones lógicas.

Para crear programas se dispone de los siguientes elementos:

- *Contactos* : Representan un interruptor por el que la corriente puede circular.
- *Bobinas* Representan un relé o una salida excitada por la corriente.
- *Cuadros* Representan una función (por ejemplo, un temporizador, un contador o una operación aritmética) que se ejecuta cuando la corriente llega al cuadro.

#### **Contactos**

- El contacto normalmente abierto se cierra (ON) si el bit es igual a 1
- El contacto normalmente cerrado se cierra (ON) si el bit es igual a 0.

#### **PROGRAMACION EN KOP**

##### **Contactos**

- La corriente circula por un contacto normalmente abierto sólo cuando el contacto está cerrado (es decir, cuando su valor lógico es "1").
- De forma similar, la corriente circula por un contacto normalmente cerrado o negado (NOT) sólo cuando dicho contacto está abierto (es decir, cuando su valor lógico es "0").

#### **MODOS DE OPERACIÓN DE LA CPU**

La CPU S7-200 tiene dos modos de operación:

- **STOP**: La CPU no ejecuta el programa. Cuando está en modo STOP, es posible cargar programas o configurar la CPU.
- **RUN**: La CPU ejecuta el programa. Cuando está en modo RUN, no es posible cargar programas ni configurar la CPU.

El diodo luminoso (LED) en la parte frontal de la CPU indica el modo de operación actual. Para poder cargar un programa en la memoria de la CPU es preciso cambiar a modo STOP.

#### **SELECTOR**

- Si el selector se pone en STOP, se detendrá la ejecución del programa.
- Si el selector se pone en RUN, se iniciará la ejecución del programa.
- Si el selector se pone en TERM (terminal), no cambiará el modo de operación de la CPU. Será posible cambiarlo utilizando el software de programación (STEP 7-Micro/WIN).

#### **DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA**

- El sistema se controla mediante entradas y salidas (E/S). Las entradas vigilan las señales de los dispositivos de campo (p.ej. sensores e interruptores), mientras que las salidas supervisan las bombas, motores u otros aparatos del proceso.
- Se dispone de entradas y salidas integradas (en la CPU), así como de E/S adicionales (en los módulos de ampliación).
- Las CPUs S7-200 disponen de un número determinado de entradas y salidas digitales.
- Las CPUs S7-200 permiten módulos de ampliación con entradas y salidas tanto digitales como analógicas

## **TIPO DE DATOS**

- Los operandos de las instrucciones se componen de un dato que puede ser de distintos tipos.
- Los tipos de datos posibles son:

|   |              |
|---|--------------|
| I | entrada      |
| Q | salida       |
| T | temporizador |
| C | contador     |

## **TEMPORIZADORES SIMATIC S7-200**

- En el Simatic S7-200 vamos a disponer de una serie de temporizadores que nos van a permitir realizar una serie de acciones:
- Realizar tiempos de espera.
- Supervisar acciones durante un tiempo determinado (tiempo de vigilancia).
- Generar impulsos.
- Medir tiempos de proceso.
- Para la utilización de los temporizadores vamos a disponer de una serie de instrucciones que nos permitirán emplear los temporizadores de distintas formas para adecuarnos a nuestras necesidades, tal y como veremos en capítulos posteriores.
- Vamos a disponer de 128 temporizadores.

Se dispone de tres tipos de temporizadores :

- TON. Temporizador de retardo a la conexión
- TOF. Temporizador de retardo a la desconexión (TOF)
- TONR. Temporizador de retardo a la conexión memorizado

### **TON. Temporizador de retardo a la conexión :**

- Cuenta el tiempo al estar activada (ON) la entrada de habilitación.
- Si el valor actual (Txxx) es mayor o igual al valor de preselección (PT), se activa el bit de temporización (bit T).
- El valor actual del temporizador de retardo a la conexión se borra cuando la entrada de habilitación está desactivada (OFF).

### **TOF. Temporizador de retardo a la desconexión**

- Se utiliza para retardar la puesta a 0 (OFF) de una salida durante un período determinado tras haberse desactivado (OFF) una entrada.
- Cuando la entrada de habilitación se activa (ON), el bit de temporización se activa (ON) inmediatamente y el valor actual se pone a 0.
- Cuando la entrada se desactiva (OFF), el temporizador cuenta hasta que el tiempo transcurrido alcanza el valor de preselección.
- Una vez alcanzado éste, el bit de temporización se desactiva (OFF) y el valor actual detiene el contaje.

- Si la entrada está desactivada (OFF) durante un tiempo inferior al valor de preselección, el bit de temporización permanece activado (ON).
- Para que la operación TOF comience a contar se debe producir un cambio de ON a OFF.

#### **TONR. Temporizador de retardo a la conexión memorizado**

- Cuenta el tiempo al estar activada (ON) la entrada de habilitación.
- Si el valor actual (Txxx) es mayor o igual al valor de preselección (PT), se activa el bit de temporización (bit T).
- El valor actual del temporizador de retardo a la conexión memorizado se mantiene cuando la entrada está desactivada (OFF).
- El temporizador de retardo a la conexión memorizado sirve para acumular varios períodos de tiempo de la entrada en ON.
- Para borrar el valor actual del temporizador de retardo a la conexión memorizado se utiliza la operación Poner a 0 (R).

|             | 1 ms                                    | 10 ms                                                   | 100 ms                                                   |
|-------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>TON</b>  | CPU 212:<br>T32<br>CPU 214:<br>T32, T96 | CPU 212:<br>T33-T36<br>CPU 214:<br>T33-T36,<br>T97-T100 | CPU 212:<br>T37-T63<br>CPU 214:<br>T37-T63,<br>T101-T127 |
| <b>TONR</b> | CPU 212:<br>T0<br>CPU 214:<br>T0, T64   | CPU 212:<br>T1-T4<br>CPU 214:<br>T1-T4,<br>T65-T68      | CPU 212:<br>T5-T31<br>CPU 214:<br>T5-T31,<br>T69-T95     |

| Temporizador | Resolución | Valor máximo | Nº de temporizador |
|--------------|------------|--------------|--------------------|
| TONR         | 1 ms       | 32,767 s     | T0, T64            |
|              | 10 ms      | 327,67 s     | T1-T4, T65-T68     |
|              | 100 ms     | 3276,7 s     | T5-T31, T69-T95    |
| TON, TOF     | 1 ms       | 32,767 s     | T32, T96           |
|              | 10 ms      | 327,67 s     | T33-T36, T97-T100  |
|              | 100 ms     | 3276,7 s     | T37-T63, T101-T255 |

#### **Diferencias entre las resoluciones**

1ms

- Mayor precisión, menor cantidad de temporizadores, varias actualizaciones durante un ciclo según la rutina de interrupción del sistema

10ms/100ms

- Menor precisión, se actualizan al comiendo de cada ciclo añadiendo un valor acumulado (cantidad de intervalos de 10/100 ms que pasaron durante el ciclo)

Regla: Programar el intervalo o valor de tiempo predefinido (PT) a un valor superior en una unidad a la unidad de tiempo deseada

#### **CONTADORES**

Al igual que los temporizadores vamos a disponer de una serie de contadores que nos permitirán efectúa contajes, tanto hacia adelante como hacia atrás.

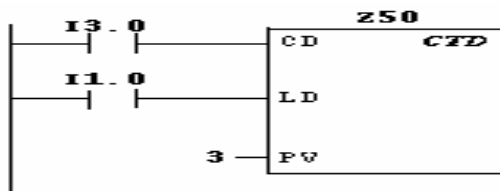
Disponemos de 128 contadores, los cuales podemos direccionar como:  
C 0 a C 128

CTU= Contador hacia delante

CTD= Contador hacia detrás

CTUD= Contador hacia delante y hacia detrás

Si se accede tipo bit, nos da si se activa el temporizador, y se hace tipo byte nos da el valor.

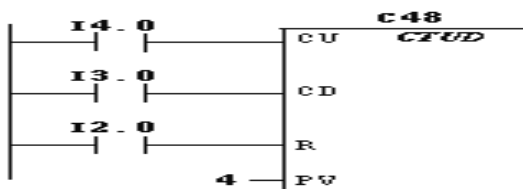


- **Valor de Contaje:** Se reserva una palabra (16 bits) en la memoria de datos del sistema para cada contador. El valor de contaje se almacena en código binario (rango: -32767 a +32767).
- **Contar Ascendente:** Cuando el RLO en la entrada "CU" cambia de "0" a "1", el contaje se incrementa en una unidad (límite superior = 32767).
- **Contar Descendente:** Cuando RLO en la entrada "CD" cambia de "0" a "1", el contaje se decrementa en una unidad (límite inferior = -32768).
- **Set del Contador:** Cuando el valor de contaje es mayor o igual al valor de preselección "PV", la salida lógica del contador "Cxxx" espuesto a "1".

## CONTADOR A/D

**Reset del Contador** Cuando el RLO de la entrada "R" es puesta a "1", el valor de contaje es puesto a "0". El contador no puede volver a contar mientras que la entrada "R" esté puesta a "1".

- **Contaje Ascendente** Cuando se alcanza el máximo valor de contaje (+32.767), el siguiente flanco ascendente en la entrada "CU" hace que el contador pase ahora a los valores negativos (32.768).
- **Contaje Descendente** Cuando se alcanza el mínimo valor de contaje (-32.768), el siguiente flanco ascendente en la entrada "CD" hace que el contador pase ahora a los valores positivos (+32.767).



## COMPARADORES

- **Comparación** Se pueden utilizar instrucciones de comparación para comparar parejas de valores numéricos:
  - **B** Bytes
  - **I** Entero (Números en Coma Fija 16-bit s con signo)
  - **D** Doble Entero (Números en Coma Fija 32-bits con signo)
  - **R** Real (Número en Coma Flotante 32-bit con signo).
- Si el resultado de la comparación es "Verdadero", el RLO de la instrucción es puesto a "1". En caso de ser "Falso", se pone a "0".
- Las entradas IN1 y IN2 son comparadas de acuerdo con el tipo de comparación seleccionada:
  - == IN1 igual que IN2
  - <> IN1 distinto que IN2
  - > IN1 mayor que IN2
  - < IN1 menor que IN2
  - >= IN1 mayor o igual que IN2
  - <= IN1 menor o igual que IN2.

B=byte,  
I=Integer,  
D=Double,  
R=Real

### **Tratamiento de los temporizadores del S7-200 (CPU 212/214)**

#### **Descripción resumida**

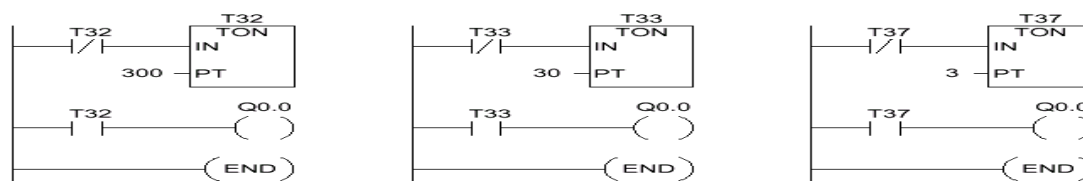
Los temporizadores se emplean para regular la temporización de determinadas funciones dentro de un programa. La serie de autómatas programables SIMATIC S7-200 (CPU 212/214) incluye dos tipos de temporizadores: el Temporizador de retardo a la conexión (TON) y el Temporizador de retardo a la conexión con retención (TONR). Ambos tipos de temporizadores están disponibles en tres resoluciones de base de tiempos: 1 ms, 10 ms y 100 ms.

Este ejemplo explica el funcionamiento y utilización de cada tipo de temporizador, haciendo un especial hincapié en las diferencias en el funcionamiento de los temporizadores entre las diferentes resoluciones de base de tiempos.

#### **Ejemplos:**

El efecto de actualizar el valor actual de los temporizadores de 1 ms, 10 ms y 100 ms en momentos diferentes depende de cómo se utilicen los temporizadores. Por ejemplo, considere el funcionamiento de los temporizadores en el programa siguiente.

#### **Temporizador simple reactivado automáticamente**

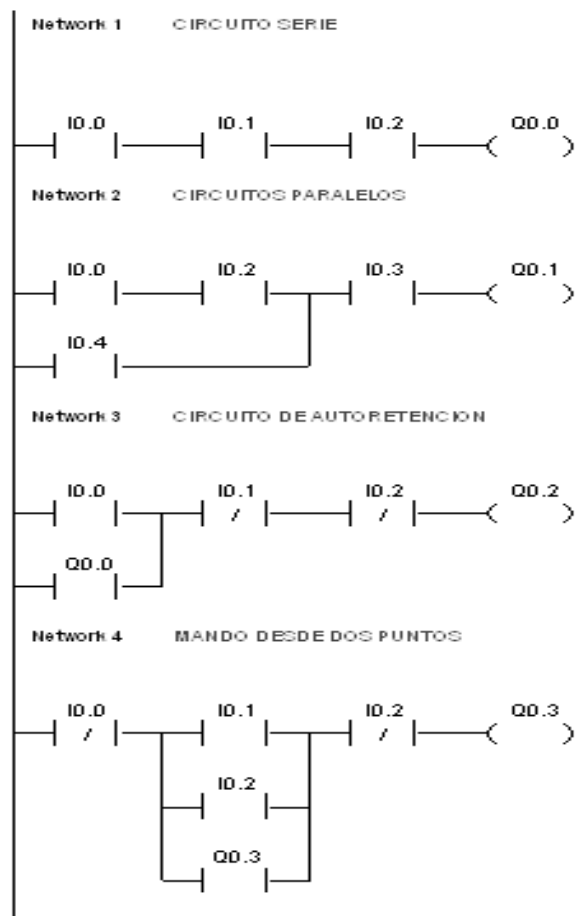


Utilizando un temporizador de 1 ms Utilizando un temporizador de 10 ms Utilizando un temporiz. de 100 ms

### **DIAGRAMA DE CONTACTOS (KOP)**

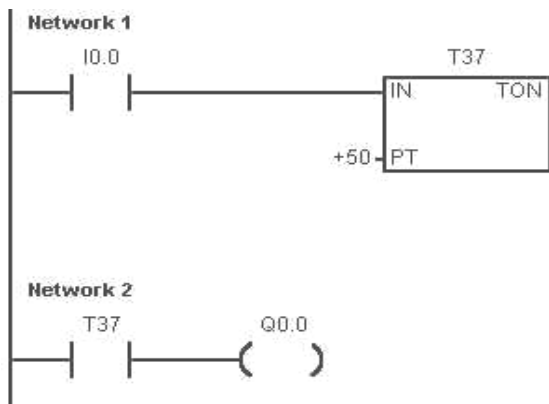
## PROGRAMACION DE PLCs SIMATIC S7-200

### FUNCIONES BASICAS

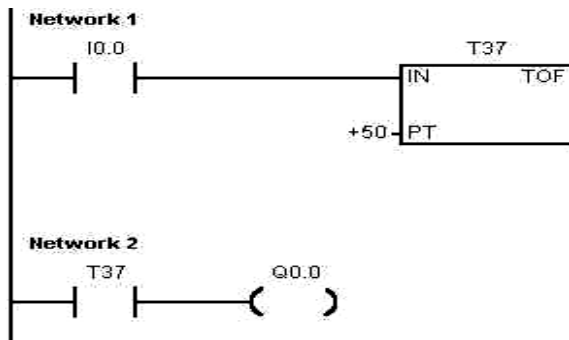


### TEMPORIZADORES

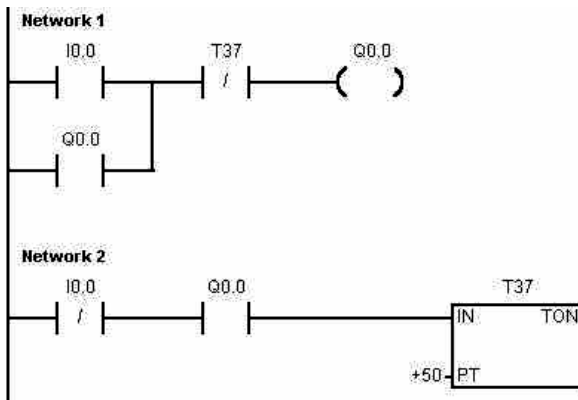
#### RETARDO A LA CONEXIÓN



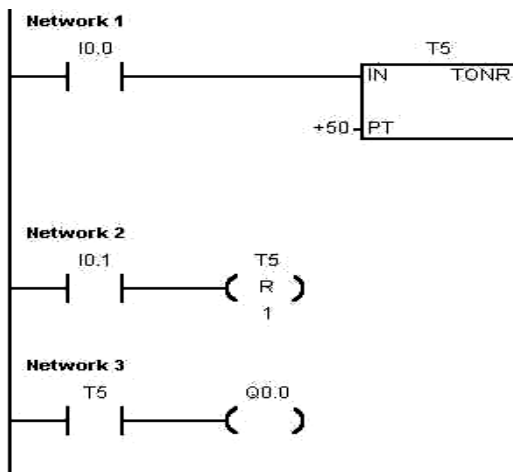
#### RETARDO A LA DESACTIVACIÓN



### **AUTORETENCION**



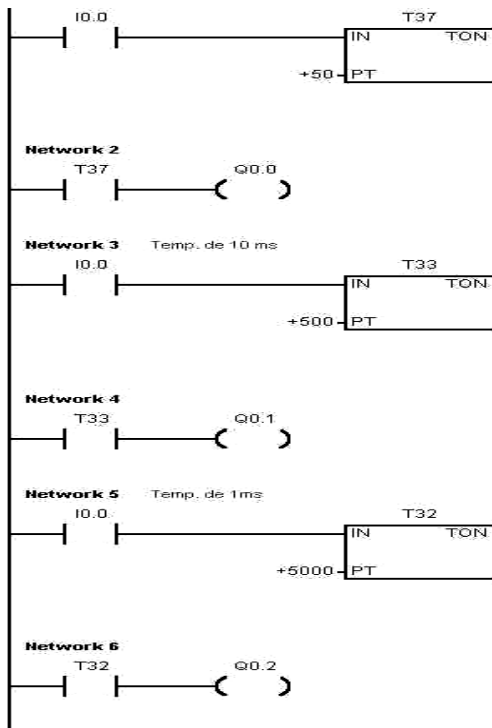
### **TEMPORIZADOR RETARDO A LA ACTIVACION MEMORISABLE**



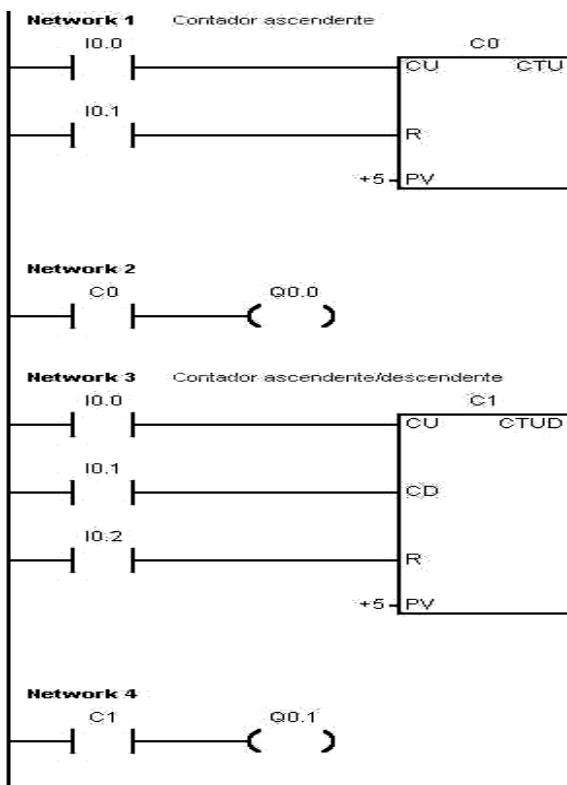
**Realice lo siguiente:**

- Explique los temporizadores TON y TONR**
- Programa en el PLC**
- De sus conclusiones**

**MANEJO DE TIEMPOS 1ms,10ms, 100ms**



## **CONTADORES**

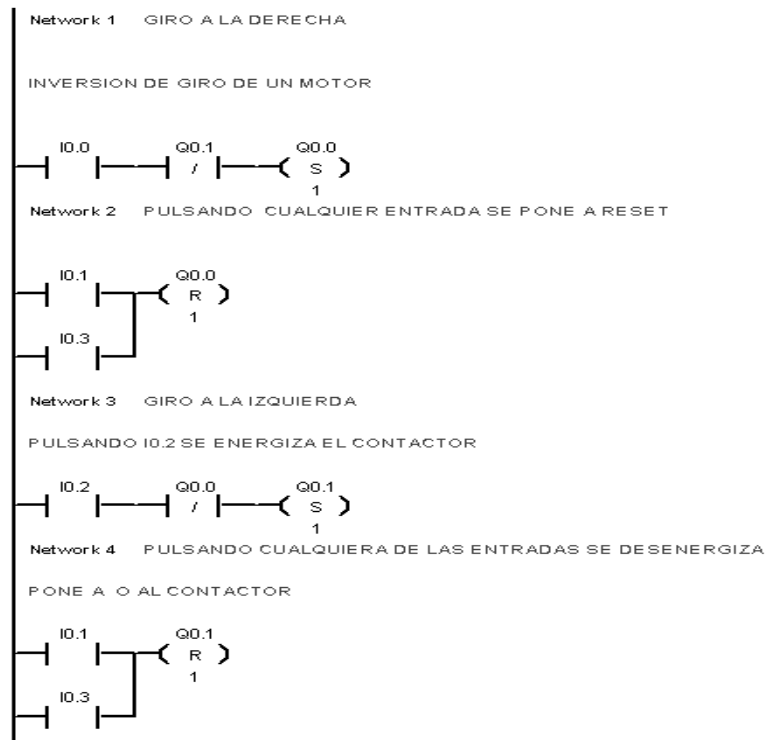


## **INVERSION DE GIRO DE UN MOTOR**

### **1. DIAGRAMA DE CONTACTOS LD**

*Realice lo siguiente:*

- d) *Programa en el PLC*
- e) *Verifique los tiempos*
- f) *Realice el esquema de potencia*
- g) *De sus conclusiones*
- h) *Realice el diagrama de tiempos*



## **2. LISTA DE INSTRUCCIONES AWL**

```
NETWORK 1            //GIRO A LA DERECHA
//
//INVERSION DE GIRO DE UN MOTOR
//
LD        IO.0
AN        Q0.1
S        Q0.0, 1

NETWORK 2            //PULSANDO CUALQUIER ENTRADA SE PONE A RESET
//
LD        IO.1
O        IO.3
R        Q0.0, 1

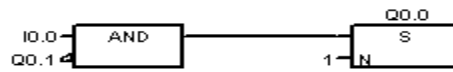
NETWORK 3            //GIRO A LA IZQUIERDA
//PULSANDO IO.2 SE ENERGIZA EL CONTACTOR
LD        IO.2
AN        Q0.0
S        Q0.1, 1

NETWORK 4            //PULSANDO CUALQUIERA DE LAS ENTRADAS SE DESENERGIZA
//PONE A 0 AL CONTACTOR
LD        IO.1
O        IO.3
R        Q0.1, 1
```

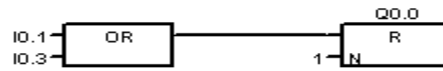
## **3. DIAGRAMA DE FUNCIONES FUP**

Network 1    GIRO A LA DERECHA

INVERSION DE GIRO DE UN MOTOR

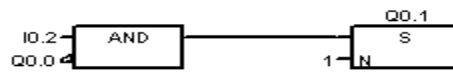


Network 2    PULSANDO CUALQUIER ENTRADA SE PONE A RESET



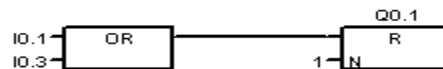
Network 3    GIRO A LA IZQUIERDA

PULSANDO IO.2 SE ENERGIZA EL CONTACTOR



Network 4    PULSANDO CUALQUIERA DE LAS ENTRADAS SE DESENERGIZA

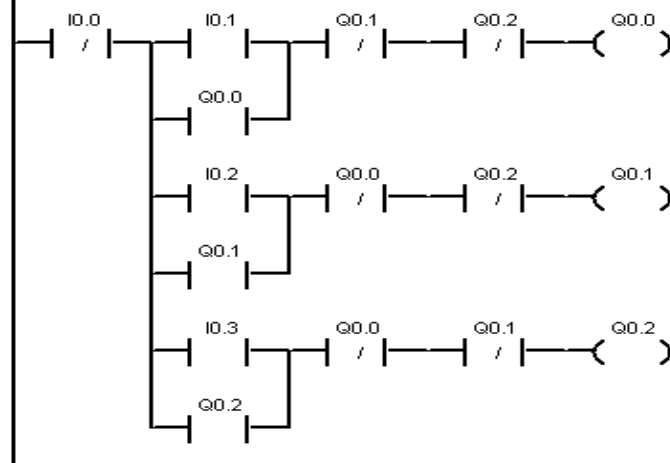
PONE A 0 AL CONTACTOR



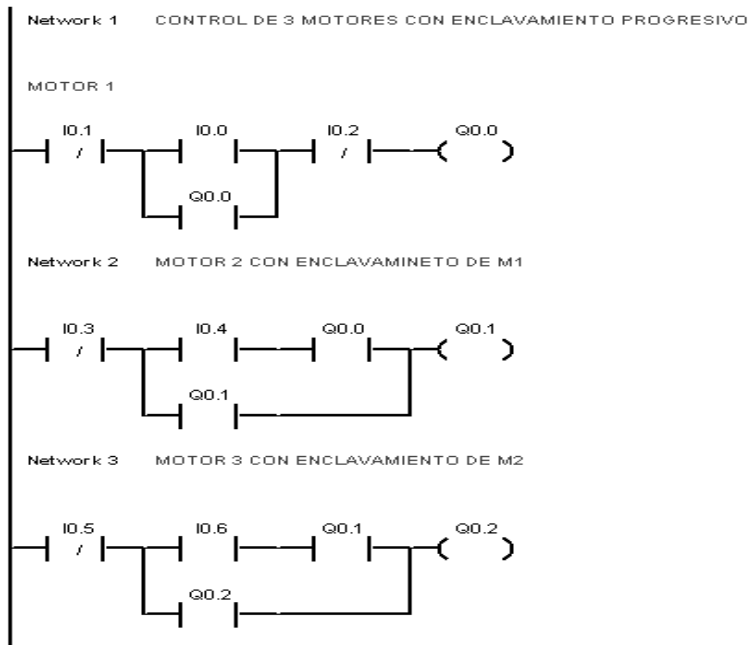
## **CONTROL CON ENCLAVAMIENTO MUTUO**

Network 1    CONEXION ALTERNATIVA DE 3 CONTACTORES CON ENCLAVAMIENTO MUTUO

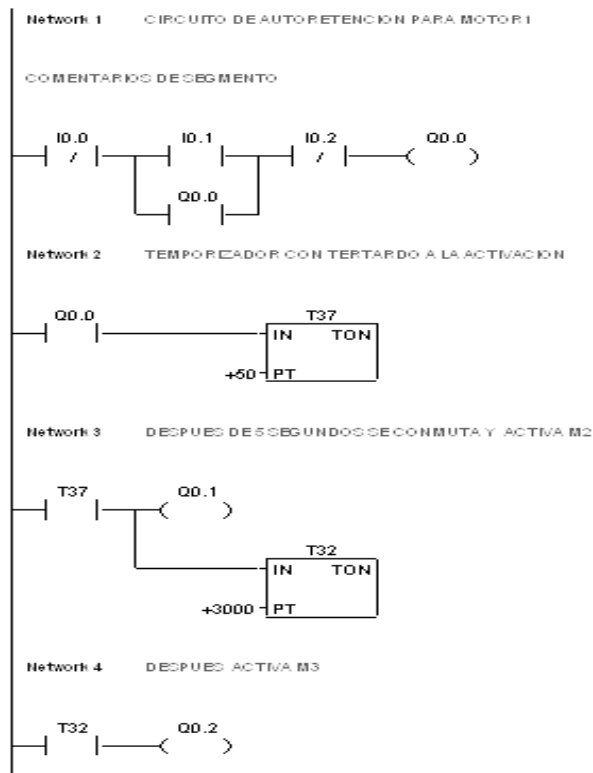
REALIZADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES



**EL SIGUIENTE PROGRAMA CONTROLA EL ARRANQUE DE 3 MOTORES CON ENCLAVAMIENTO PROGRESIVO**



**EL SIGUIENTE PROGRAMA CONTROLA EL ARRANQUE SECUENCIAL DE 3 MOTORES CON TEMPORIZADORES TON**



**PROGRAMA REALIZADO EN LISTA DE INSTRUCCIONES AWL**

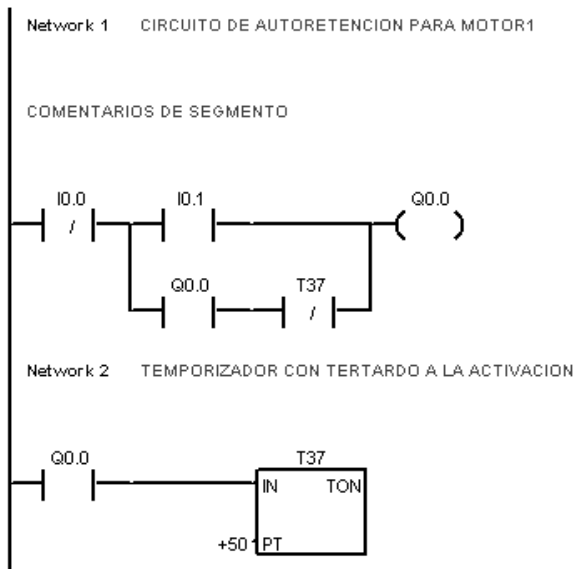
**NETWORK 1 //CIRCUITO DE AUTORETENCIÓN PARA MOTOR1**

```
//  
//COMENTARIOS DE SEGMENTO  
//  
LDN I0.0  
LD I0.1  
O Q0.0  
ALD  
AN I0.2  
= Q0.0  
  
NETWORK 2 //TEMPORIZADOR CON TERTARDO A LA ACTIVACION  
//  
LD Q0.0  
TON T37, +50  
  
NETWORK 3 //DESPUES DE 5 SEGUNDOS SE CONMUTA Y ACTIVA M2  
//  
LD T37  
= Q0.1  
TON T32, +3000  
  
NETWORK 4 //DESPUES ACTIVA M3  
//  
LD T32  
= Q0.2
```

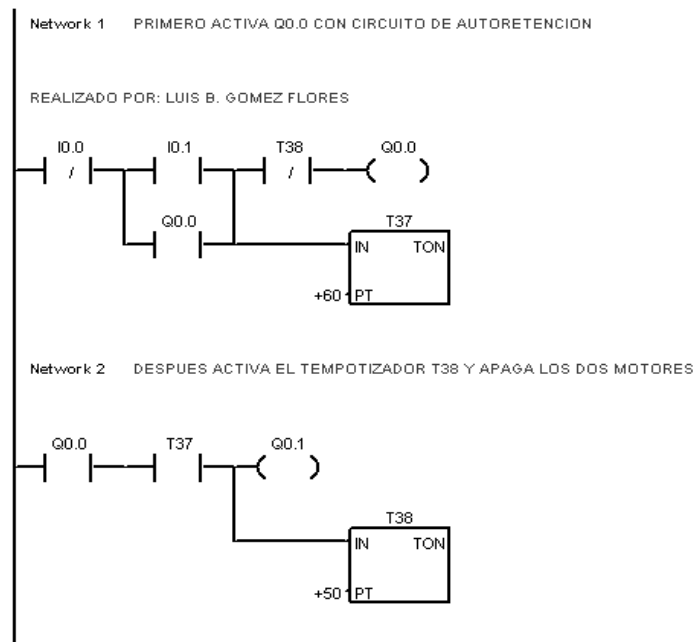
**Realice lo siguiente:**

- a) Programa en el PLC**
- c) Verifique los tiempos**
- d) Realice el esquema de potencia**
- e) De sus conclusiones**
- f) Realice el diagrama de tiempos**

**CONTROL AUTOMATICO DE ENCENDIDO Y APAGADO DE UN ACTUADOR**



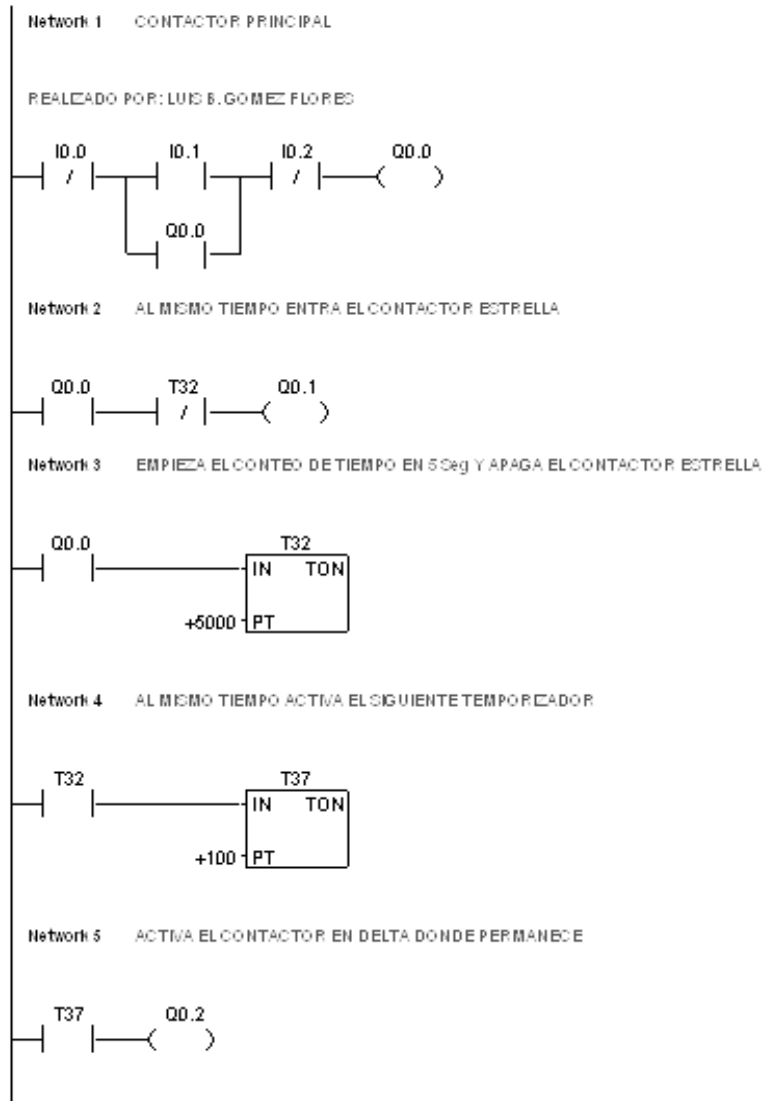
**EL SIGUIENTE PROGRAMA CONTROLA EL ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMÁTICO DE DOS ACTUADORES**



**Realice lo siguiente:**

- **Programe en el PLC**
- **Explique el funcionamiento del TON**
- **Identifique las entradas como salidas**
- **De sus conclusiones**

**PROGRAMA DE CONTROL ARRANQUE ESTRELLA –TRIANGULO**



***Realice lo siguiente:***

- ***Programe en el PLC***
- ***Explique el funcionamiento del TON***
- ***Identifique las entradas como salidas***
- ***De sus conclusiones***
- ***Realice el diagrama de tiempos***
- ***Realice el conexionado correspondiente***

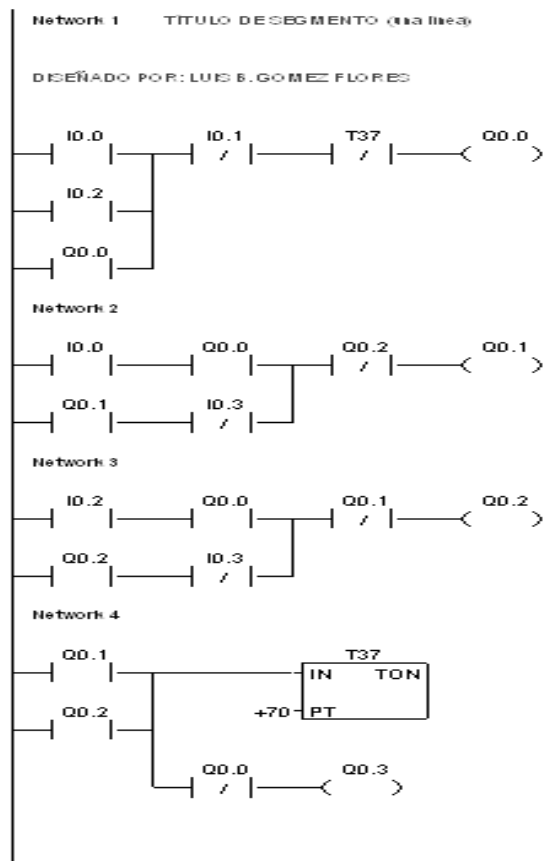
**EL SIGUIENTE PROGRAMA REALIZA EL CONTROL DE UN ARRANQUE ESTRELLA/TRIANGULO CON INVERSION DE GIRO**

**Realice lo siguiente:**

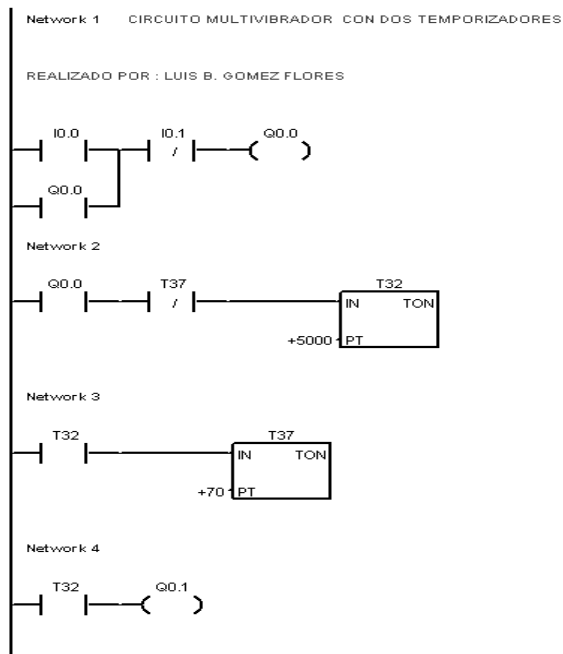
- **Programe en el PLC**
- **Explique el funcionamiento del TON**
- **Identifique las entradas como salidas**
- **De sus conclusiones**
- **Realice el diagrama de tiempos**

| Nombre             | Dirección | Comentario                           |
|--------------------|-----------|--------------------------------------|
| MARCHA             | I0.0      | PONE EN MARCHA EL MOTOR A LA DERECHA |
| PROTECCION         | I0.1      | PARADA                               |
| MARACHA_I          | I0.2      | PONE EN MARCHA A LA IZQUIERDA        |
| PARADA             | I0.3      | PARADA DEL SISTEMA                   |
| CONTACTOR_ESTRELLA | Q0.0      | SALIDA 1                             |
| CONTACTOR_D        | Q0.1      | MOTOR DERECHA                        |
| CONTACTOR_I        | Q0.2      | MOTOR IZQUIERDA                      |
| CONTACTOR_DELTA    | Q0.3      | SALIDA 2                             |

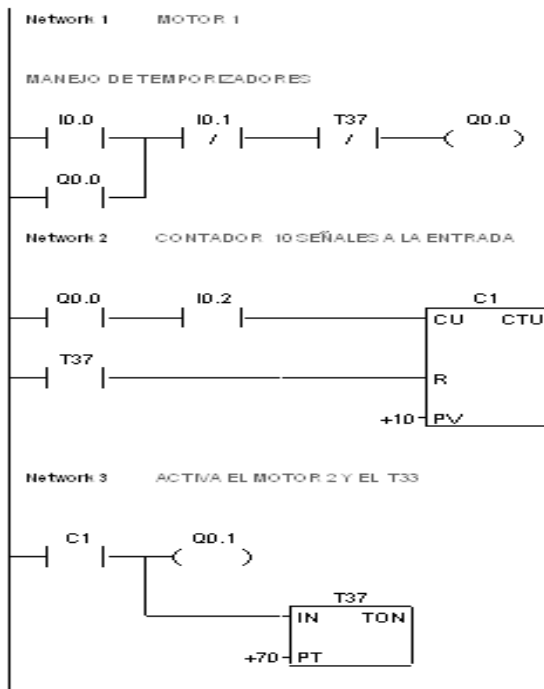
**DIAGRAMA DE CONTACTOS LD**



## MULTIVIBRADOR CON TEMPORIZADORES

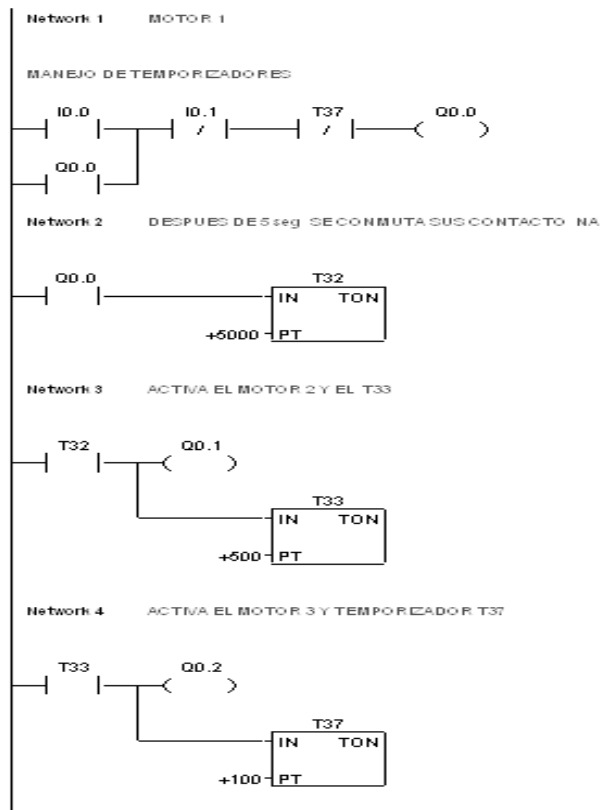


## CONTROL DE UN MOTOR CON SEÑALES DE CONTAJE PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMATICO

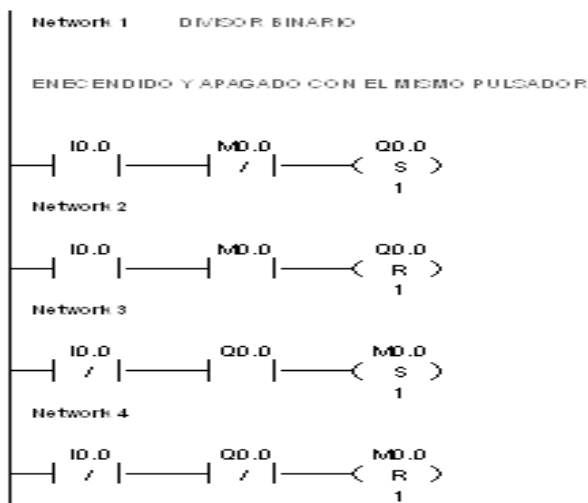


- Programe en el PLC
- Explique el funcionamiento del TON
- Identifique las entradas como salidas

**EL SIGUIENTE PROGRAMA CONTROLA LA SECUENCIA EN CASCADA DE 3 MOTORES MANEJANDO TEMPORIZADORES**



**PROGRAMA QUE ENCIENDE Y APAGA LA SALIDA Q0.0 CON IO.0**



- Programe en el PLC
- Explique el funcionamiento del TON
- Identifique las entradas como salidas
- De sus conclusiones

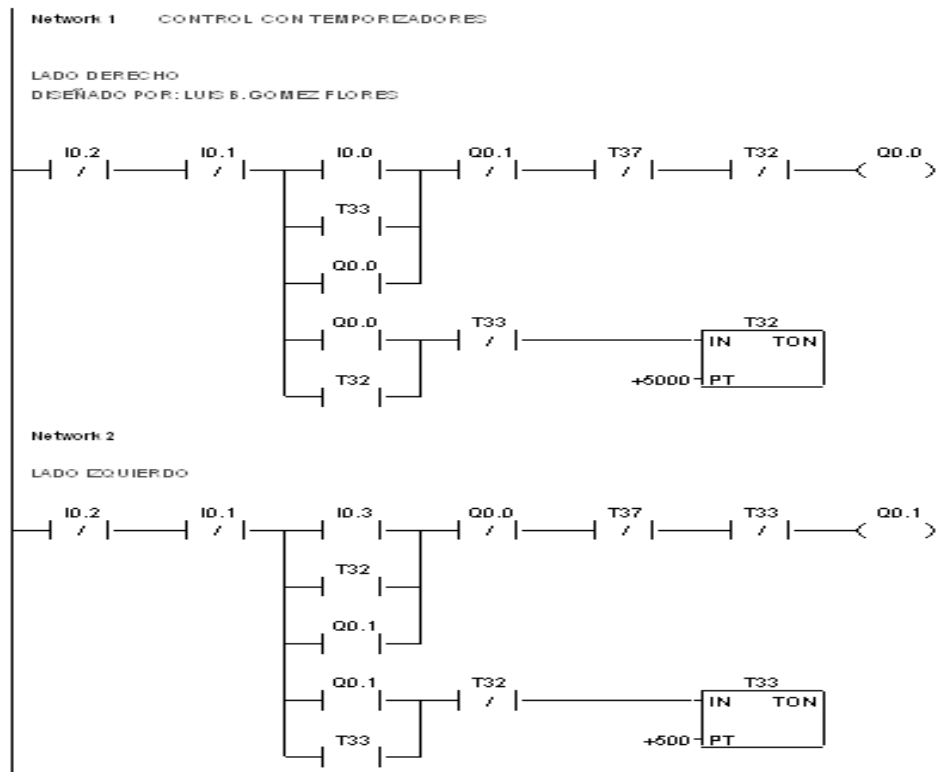
**EJEMPLO DE CONTROL CON TEMPORIZADOR TON**

```
//TEMPORIZADORES
//ESTE EJEMPLO SE PUEDE APLICAR A CUALQUIER SITUACION

NETWORK 1          //CONTROL CON TEMPORIZADORES
//
//LADO DERECHO
//DISEÑADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES
//
LDN      IO.2
AN       IO.1
LPS
LD       IO.0
O        T33
O        Q0.0
ALD
AN       Q0.1
AN       T37
AN       T32
=        Q0.0
LPP
LD       Q0.0
O        T32
ALD
AN       T33
TON      T32, +5000

NETWORK 2
//LADO IZQUIERDO
LDN      IO.2
AN       IO.1
LPS
LD       IO.3
O        T32
O        Q0.1
ALD
AN       Q0.0
AN       T37
AN       T33
=        Q0.1
LPP
LD       Q0.1
O        T33
ALD
AN       T32
TON      T33, +500
```

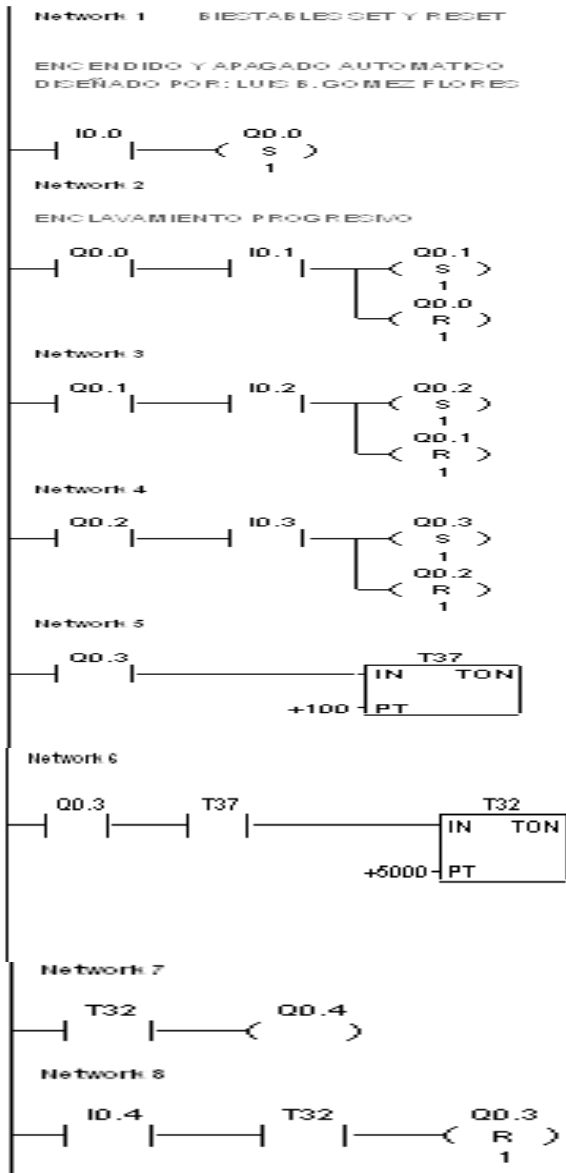
**PROGRAMA EN DIAGRAMA DE CONTACTOS**



## EJEMPLO DE CONTROL LD CON BIESTABLES

*Realice lo siguiente:*

- *Programa en el PLC*
- *Explique el funcionamiento del TON*
- *Identifique las entradas como salidas*
- *De sus conclusiones*



**PROGRAMA REALIZADO EN LISTA DE INSTRUCCIONES AWL**

```
//SIMATIC S7-200
//CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES
//DISEÑADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES

NETWORK 1      //BIESTABLES SET Y RESET
//
//ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMATICO

LD      IO.0
S        Q0.0, 1

NETWORK 2
//ENCLAVAMIENTO PROGRESIVO
LD      00.0
A        IO.1
S        00.1, 1
R        Q0.0, 1

NETWORK 3
LD      00.1
A        IO.2
S        00.2, 1
R        Q0.1, 1

NETWORK 4
LD      00.2
A        IO.3
S        00.3, 1
R        Q0.2, 1

NETWORK 5
LD      00.3
TON      T37, +100

NETWORK 6
LD      00.3
A        T37
TON      T32, +5000

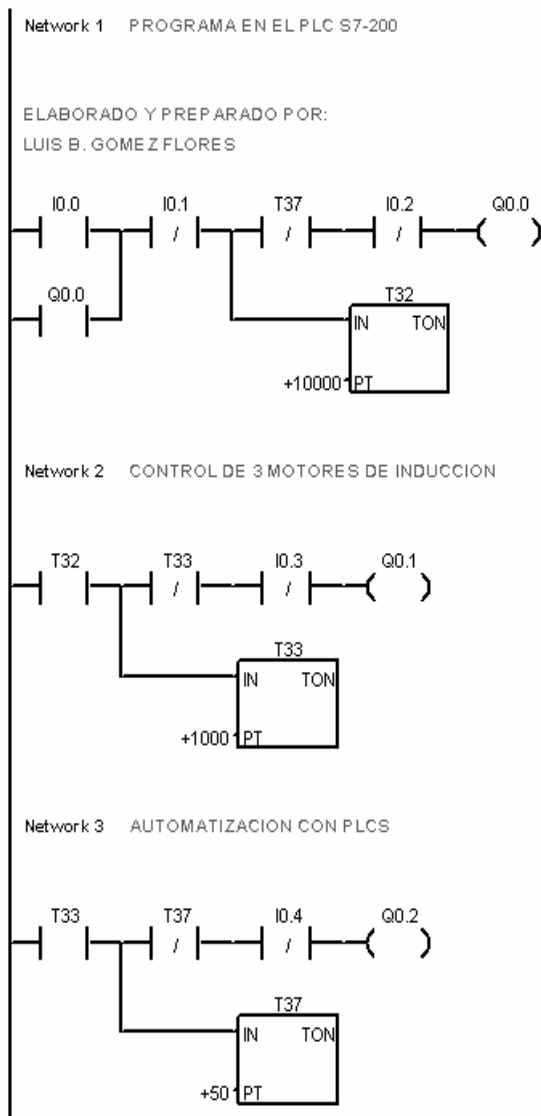
NETWORK 7
LD      T32
=        Q0.4

NETWORK 8
LD      IO.4
A        T32
R        Q0.3, 1
```

**EL SIGUIENTE PROGRAMA REALIZA EL CONTROL DE TRES ACTUADORES CON TIEMPOS SUCESIVOS Y EL APAGADO ES DE FORMA AUTOMATICA**

*Realice lo siguiente:*

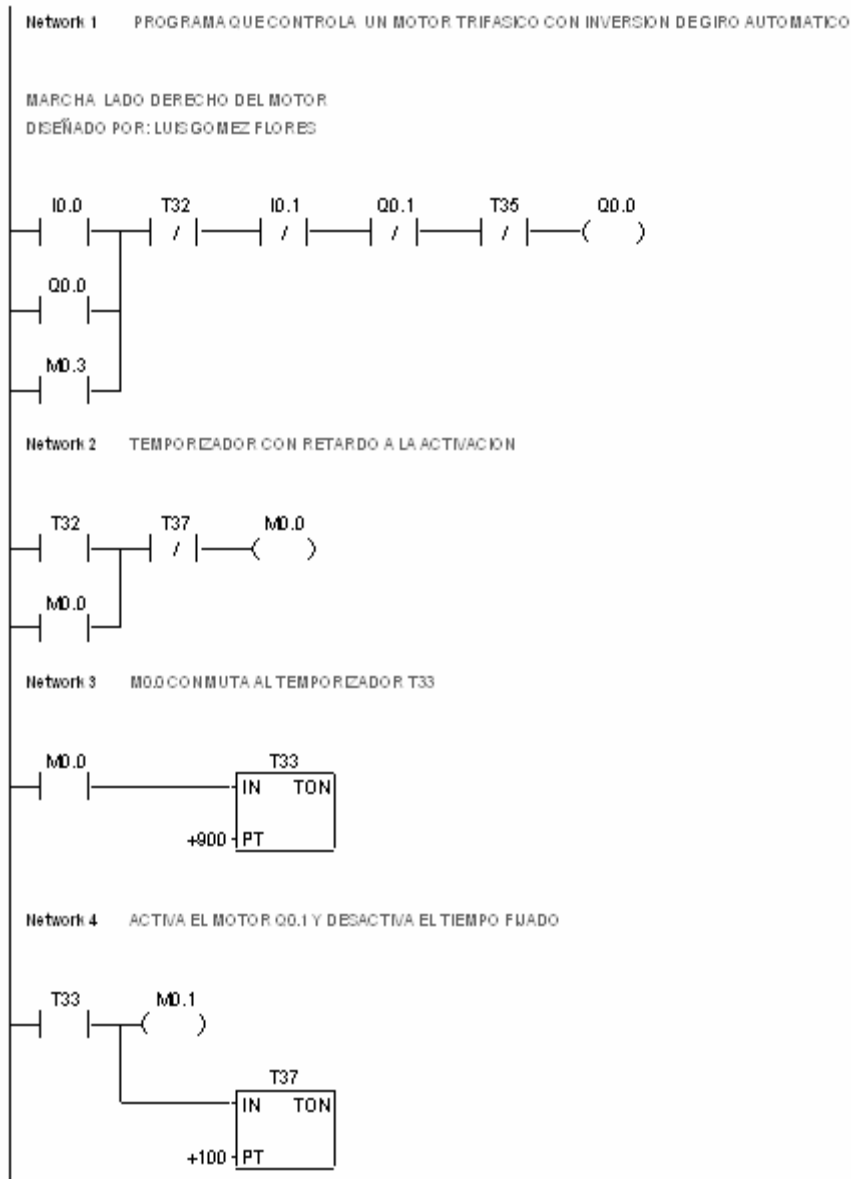
- Programa en el PLC
- Verifique los tiempos
- Realice el esquema de potencia
- De sus conclusiones
- Realice el diagrama de tiempos

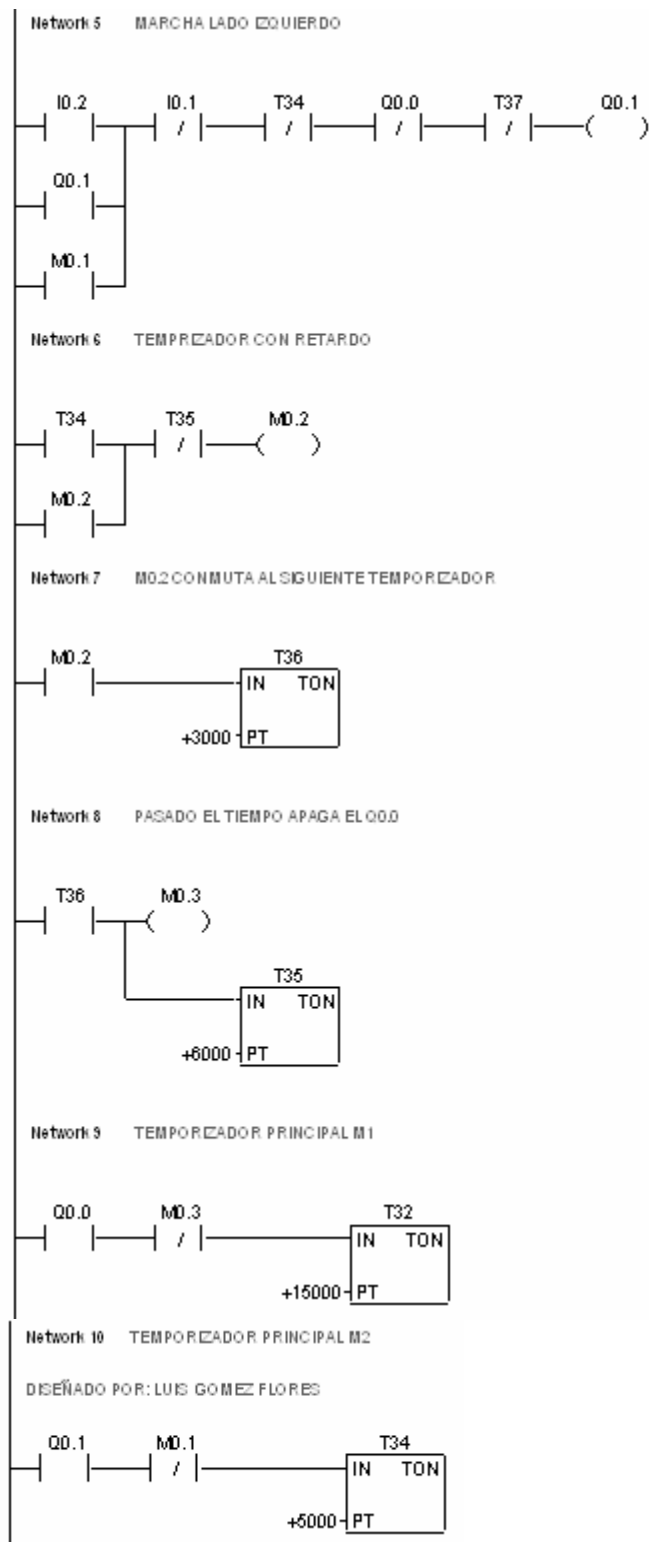


**EL SIGUIENTE PROGRAMA CONTROLA EN FORMA AUTOMATICA UN MOTOR TRIFASICO CON INVERSION DEL SENTIDO DE GIRO**

**Realice lo siguiente:**

- **Programa en el PLC**
- **Verifique los tiempos**
- **Realice el esquema de potencia**
- **De sus conclusiones**
- **Realice el diagrama de tiempos**



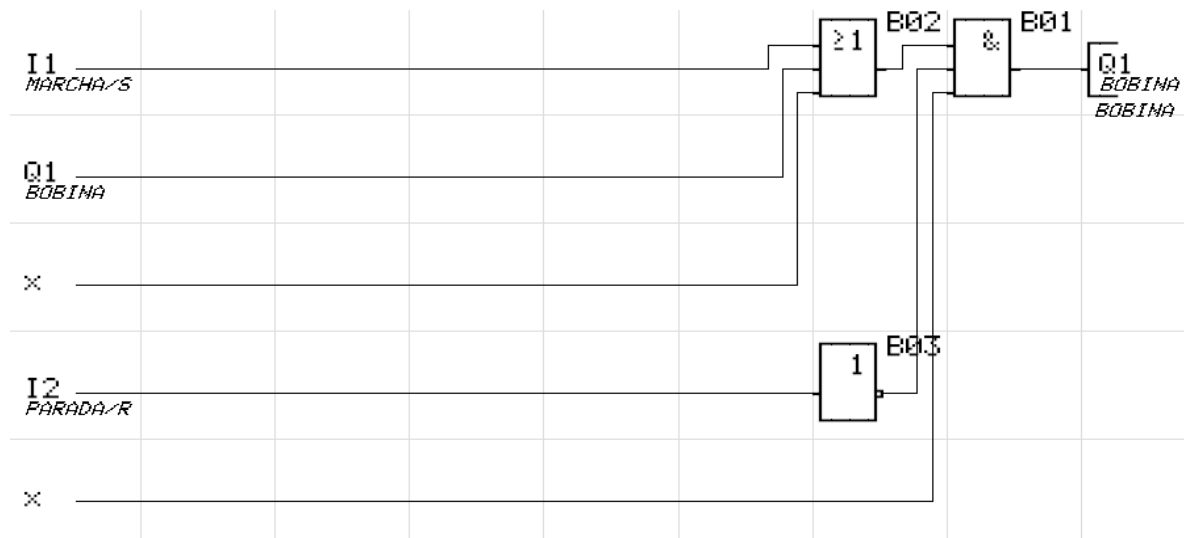


## DIAGRAMA DE FUNCIONES EJEMPLOS DE PROGRAMACION EN EL LOGO

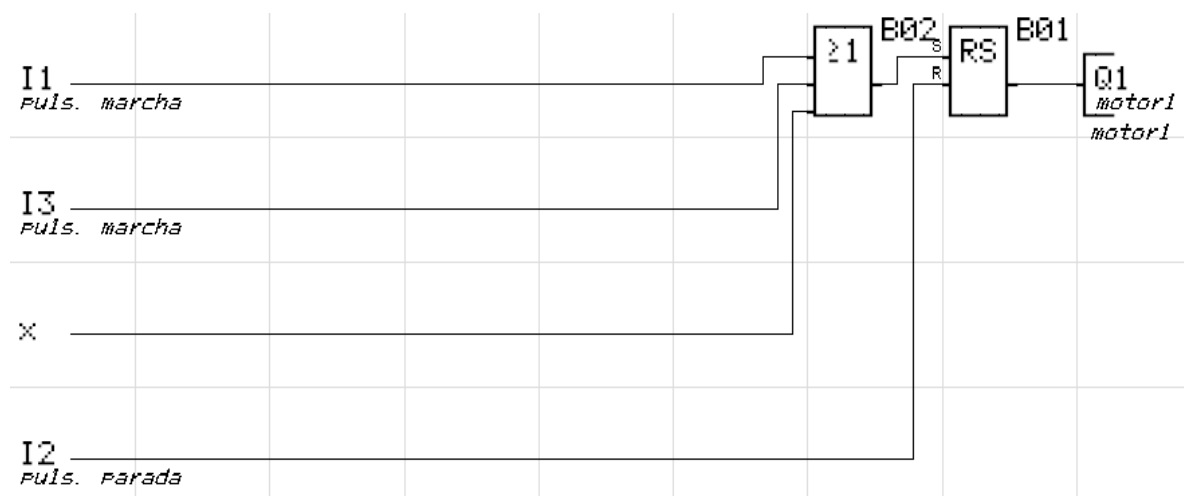
Constituye un lenguaje simbólico de programación está especialmente indicado para los usuarios familiarizados con la electrónica digital.

### **LOGICA COMBINACIONAL**

**MANEJO DE FUNCIONES LOGICAS AND, OR, NOT.**

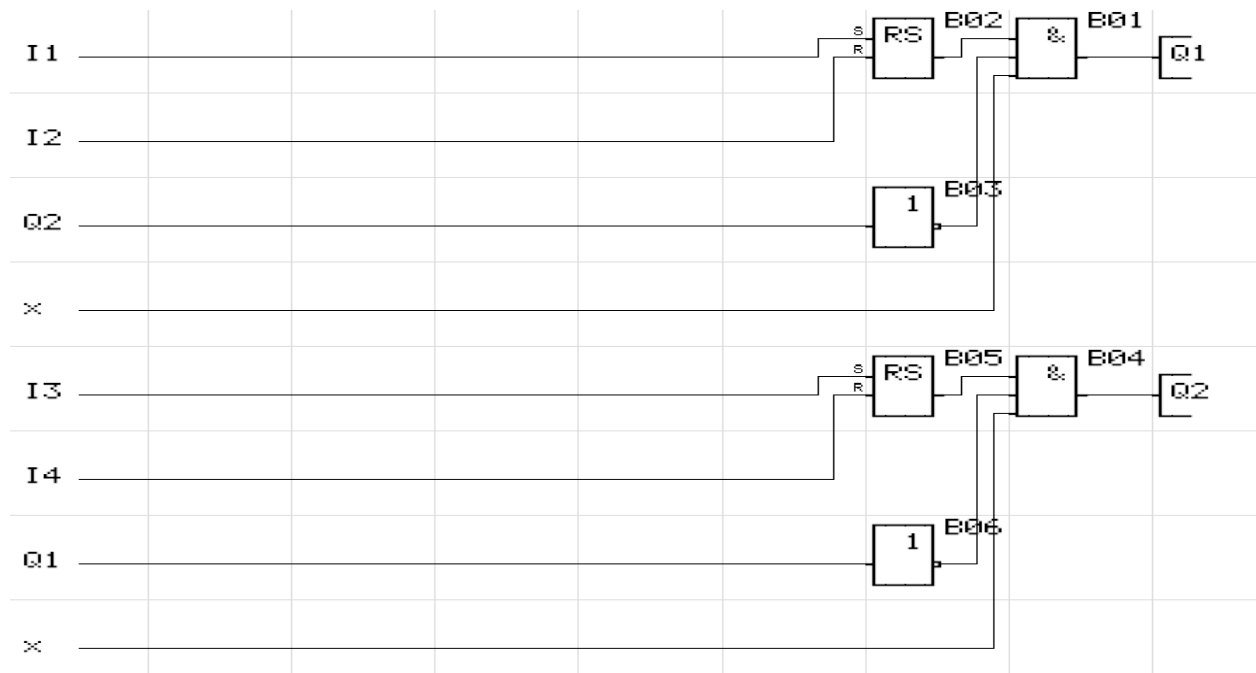


### **CONTROL CON BIESTABLE MEMORIZABLE**



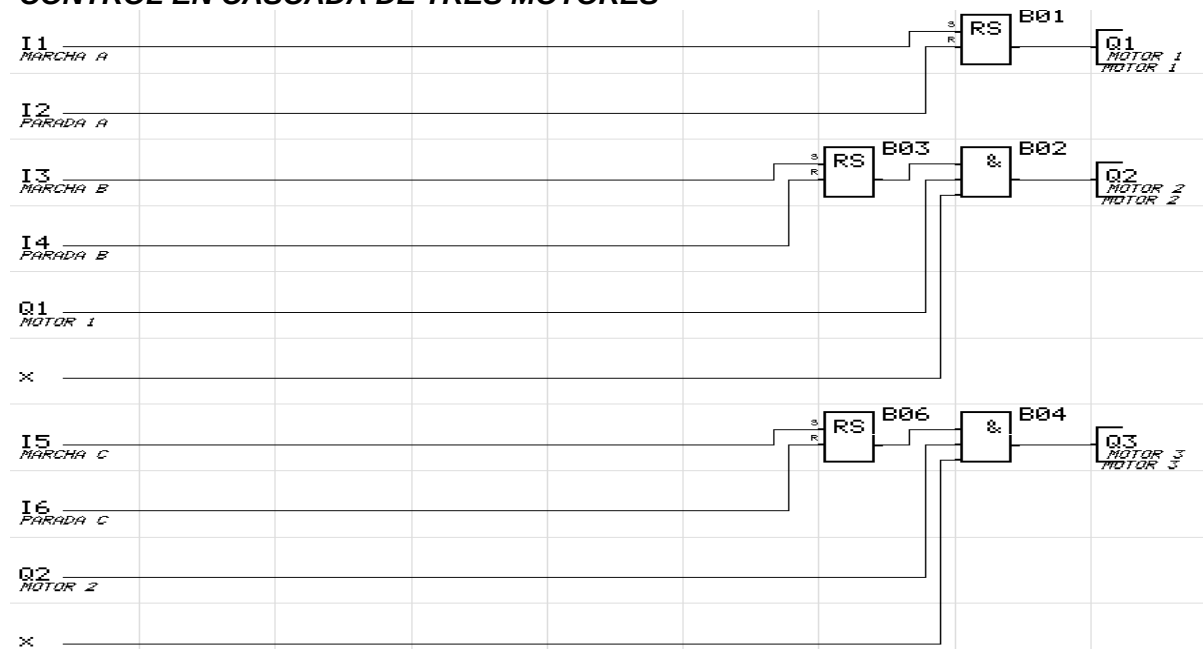
- a) **Programe en el logo**
- b) **Realice la conexión para la etapa de potencia**
- c) **Verifique el funcionamiento en el simulador**
- d) **De sus conclusiones**

## CONTROL DE MOTORES DE INDUCCION INVERSION DE GIRO DE UN MOTOR TRIFASICO DE INDUCCION

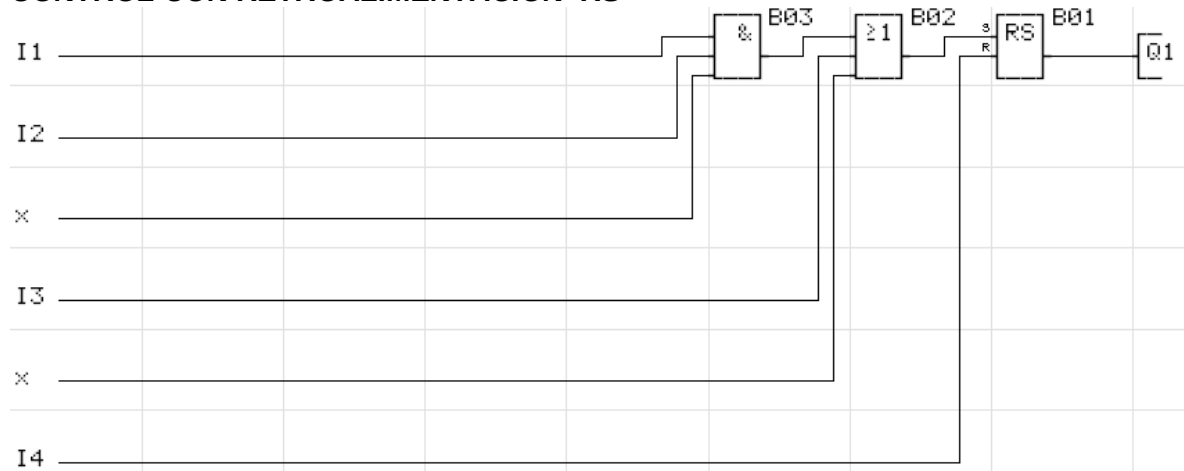


- Programa en el logo
- Verifique el funcionamiento
- De sus conclusiones

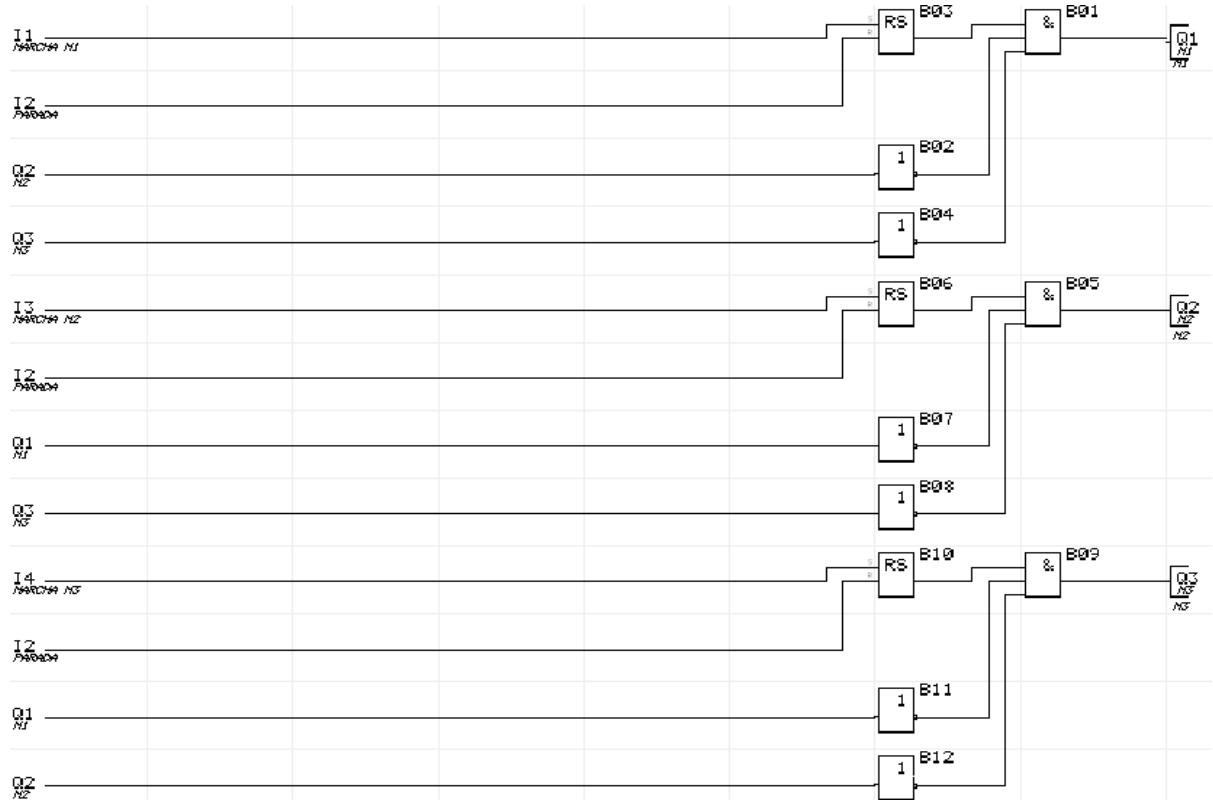
## CONTROL EN CASCADA DE TRES MOTORES



### CONTROL CON RETROALIMENTACION RS

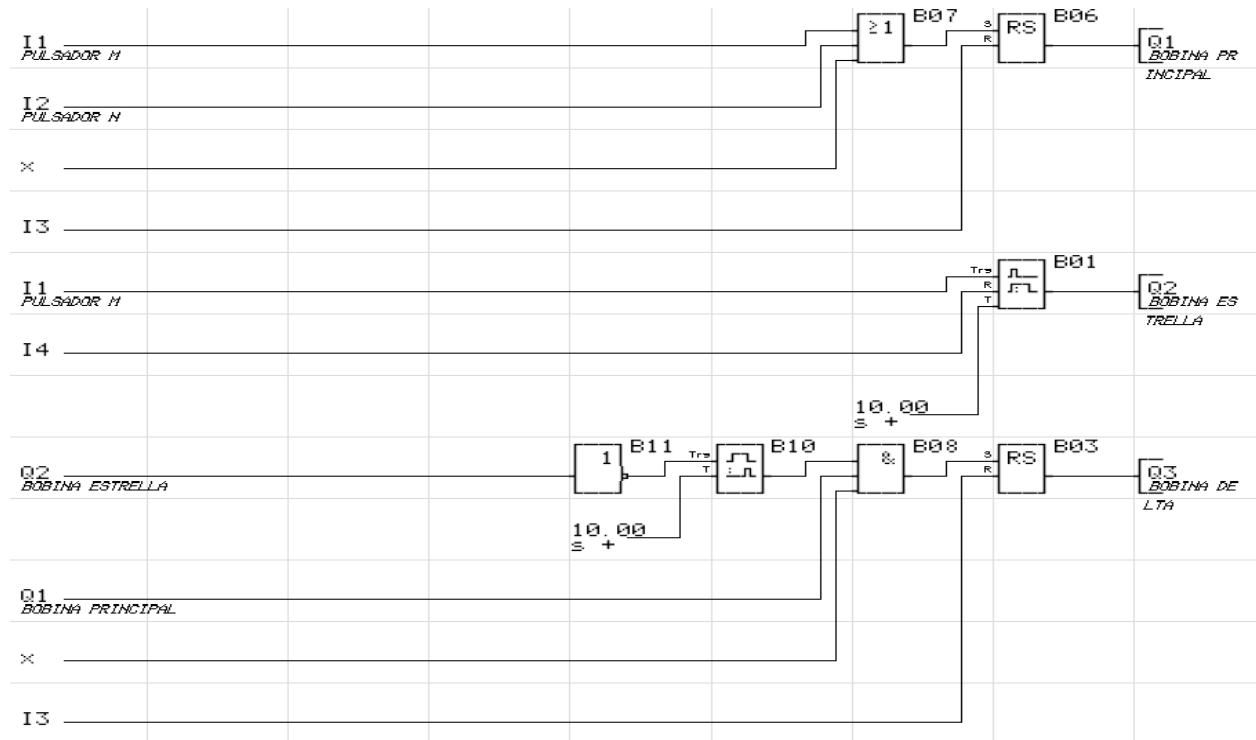


### CONEXIÓN ALTERNATIVA DE TRES CONTACTORES CON ENCLAVAMIENTO MUTUO



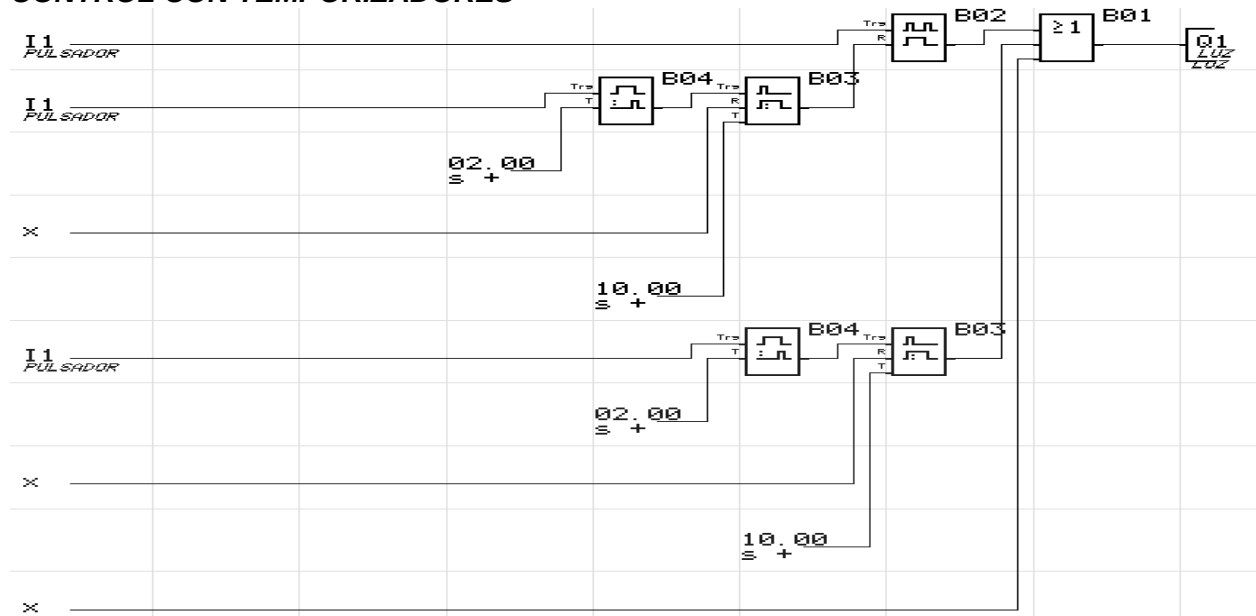
- Programe en el logo
- Verifique el funcionamiento
- De sus conclusiones

## ARRANQUE ESTRELLA- TRIANGULO



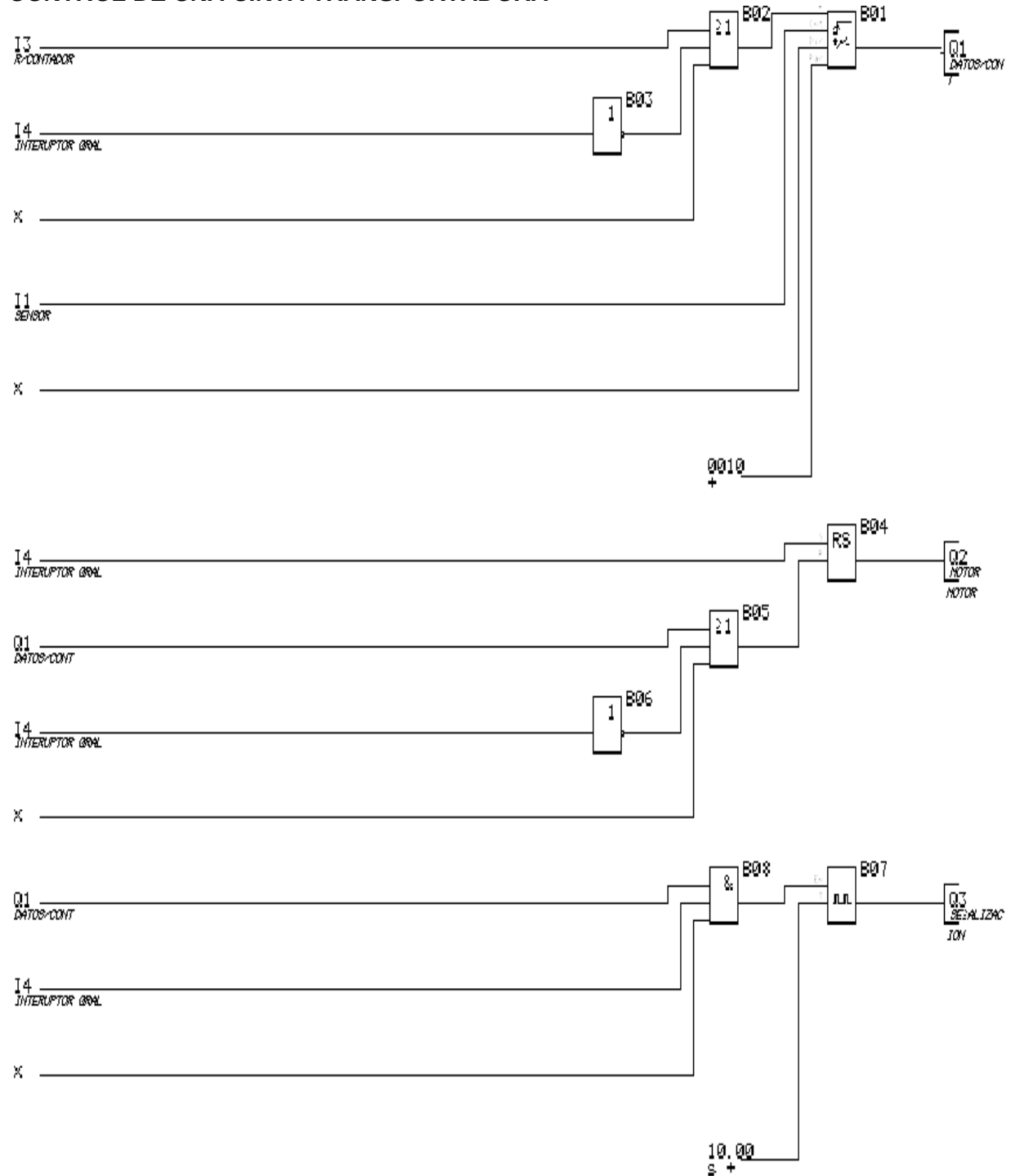
- Programe en el Logo
- Verifique en el simulador
- De sus conclusiones

## CONTROL CON TEMPORIZADORES



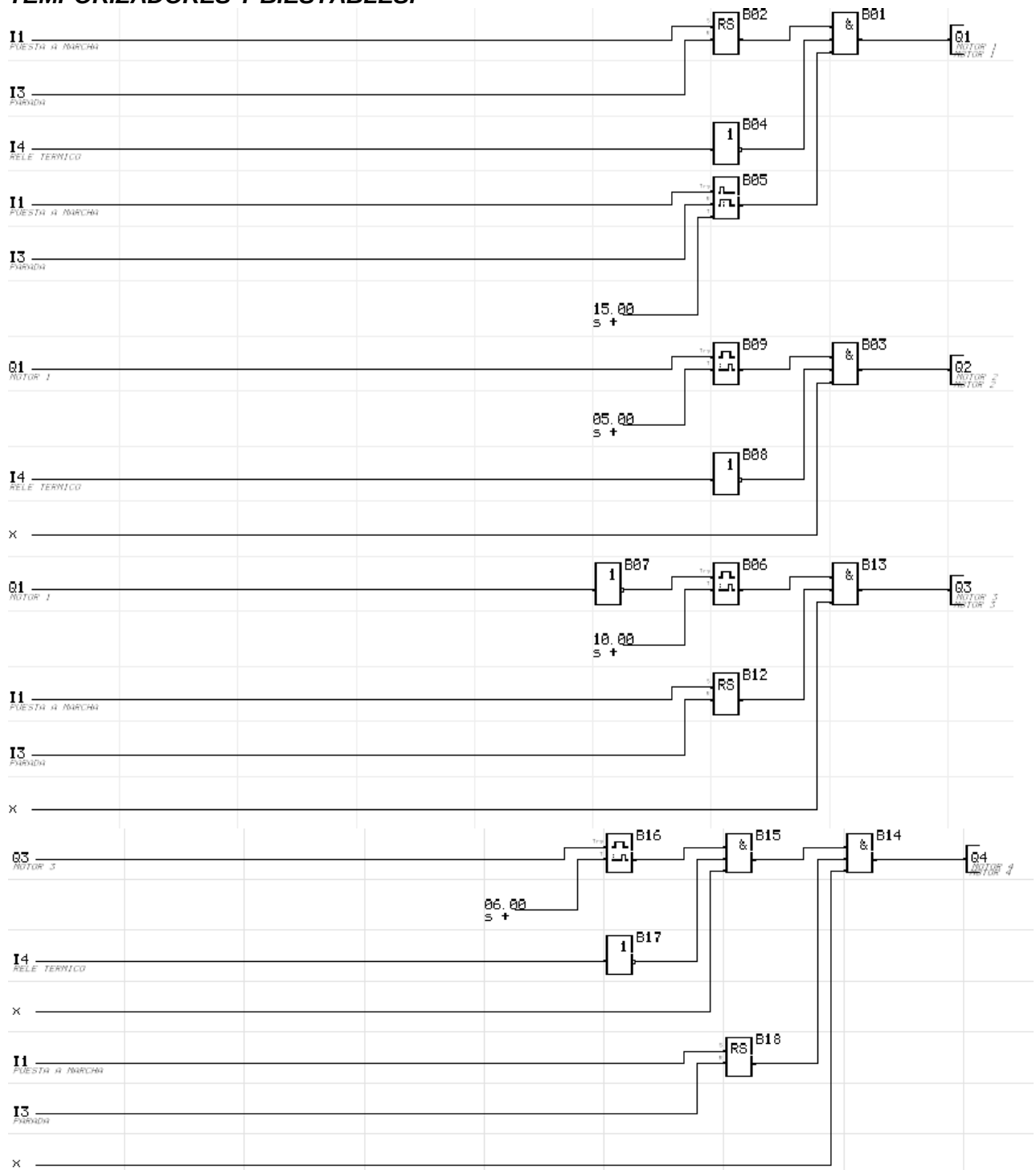
## PROGRAMA EN EL LOGO

## CONTROL DE UNA CINTA TRANSPORTADORA



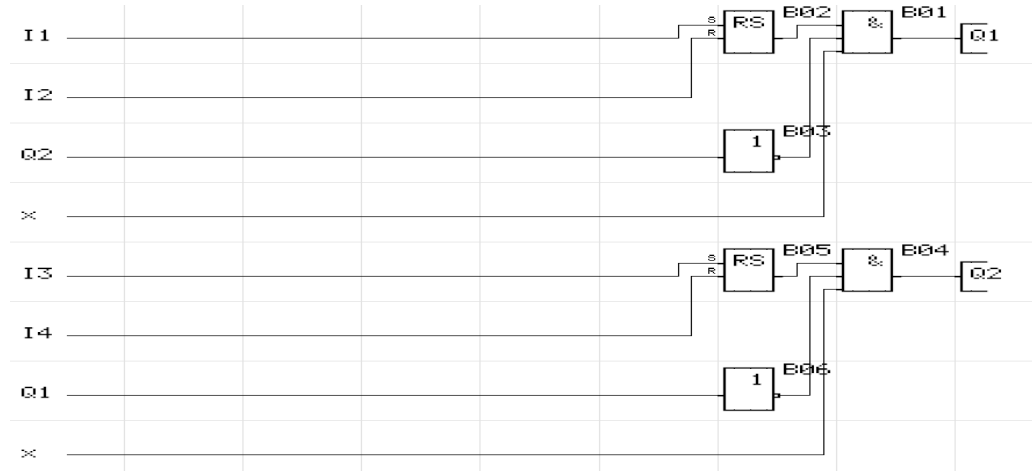
- Programe en el PLCs Logo
- Explique el funcionamiento
- Implemente el control para la segunda cinta transportadora y complete el control de ambos

**EL SIGUIENTE PROGRAMA CONTROLA 4 ACTUADORES, UTILIZANDO TEMPORIZADORES Y BIESTABLES.**



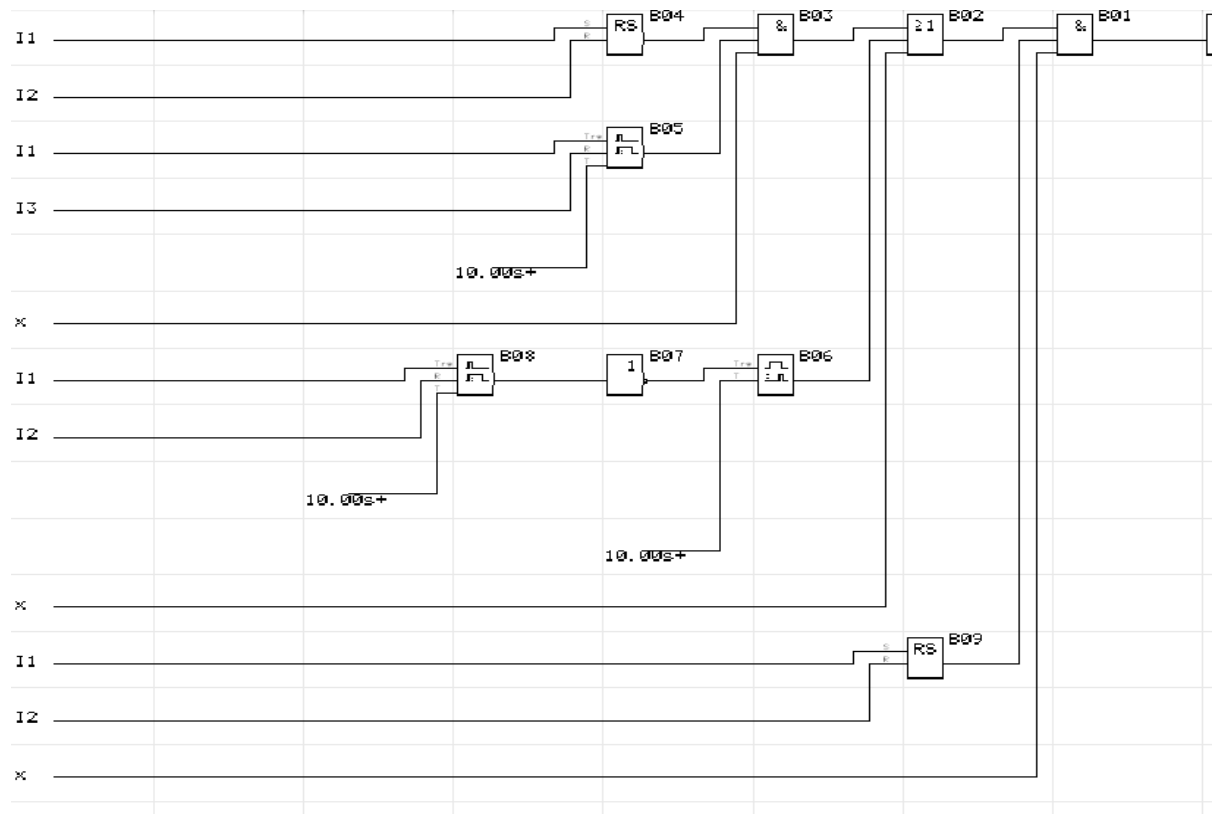
- Programe en el PLC
- Explique el funcionamiento
- De sus conclusiones

### INVERSION DE GIRO DE UN MOTOR TRIFASICO



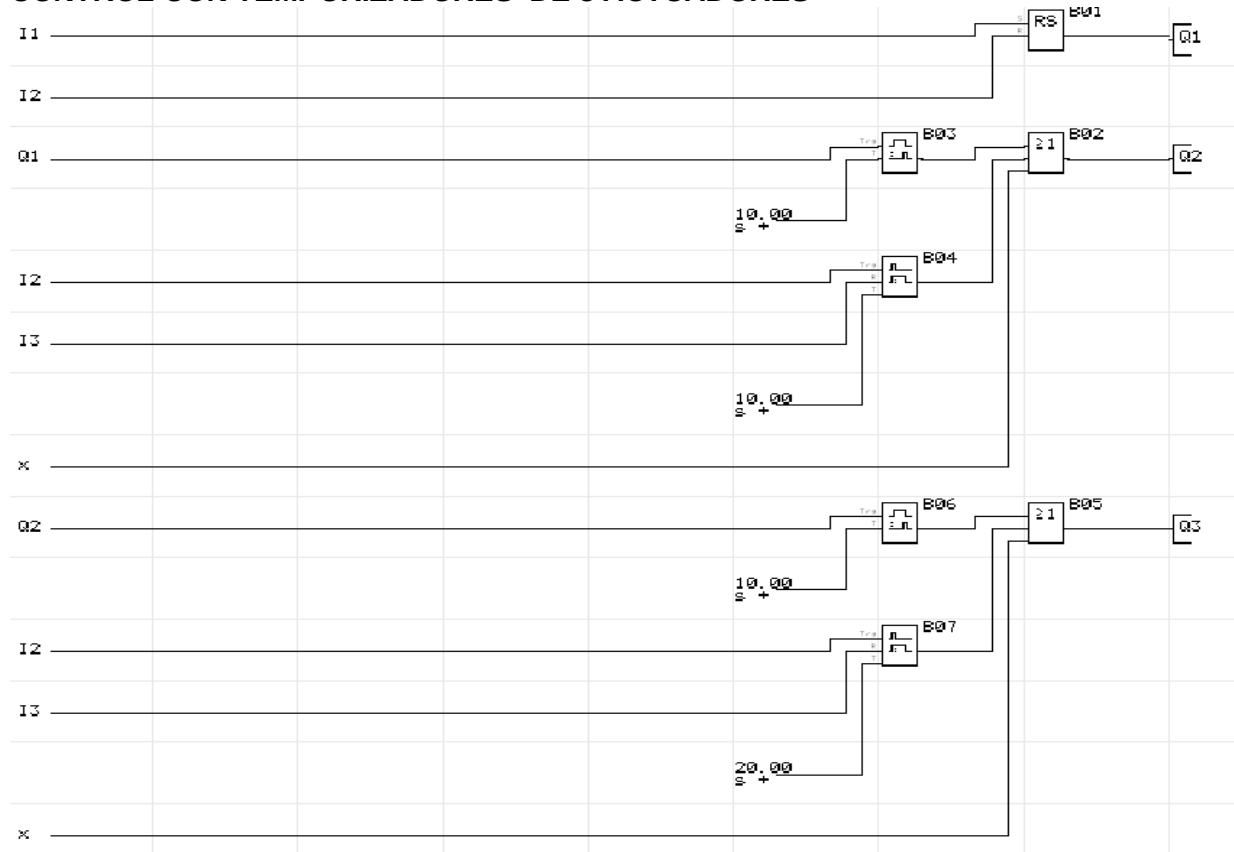
**Programe en el logo**  
**Verifique el funcionamiento**  
**De sus conclusiones**

### CONTROL DE UN MOTOR CON TEMPORIZADORES FORMA CICLICA

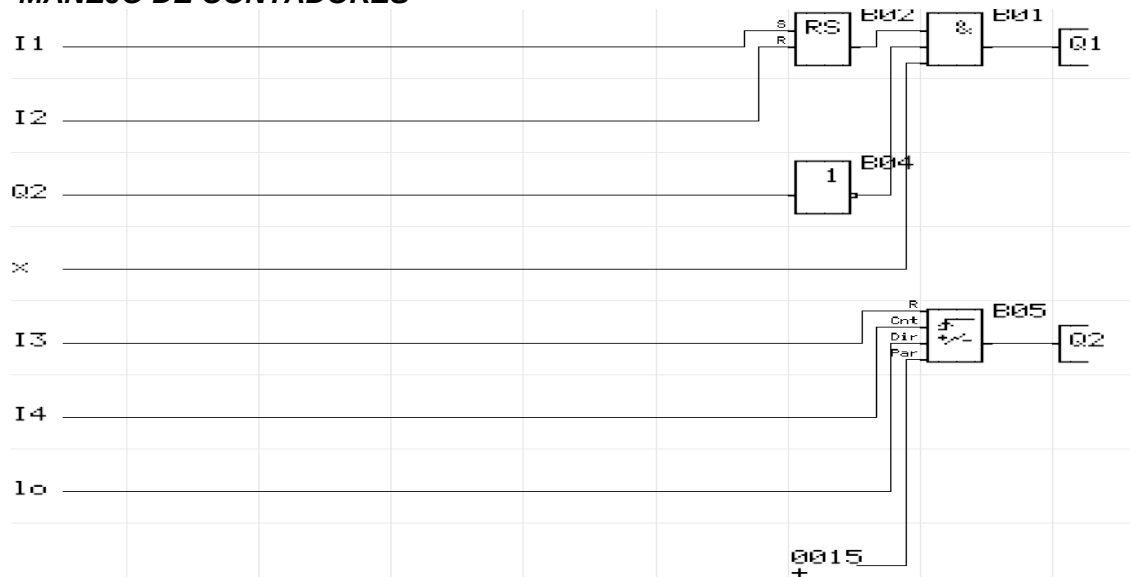


- Programe en el LOGO
- Realice la simulación correspondiente
- Verifique su funcionamiento

### CONTROL CON TEMPORIZADORES DE 3 ACTUADORES

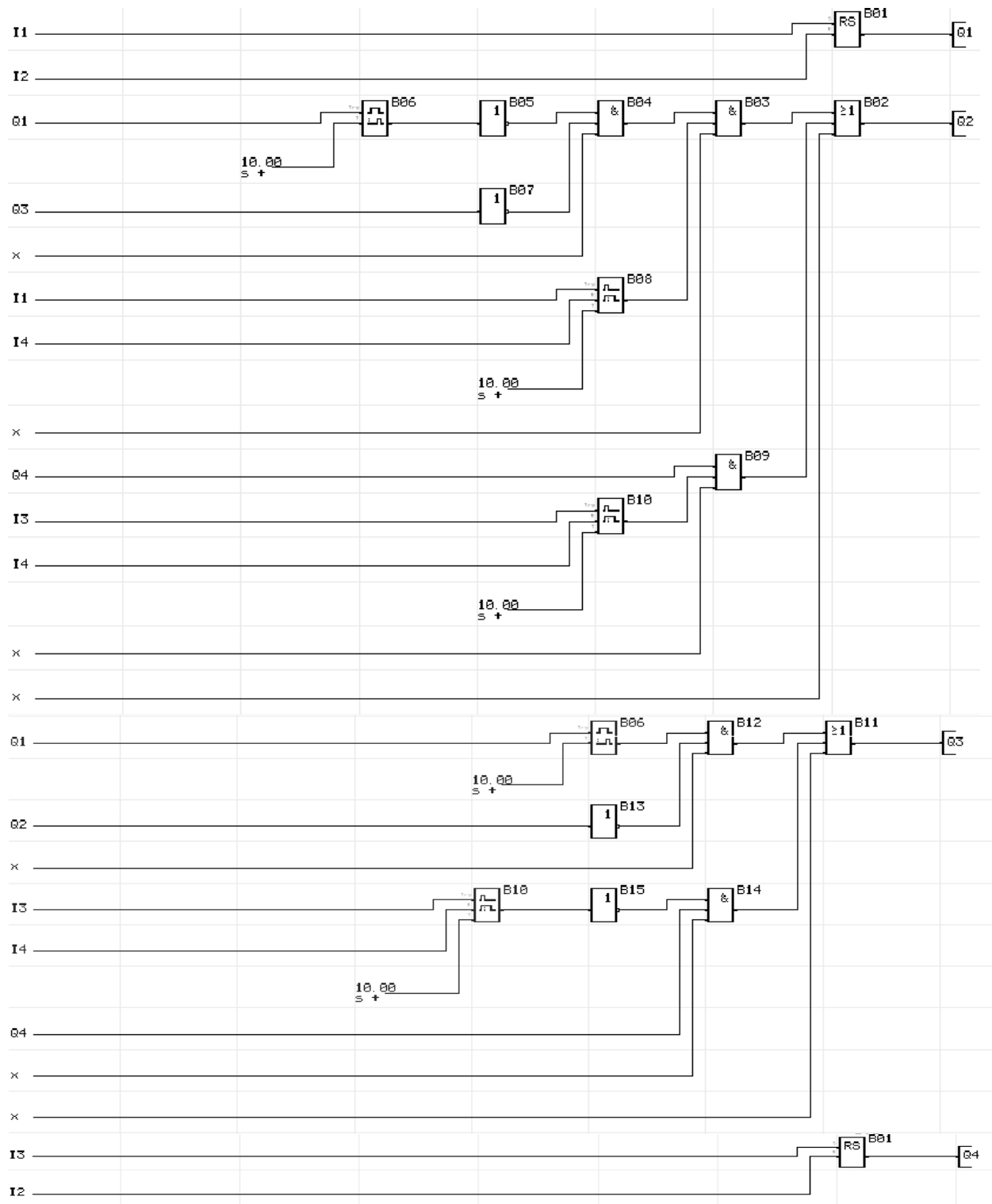


### MANEJO DE CONTADORES



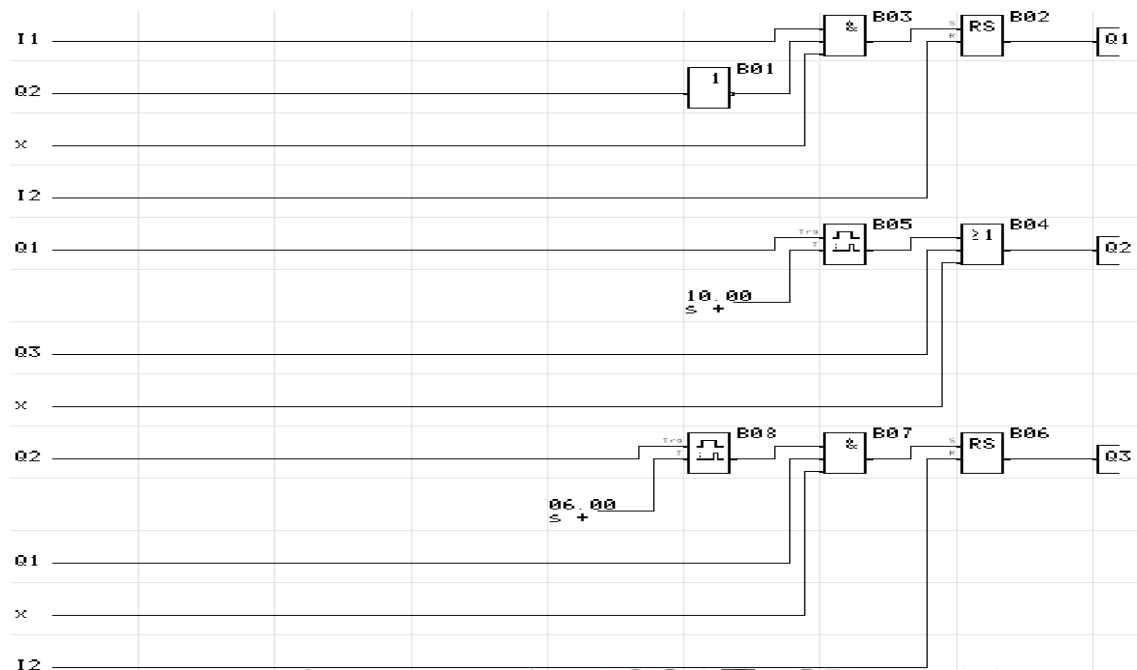
- d) Programe en el LOGO
- e) Realice la simulación correspondiente
- f) Verifique su funcionamiento

## CONTROL ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO CON INVERSION DE GIRO

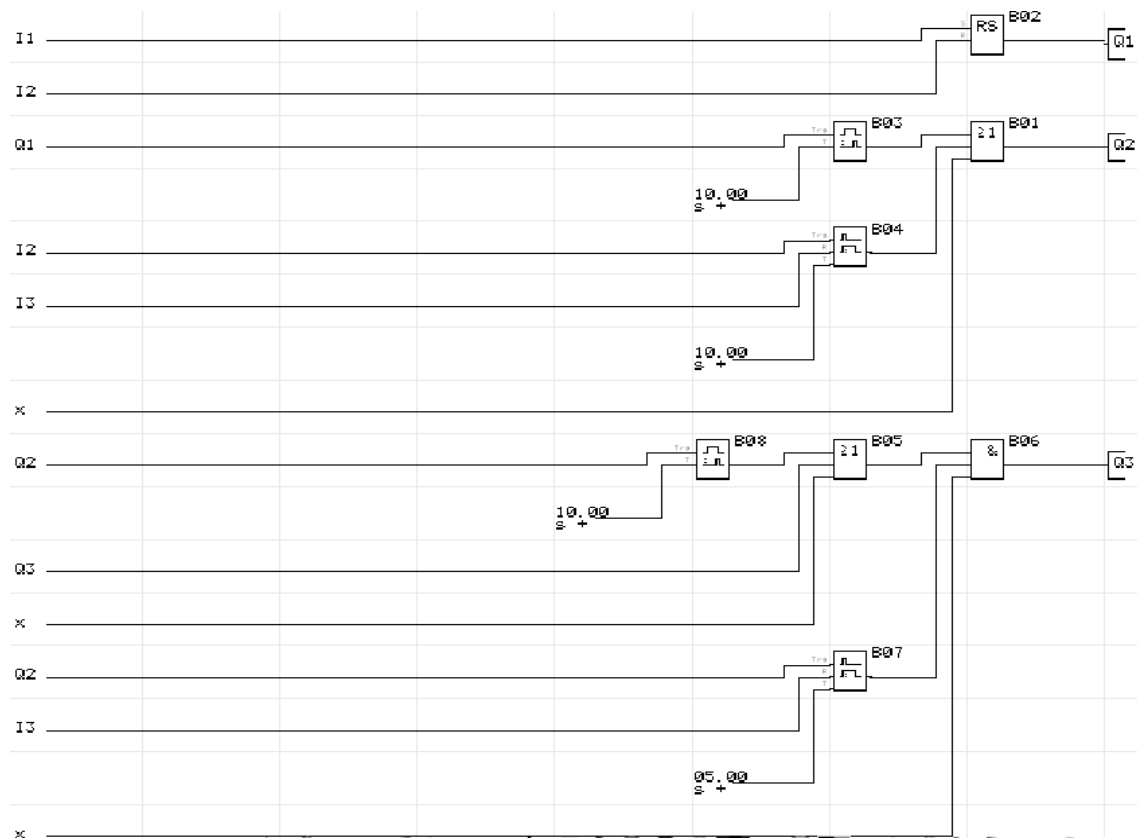


- Programe en el LOGO
- Determine entradas y salidas
- Verifique el funcionamiento

## CONTROL SECUENCIAL TEMPORIZADO CON TON

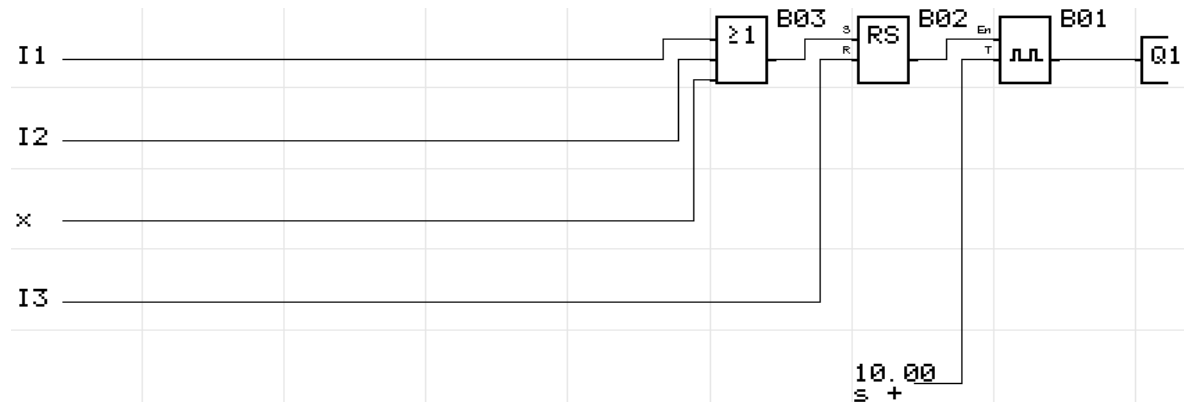


### **CONTROL SECUENCIAL CON TEMPORIZADORES TON Y TOF**

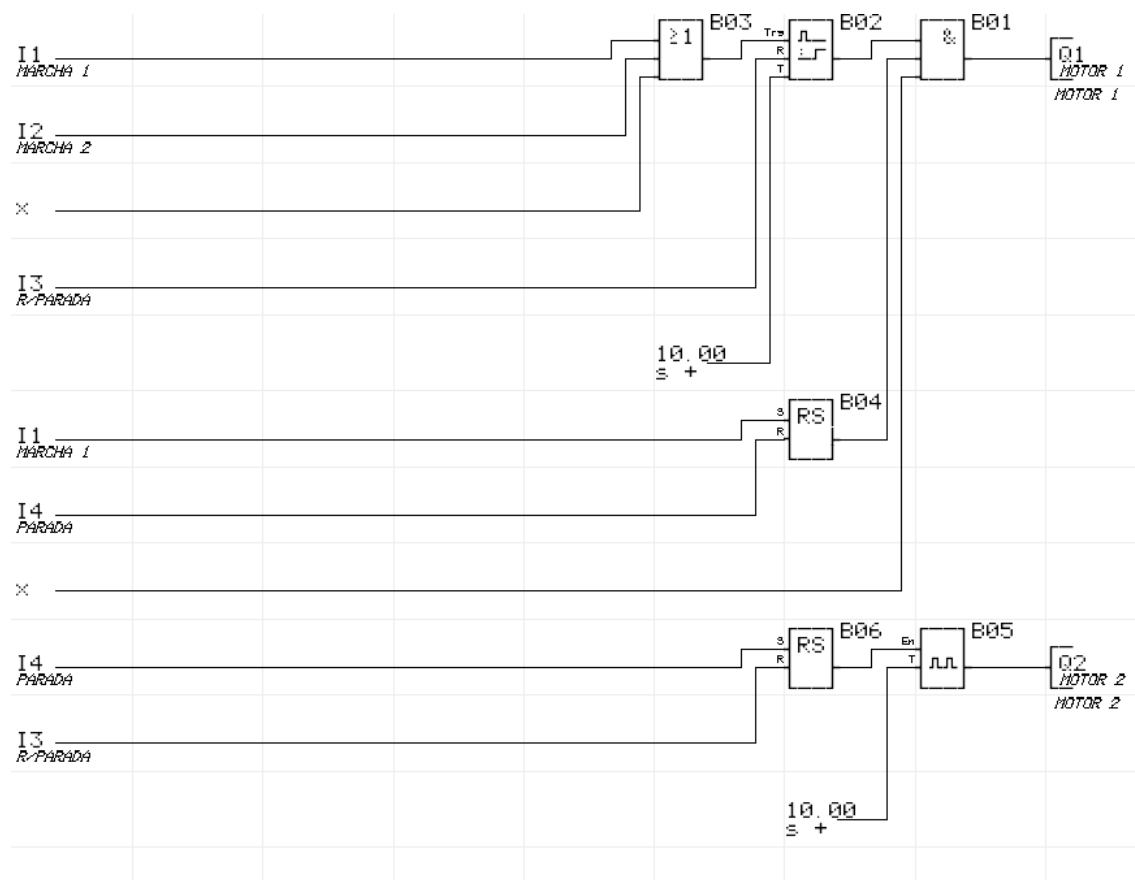


**EL SIGUIENTE PROGRAMA SE CONTROLA DOS ESTACIONES CON GENERADOR DE RELOJ Y TONR MEMORISABLE**

El primer programa es para verificar como funciona el generador de reloj ya que necesita señal permanente a su entrada.



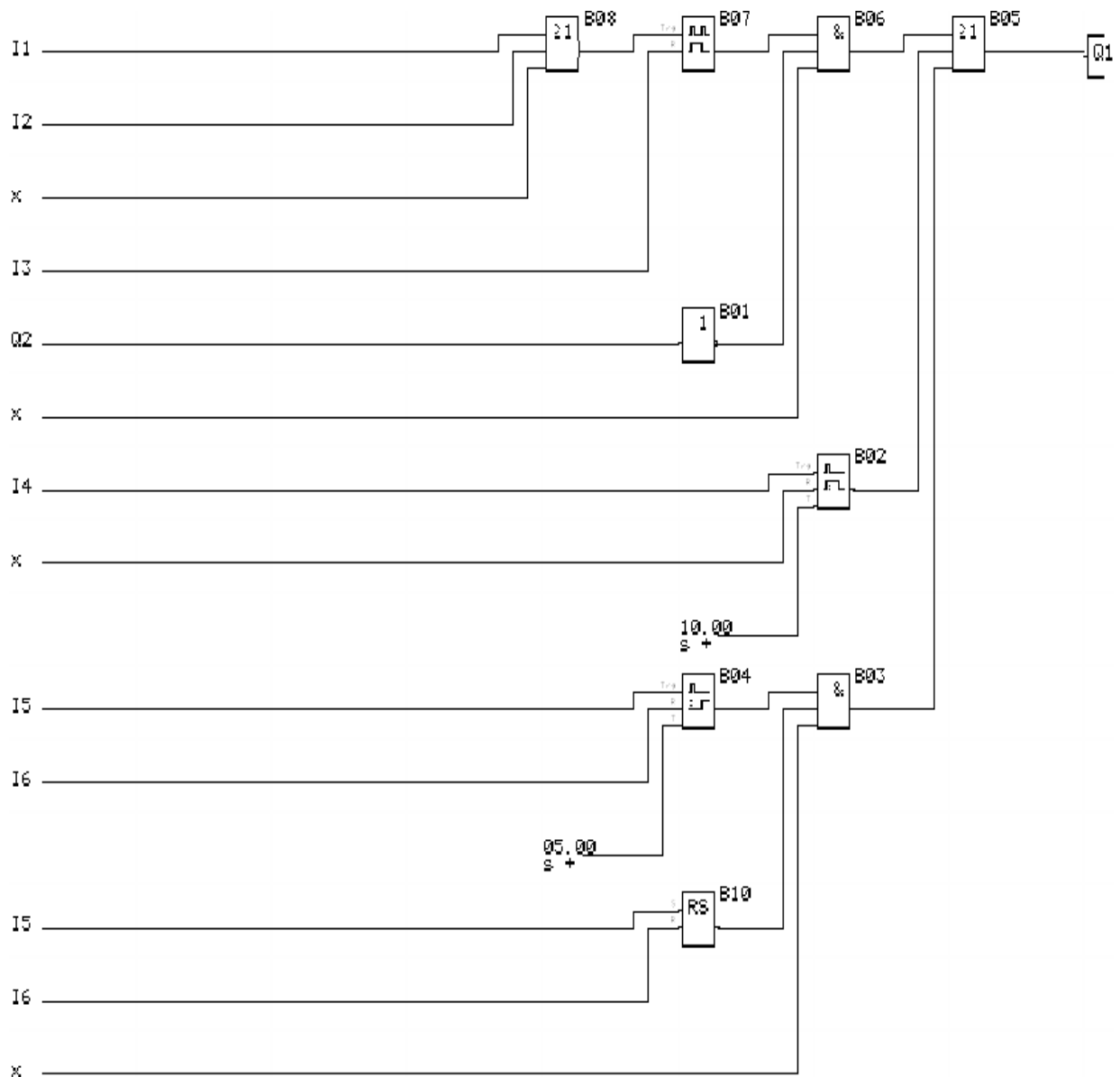
El segundo programa es una aplicación practica que permite controlar dos motores eléctricos de inducción



- Programe en el logo
- Verifique el funcionamiento
- De sus conclusiones

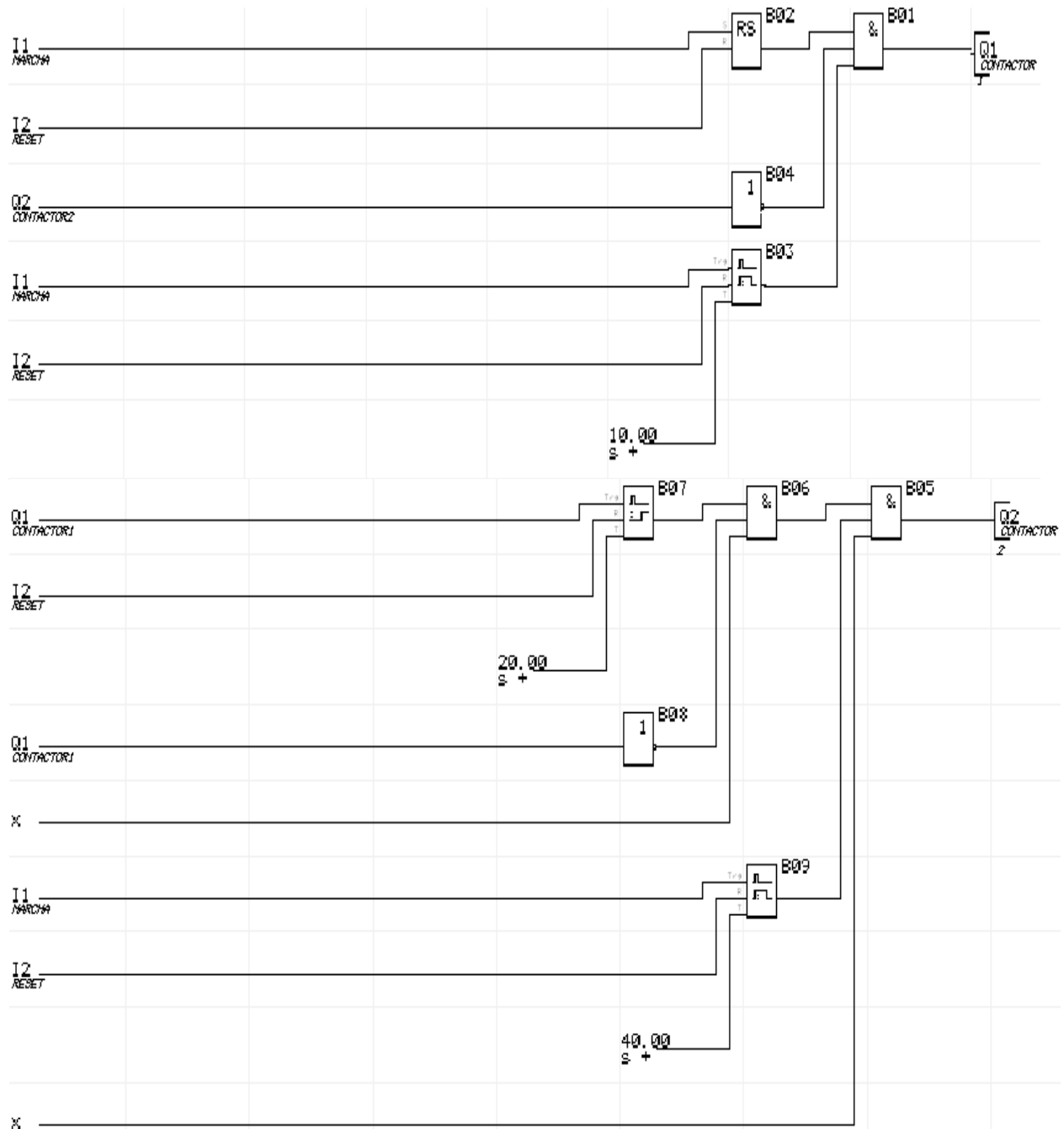
**EL SIGUIENTE PROGRAMA CONTROLA UN MOTOR DE TRES FORMAS DIFERENTES :**

- Se activa el motor con el pulsador I1 o I2 y se apaga con los mismos
- Se activa con I4 y funciona un tiempo de 10 s y se apaga
- Se activa con I5 despues de 5s se activa y se apaga con I6



- **Programe en el logo**
- **Verifique el funcionamiento**
- **De sus conclusiones**

**EL PROGRAMA CONTROLA DOS PROCESOS DONDE SE MANEJAN CON TIEMPOS ESTABLECIDOS EN EL DIAGRAMA DE FUNCIONES**



- Programe en el logo
- Verifique el funcionamiento
- De sus conclusiones

## **CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES**

### **PROBLEMAS DE DISEÑO**

#### **PROBLEMAS**

1. Se desea controlar dos motores M1 y M2 por medio de los tres interruptores A,B,C, de forma que se cumplan con las siguientes condiciones:

- Si A esta cerrado se activa M1 y los otros están abiertos
- Si C esta cerrado se activa M2 y los otros dos están abiertos
- Si los tres interruptores están cerrados los dos motores se activa

Hallar a) La tabla de verdad y la ecuación que gobierna los motores

- a) El esquema lógico utilizando puertas lógicas
- b) El esquema eléctrico
- c) Programé en el Logo

2. 3 motores de inducción se utilizan en un sistema transportador, la secuencia de funcionamiento de los motores debe ajustarse a los siguientes requisitos:

- El motor1 debe estar excitado y en marcha, antes de que puedan estar el 2 o el 3.
- Los motores de inducción 2 y3 pueden ser arrancados simultáneamente desde un pulsador y pararse ambos mediante uno solo.
- Los motores 2 y3 pueden ser puestos en marcha y parados individualmente sin parar el motor 1
- Al parar el motor 1 se pararan los otros 2 motores.

- a) Dibuje el esquema de potencia para los tres motores
- b) Diseñe el circuito de control en el Micro PLC Logo.

3. 3 motores de inducción A,B,C se utilizan en una central automática. La secuencia de las operaciones requiere las relaciones siguientes entre los motores:

- Cuando A y C estan excitados el motor B no puede ser excitado
- Cuando A y B estan excitados, el motor C no puede estarlo
- Apagando el motor A se Apagan los otros dos motores.

- a) Diseñe el circuito de control , indicando los botones individuales de arranque y parada para todos los motores; satisfaciendo las condiciones anteriores.
- b) Elabore el programa para el Micro PLC Logo

4. Diseñe el circuito de control en Diagrama de escalera en el PLC S7-200

3 motores tiene que funcionar de la siguiente manera:

- Cuando se pulse el botón arranque el motor 1 debe arrancar y funcionar hasta que se desconecte un final de carrera NC y se pare .
- El motor 2 debe ponerse en marcha cuando el motor 1 se pare, el motor 2 debe funcionar hasta que dispare el final de carrera 2 y se para el motor 2.
- Cuando se para el motor 2, el motor 3 debe arrancar y funcionar hasta que tambien alcance un tope mecánico que habrá el final de carrera 3 que hace que se pare el motor3.

Todos los finales de carrera se reconectan a la posición original NC, mediante el funcionamiento del siguiente motor.

Una sobrecarga en un motor debera suspender el funcionamiento de inmediato, precisando de conexión manual para reanudar el funcionamiento de ese motor.

5.. Diseñe el circuito de control en diagrama de escalera en el PLC S7-200

3 motores de inducción deben ser accionados desde una sola unidad de mando de la siguiente manera:

- Cuando se pulsa el boton de arranque, el motor 1 se pone en marcha
- El motor 2 arranca después de un breve retardo y funciona durante 40segundos.
- Cuando el motor 2 se para, el motor 3 arranca, pero el motor 1 continua en marcha.
- El motor 3 se debera parar al cabo de 20segundos, parando simultáneamente el motor 1.

7. Se tiene una banda transportadora para dar paso al empaque de cajas, cada empaque consta de 5 cajas, las mismas son detectadas por sensor.

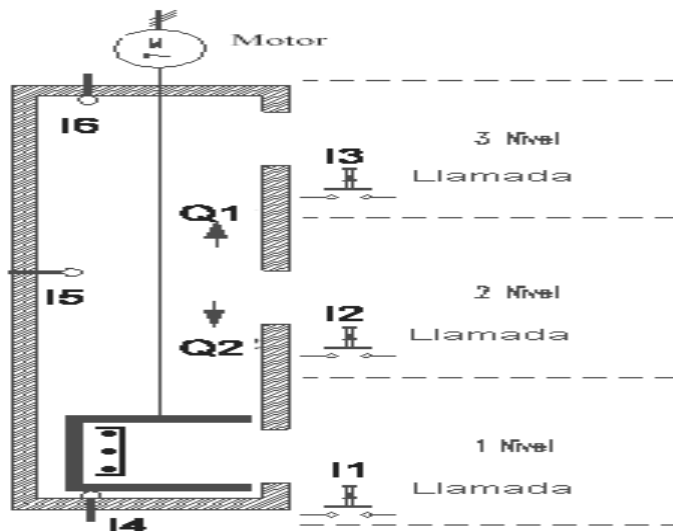
Cada vez que deje pasar 5 cajas, la banda transportadora debe detenerse durante un intervalo de tiempo, para luego continuar de forma automática.

- a) Representar el circuito en base a operadores AND, OR, RESET, SET, TEMPORIZADORES, CONTADORES
- b) Programe el PLC S7-200

8. Diseñe el circuito de control para la subida y bajada de un ascensor.

Cada planta tiene un pulsador de llamada, que cuando es accionado, la cabina se posiciona en dicha planta.

Los pulsadores del interior de la cabina, son los mismos que los que se encuentran en el exterior, por lo tanto no necesitan programación, ya que se conectarán en paralelo de forma cableada.



### **FUNCIONAMIENTO**

**I1:** Pulsador de llamada de la 1ª planta.

**I2:** Pulsador de llamada de la 2ª planta.

**I3:** Pulsador de llamada de la 3ª planta.

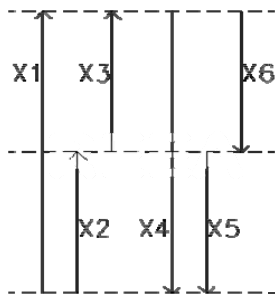
**I4:** Final de carrera de la 1ª planta.

**I5:** Final de carrera de la 2ª planta.

**I6:** Final de carrera de la 3ª planta.

**Q1:** Salida gobierno del contactor de subida.

**Q2:** Salida gobierno del contactor de bajada.



Elabore:

- El diagrama de contactos KOP para el S7-200
- El programa en LOGO FUP
- El circuito de potencia
- Determine entradas y salidas

**9. Diseñe el circuito de control para que el taladro sea automático**

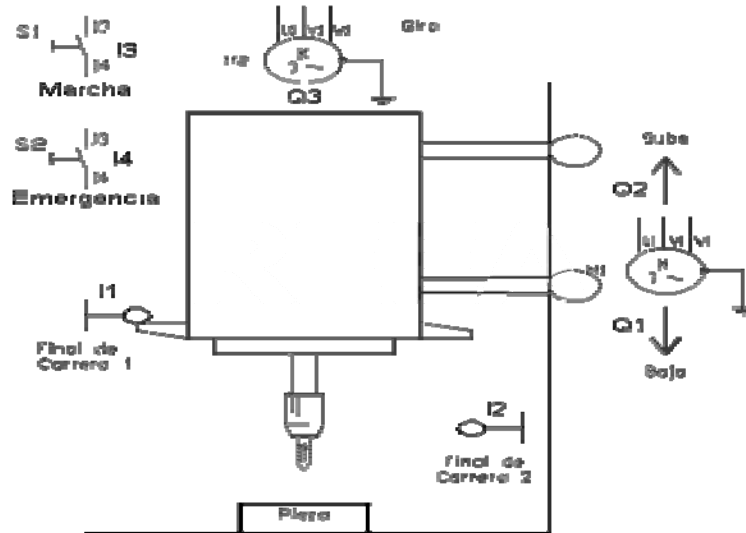
#### **DESCRIPCION**

*Al accionar el pulsador S1 se activa la salida Q1 bajando el taladro. Un vez que la pieza es perforada, la salida Q2 se pone activa subiendo el taladro hasta la posición de reposo.*

*El motor M2, que permite el giro del portabrocas, estará activo cuando el motor suba o baje en condiciones normales de funcionamiento.*

*El pulsador de emergencia S2 tiene como función, detener la bajada del taladro, poner en marcha el contactor de subida para situar la máquina en posición de reposo, y detener el motor de giro M2.*

*Se tendrá en cuenta que el inversor que controla los movimientos de subida y bajada, gobierna un motor trifásico de 220v o 380v, por lo tanto es absolutamente necesario prever que las dos salidas que controlan estos movimientos, nunca puedan activarse a la vez. Si esto no se hace así, puede producirse un peligroso cortocircuito en el circuito de fuerza que controla el motor.*



Elabore:

*El programa para el Logo  
Elabore las ecuaciones lógicas  
El circuito de potencia  
Determine las entradas y salidas*

**10.** Utilice temporizadores y contadores. . Realizar el diagrama de escalera o contactos de acuerdo a las siguientes instrucciones:

- Arrancar un motor después de transcurrir un tiempo de 10 seg.
- Mantener el motor trabajando por 15 seg y después detenerlo.
- Utilizar un botón de arranque y uno de paro
- Repetir el evento de arranque y paro del motor 5 veces.

**11.** El siguiente ejercicio es realizar el diseño del circuito de control de un arranque estrella – triangulo con inversión de giro.

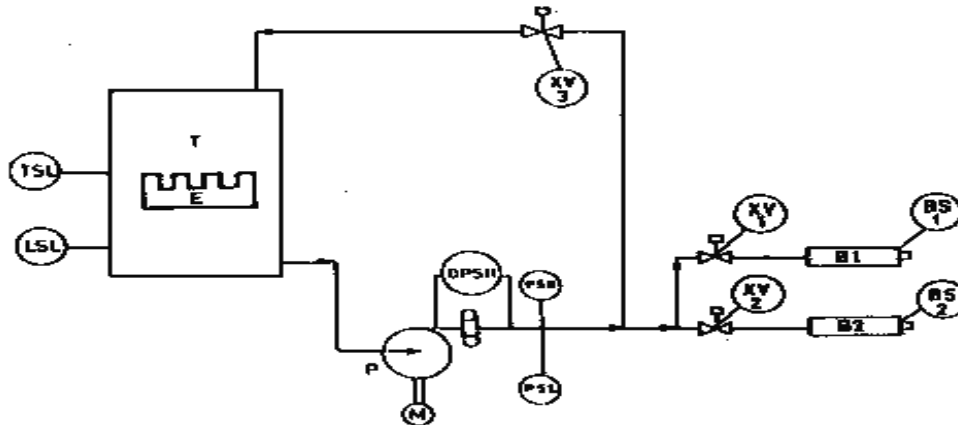
Funcionamiento:

- Arranque con marcha al lado derecho en estrella
- Paso a triangulo a los 5 Segundos
- Parada con su propio pulsador Pd
- Arranque con marcha al lado izquierdo
- Paso a triangulo a los 10 Segundos
- Parada con su propio pulsador Pi

Se pide

- a) Programe en diagrama de contactos KOP para el PLC-S7-200
- b) El diagrama de tiempos
- c) Circuito de potencia

12. El fuel-oil del tanque T de la figura se mantiene a temperatura de servicio por medio del calentador eléctrico E adosado al tanque. Una bomba P impulsa el fuel-oil hacia dos quemadores (B1 y B2) instalados en un horno.



Se desea realizar el control automático del proceso mediante un autómatas Simatic S7-200 que cumpla las siguientes especificaciones:

1. Si el nivel del tanque disminuye por debajo de un valor determinado (LSL=1) se debe parar la bomba (PP=1), abrir la electroválvula XV3 (XV3=1) y señalizar sistema fuera de servicio mediante una luz roja (LR=1).
2. Si la temperatura del fuel-oil del tanque desciende por debajo de un valor determinado (TSL=1) deben realizarse las mismas acciones que en el apartado 1.
3. Si la caída de presión en el filtro (F) aumenta por encima de un determinado valor (DPSH=1) o bien la presión en el colector de fuel-oil disminuye por debajo de un cierto valor (PSL=1) también se deben realizar las mismas acciones que en el apartado 1.
4. Si la presión en el colector de fuel-oil aumenta por encima de un cierto valor (PSH=1) se debe abrir la electroválvula de recirculación XV3 (XV3=1).
5. Si un quemador no detecta llama (BS1=1 o BS2=1) se debe cerrar la electroválvula correspondiente (XV1=0 o XV2=0) y abrir XV3 (XV3=1).
6. Si ninguno de los dos quemadores detecta llama (BS1=1 y BS2=1), el sistema debe quedar fuera de servicio, para lo cual se tienen que realizar las mismas acciones que en el apartado 1.
7. En condiciones normales de funcionamiento se debe activar una luz verde (LV) (LV=1).

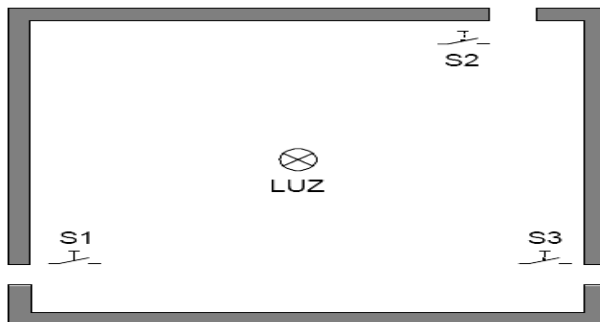
Se pide: realizar un esquema de conexiones al autómatas, diseñar el programa de control en lenguaje de contactos para el Simatic S7-200

13. Activación y desactivación de la iluminación de un local, mediante el accionamiento de tres interruptores de configuración normalmente abiertos.

Como aplicación del enunciado, se puede suponer una sala de un museo, en la cual, se quiere que la iluminación no esté activada cuando la sala se encuentre vacía. Para ello en las tres puertas de acceso que tiene la sala figura el siguiente letrero:

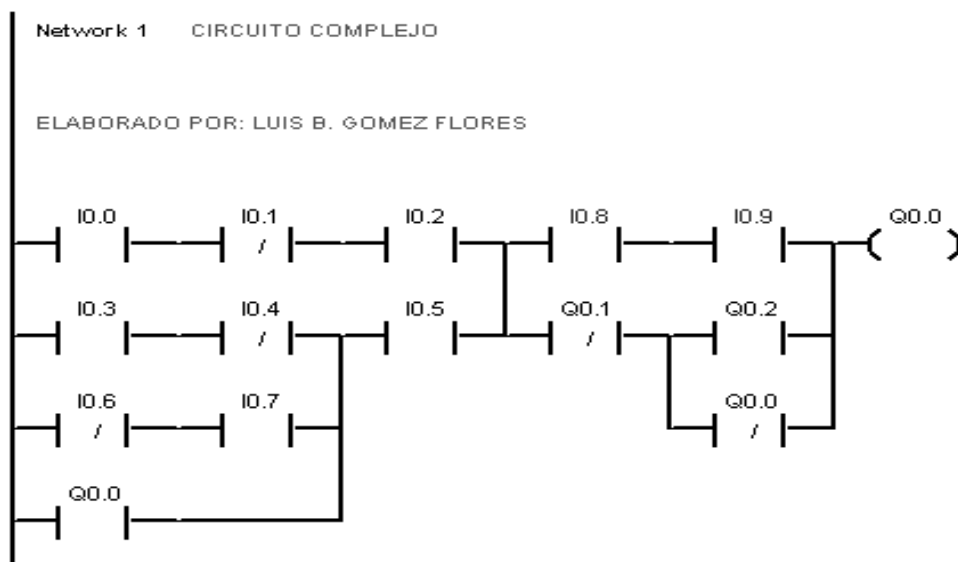
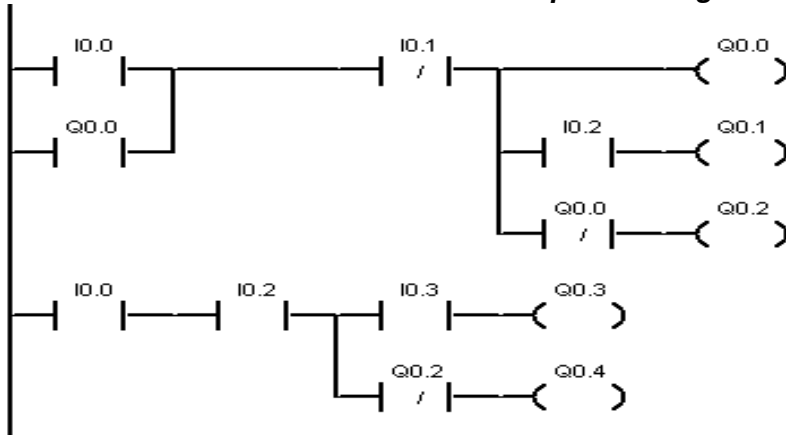
Los interruptores S1, S2 y S3 se consideran NA.

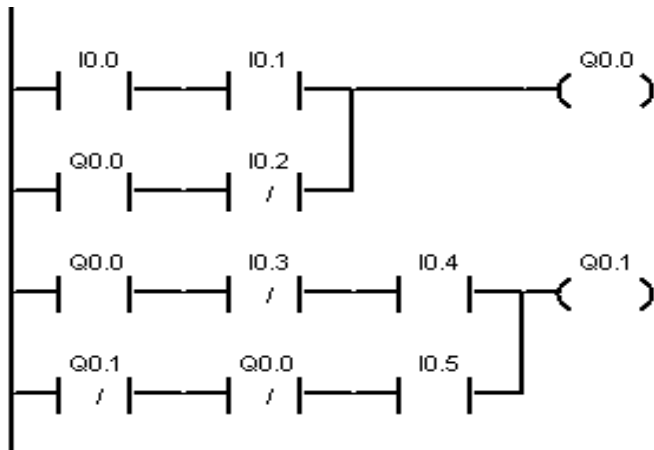
Cuando acceda a la sala y ésta se encuentre vacía accione el interruptor, que tiene en la puerta por la que entra, para encender la iluminación.  
 Cuando abandone la sala y no quede persona alguna en el interior, accione el interruptor que tiene la puerta por la que sale.



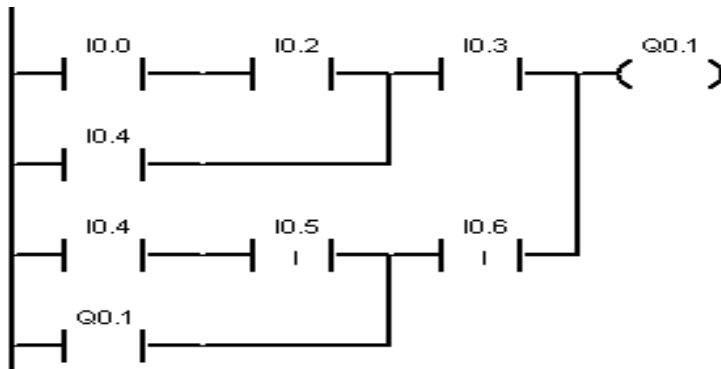
Los interruptores S1, S2 y S3 se consideran NA.

**13. Realice la lista de instrucciones AWL para los siguientes esquemas**

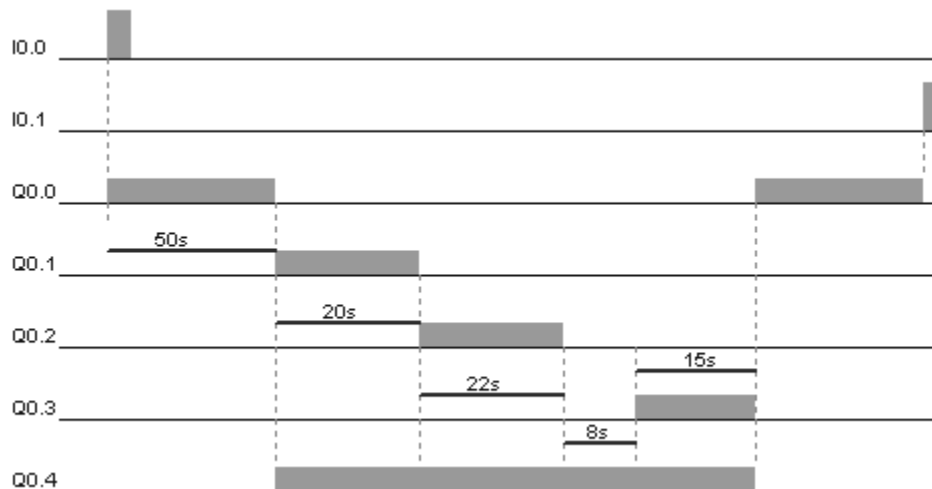




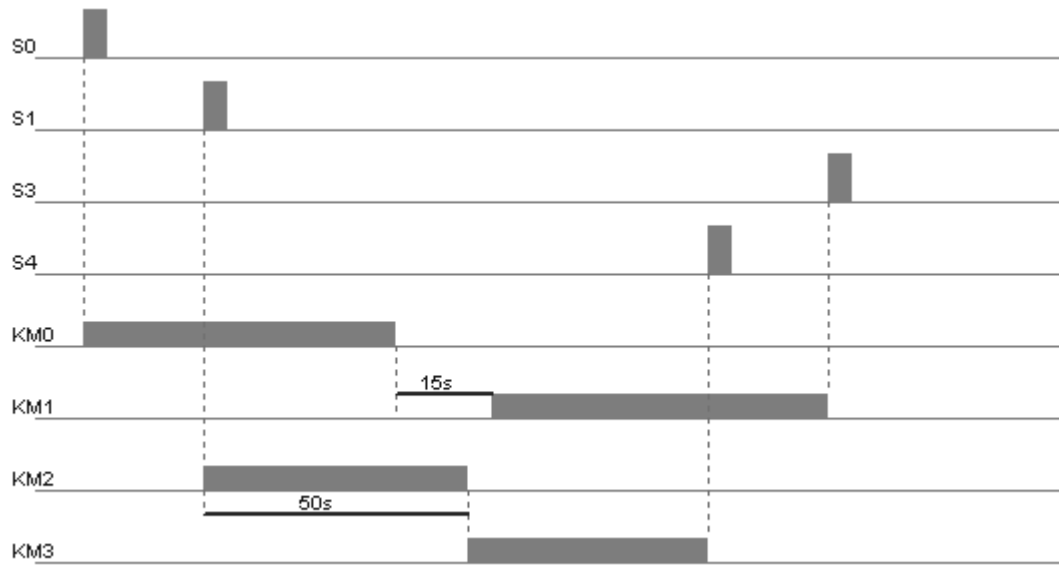
**Realice la lista de instrucciones de los siguientes ejemplos.**



**14. En el siguiente diagrama de tiempos realice el programa de control para el**

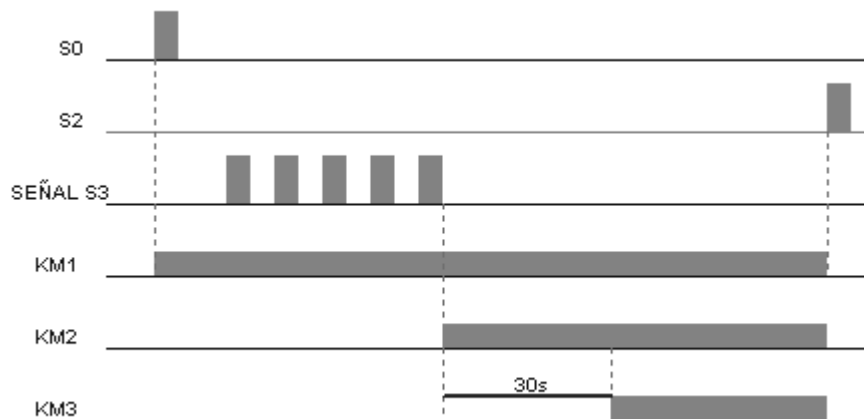


**15. Mediante el diagrama de tiempos diseñe el programa de control**



**16. El diagrama de tiempos muestra el funcionamiento diseñe el circuito de control**

- En diagrama de contactos LD
- En diagrama de funciones LOGO
- Lista de instrucciones AWL



# SEGUNDA PARTE AUTOMATISMOS ELECTRICOS LOGICA CABLEADA

**SE UTILIZO LOS SIUIENTES SOFTWARE  
CIR\_CAD, CADE\_ME, AUTOCAD ELÉCTRICAL**

**LUIS B. GOMEZ FLORES**

## **AUTOMATISMOS ELECTRICOS**

### **1. INTRODUCCION**

*Un automatismo industrial es un sistema constituido por diferentes dispositivos y elementos que al recibir una serie de informaciones procedentes del exterior es capaz de generar las órdenes necesarias para que, los receptores por él controlados realicen la función para la que fue diseñado.*

*La naturaleza de los dispositivos y elementos que constituyen un automatismo es muy variada. Los primeros automatismos eran exclusivamente mecánicos; según fue evolucionando la técnica aparecieron los automatismos eléctricos y electrónicos, estando hoy en día constituidos básicamente por elementos eléctricos y electrónicos, pero poseyendo también elementos mecánicos, neumáticos e hidráulicos.*

#### **CLASIFICACIÓN DE LOS AUTOMATISMOS**

*Existen muchas formas de clasificar los automatismos, pero podemos resumirlas en las siguientes:*

**Según los elementos empleados se clasifican en:**

*Mecánicos. Son los más antiguos y están formados por engranajes, palancas, levas, etc.*

*Eléctricos. Basan su funcionamiento en los contadores, relés, pulsadores, conmutadores, etc, pero siguen empleando elementos mecánicos.*

*Neumáticos. Su funcionamiento es por aire comprimido y emplean elementos como los cilindros, válvulas neumáticas, electroválvulas, utilizando también elementos mecánicos y eléctricos en su estudio* **ELEMENTOS EMPLEADOS EN AUTOMATISMOS ELECTRICOS**

*Seguidamente enumeramos los más importantes:*

*\*Pulsadores. Son elementos de interrupción de corriente con dos posiciones de salida de las cuales sólo una es reposo, mientras que la otra se activa solamente durante el tiempo que esté oprimido su eje de accionamiento.*

*Relevadores, bobinas, contactores, temporizadores.*

### **2. DEFINICIÓN**

*Sistema que hace que una máquina funcione de forma autónoma, realiza ciclos completos de operaciones que se pueden repetir, con el objeto de liberar física y mentalmente al hombre de la ejecución del proceso.*

*Tipos de automatismos*

- *Según su naturaleza*  
*Mecánicos: ruedas dentadas, poleas, levas, cremalleras, poleas.*

*Neumáticos: cilindros, válvulas.*

*Hidráulicos: cilindros, válvulas.*

*Eléctricos: contactores*

*Electrónicos: procesadores*

- Según el sistema de control

**Lazo abierto:** La salida no influye en la entrada

**Lazo cerrado:** La salida repercute en la entrada

- Según el tipo de información

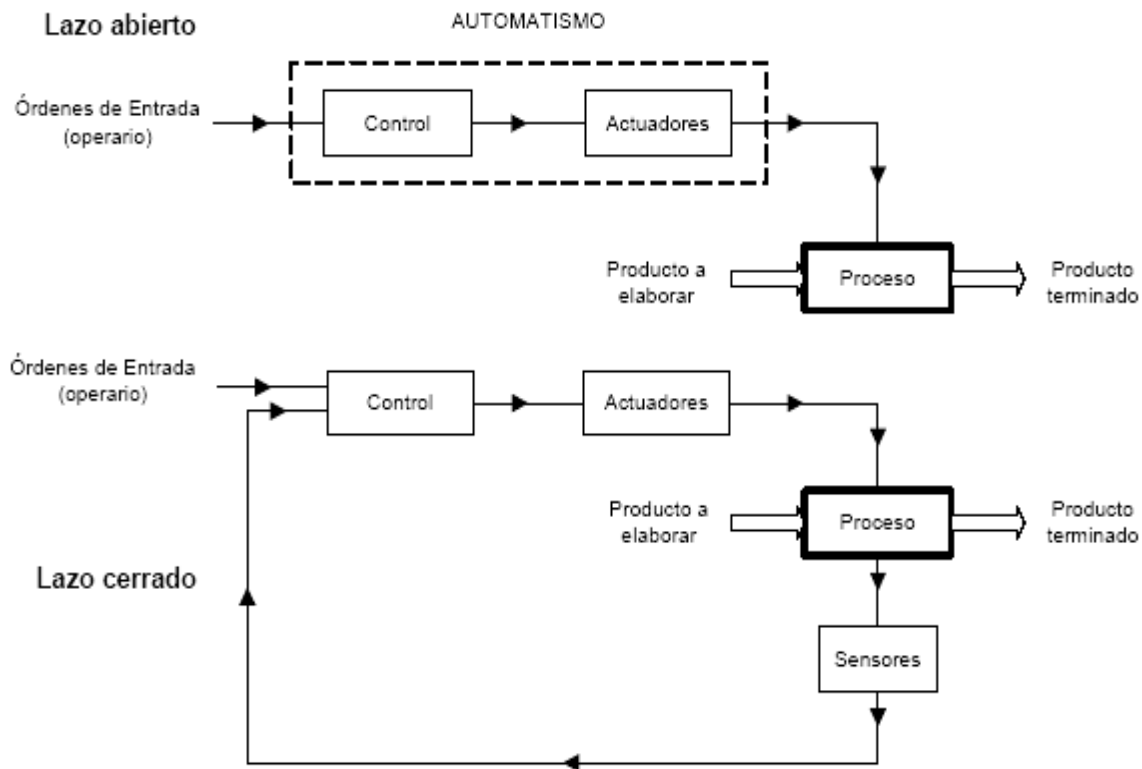
*Analógicos (Regulación Automática)*

*Digitales: Cableado (Automatismos). Programado (Automatización)*

### **CARACTERISTICAS DE LOS AUTOMATISMOS**

| CRITERIO                            | ELECTRICO                                                 | NEUMÁTICO                                                 | HIDRÁULICO                                 |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Fuerza lineal                       | Mal rendimiento                                           | Máx. 4000kp                                               | Grandes fuerzas                            |
| Fuerza rotativa                     | Bajo par en reposo                                        | Alto par en reposo, sin consumo                           | Alto par en reposo, con alto consumo       |
| Movimiento lineal                   | Complicado y caro                                         | Fácil generación. Dificil regulación                      | Fácil generación. Buena regulación         |
| Movimiento rotativo                 | Buen rendimiento                                          | Mal rendimiento                                           | Buen rendimiento. Bajas revoluciones       |
| Regulabilidad                       | Grandes limitaciones                                      | Fácil regulación fuerza y velocidad                       | Fácil regulación incluso a velocidad lenta |
| Acumulación y transporte de energía | Muy fácil transporte<br>Difícil acumulación               | Fácil transporte<br>Acumulación limitada                  | Muy limitado transporte y acumulación      |
| Influencias ambientales             | Insensible temperatura<br>Peligro en ambientes explosivos | Insensible temperatura<br>No peligro ambientes explosivos | Sensible temperatura<br>Posibles fugas     |
| Coste                               | Bajo coste energético                                     | Alto coste energético                                     | Alto coste energético                      |
| Manejo                              | Por personal técnico                                      | Personal no cualificado                                   | Personal técnico por las altas presiones   |
| Sobrecargas                         | No admite sobrecarga                                      | Admite sobrecargas                                        | Admite sobrecargas                         |

## **SEGÚN EL SISTEMA DE CONTROL**



## **FASES EN EL DESARROLLO DE UN AUTOMATISMO**



### **3. LÓGICA CABLEADA**

*La lógica cableada es una técnica de realización de equipos de automatismo en la que el tratamiento de datos se efectúa por medio de contactores auxiliares o relés de automatismo.*

*Los contactores auxiliares y los relés de automatismo también suelen utilizarse de manera conjunta con autómatas programables. En este caso, los contactos auxiliares deben garantizar la fiabilidad de la conmutación de corrientes débiles, pocas decenas de mA, en ambientes frecuentemente agresivos (polvo, humedad...).*

*El funcionamiento de los equipos de lógica cableada se define mediante el esquema de cableado.*

#### **ELEMENTOS BÁSICOS DE UN AUTOMATISMO**

- *Entrada (contactos)*  
*Interruptores*  
*Pulsadores*  
*Finales de carrera*
- *Salida (receptores)*  
*Motores*  
*Lámparas*  
*Contactores y relés*

#### **ÁLGEBRA DE BOOLE**

*Se puede aplicar sobre un conjunto de elementos capaces de tomar únicamente dos valores:*

- *0/1*
- *ON/OFF*
- *Abierto/cerrado*

*Se definen para ellos dos operaciones:*

- *Suma lógica (operación OR)*
- *Producto lógico (operación AND)*

*Además deben cumplir las siguientes propiedades:*

- *P. conmutativa:  $a+b=b+a$   $a.b=b.a$*
- *P. asociativa:  $a+b+c=a+(b+c)$   $a.b.c=a.(b.c)$*
- *P. distributiva:  $a.(b+c)=a.b+a.c$   $a+(b.c)=(a+b).(a+c)$*
- *Elemento neutro:  $a+0=a$   $a.1=a$*
- *Elemento simétrico:  $1 a a = + 0 a a$*

#### **CONVENIOS DEL A. DE BOOLE PARA CONTACTOS**

*Se definen las entradas como contactos (interruptores, pulsadores, ...)*

- *Abierto: 0*
- *Cerrado: 1*

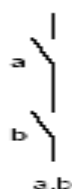
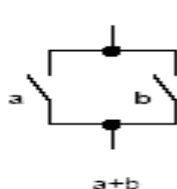
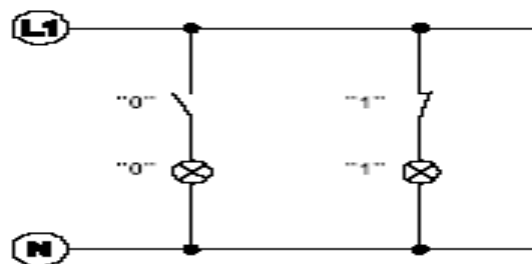
*Se definen las salidas como receptores (lámparas, relés, ...)*

- *Desactivado: 0*

- *Activado: 1*

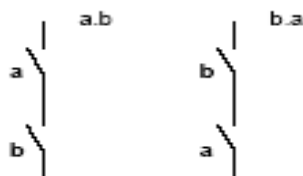
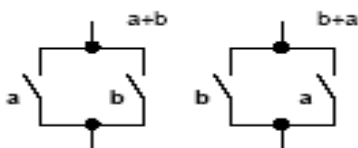
Se definen las operaciones:

- *Suma (OR)(+): contactos en paralelo*
- *Producto (AND)(.): contactos en serie*

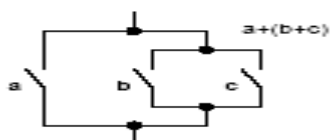
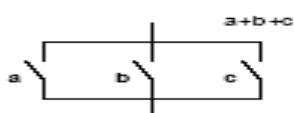


## PROPIEDADES DEL A. DE BOOLE PARA CONTACTOS

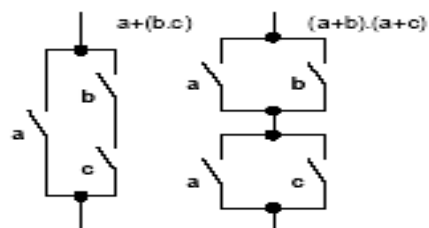
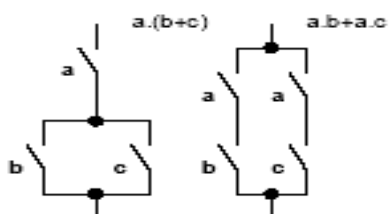
### Conmutativa



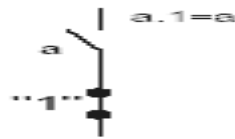
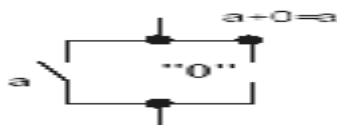
### asociativa



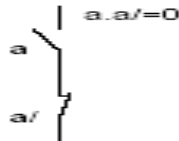
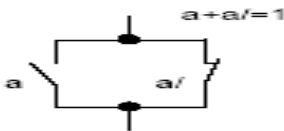
### conmutativa



### elemento neutro



**elemento simetrico**



**doble negacion**

$$\overline{\overline{a}} = a$$

**TEOREMAS DE MORGAN**

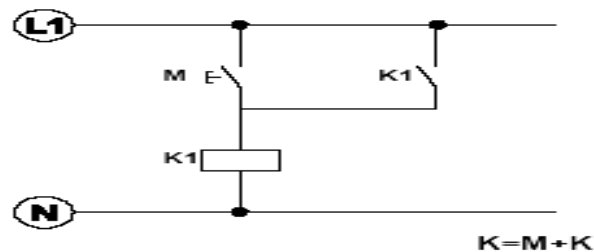
$$\overline{a+b} = \overline{a} \cdot \overline{b}$$

$$\overline{a \cdot b} = \overline{a} + \overline{b}$$

**FUNCIÓN MEMORIA - CIRCUITO BÁSICO**

*Funcionamiento:*

- Al activar el pulsador de marcha (M), el relé (K) se activa.
  - Al soltar M el relé K queda activado a través de su contacto auxiliar.
- No es útil, pues no se puede desactivar. Hace falta un pulsador de paro.



También se conoce como "circuito de enclavamiento".

Es un circuito capaz de memorizar un acontecimiento ocurrido durante el funcionamiento del sistema.

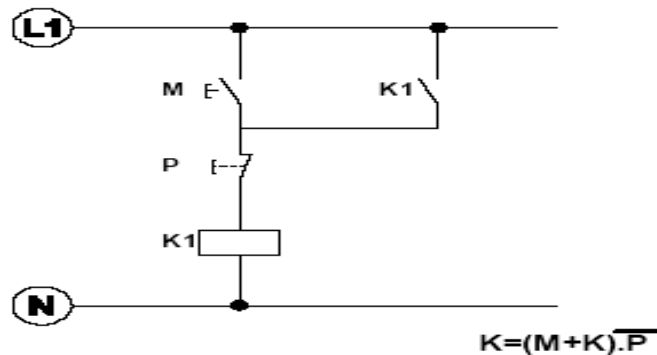
La principal utilidad de este circuito es la de protección, desactivando el relé ante cualquier situación de emergencia.

**FUNCIÓN MEMORIA – PRIORIDAD PARO**

*Funcionamiento:*

- Situación inicial de reposo (K desactivado)
- Al activar el pulsador de marcha (M), el relé (K) se activa.
- Al soltar M, el relé K queda activado a través de su contacto auxiliar.
- Al activar P, K se desactiva.
- Al desactivar P, K sigue desactivado.

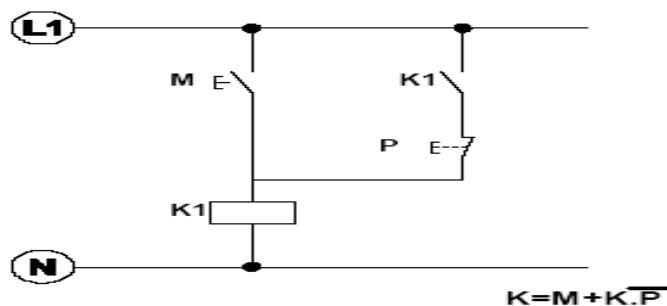
- Si se pulsán P y M simultáneamente, P tiene prioridad.



#### **FUNCIÓN MEMORIA – PRIORIDAD MARCHA**

*Funcionamiento:*

1. Situación inicial de reposo (K desactivado)
  2. Al activar el pulsador de marcha (M), el relé (K) se activa.
  3. Al soltar M, el relé K queda activado a través de su contacto auxiliar.
  4. Al activar P, K se desactiva.
  5. Al desactivar P, K sigue desactivado.
- Si se pulsán P y M simultáneamente, M tiene prioridad.



#### **4. COMPONENTES EN UN AUTOMATISMO ELÉCTRICO**

Los componentes de un Automatismo la componen dos partes esenciales en una automatización industrial.

Circuito de mando

Circuito de control

##### **CIRCUITO DE MANDO**

Es el encargado de controlar el funcionamiento del contactor. Normalmente consta de elementos de mando (pulsadores, interruptores, etc. identificados con la primera letra con una S), elementos de protección, bobinas de contactores, temporizadores y contactos auxiliares. Este circuito está separado eléctricamente del circuito de potencia, es decir, que ambos circuitos pueden trabajar a tensiones diferentes, por ejemplo, el de potencia a 380 V de c.a. y el de mando a 220 V de CA.

Representa el circuito auxiliar de control. Lo integran los siguientes elementos:

- Contactos auxiliares de mando y protección

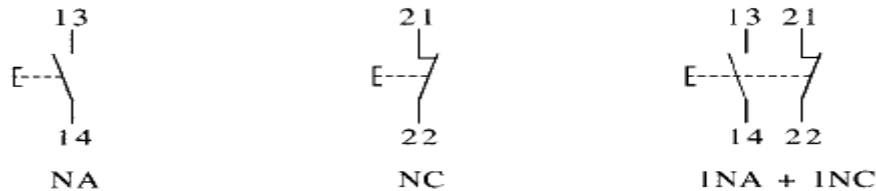
- Circuitos y componentes de regulación y control
- Equipos de medida
- Dispositivos de señalización

Los componentes que encontramos en el circuito de mando son:

- Pulsadores
- Interruptores
- Conmutadores
- Detectores de posición
- Detectores de proximidad
- Detectores fotoeléctricos
- Contactores y relés

### **Pulsador**

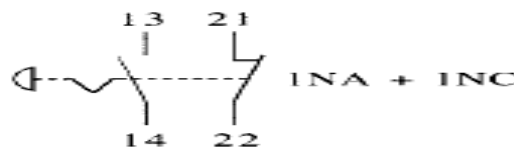
Elemento electromecánico de conexión y desconexión. Para activarlo hay que actuar sobre él, pero al eliminar la actuación, el pulsador se desactiva por sí mismo.



### **Interruptor**

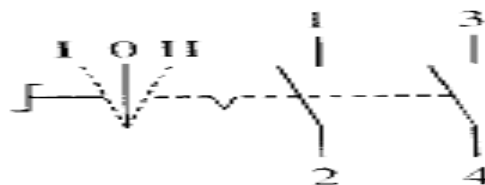
Elemento electromecánico de conexión y desconexión al que hay que accionar para activarlo y también para desactivarlo.

Su nombre atendiendo a las normas es "pulsador con enclavamiento".



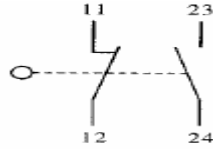
### **Conmutador**

Elemento electromecánico de conexión y desconexión, que tiene una posición de reposo y varias de accionamiento, pudiendo comportarse estas como interruptor o como pulsador.



### **Detectores de posición**

También llamados finales de carrera, son dispositivos electromecánicos de conmutación. Similares eléctricamente a los pulsadores, no son accionados manualmente por el operario, sino que lo hacen determinados elementos de las máquinas que controlan.



### **Detectores de proximidad**

Los detectores de proximidad son interruptores **estáticos** (semiconductor) que realizan la conexión o desconexión de una carga (normalmente un contactor) por proximidad de ciertos materiales.

### **Detectores fotoeléctricos**

Los detectores de proximidad necesitan que el objeto a detectar se encuentre relativamente próximo.

Los detectores fotoeléctricos o fotocélulas, pueden detectar objetos de cualquier índole y a grandes distancias.

Pueden ser:

Según su disposición:

- De barrera
- De reflexión
- De proximidad

Según su funcionamiento:

- Función "luz"
- Función "sombra"

### **CIRCUITO DE POTENCIA**

Circuito de potencia: es el encargado de alimentar al receptor (p.e. motor, calefacción, electrofreno, iluminación, etc.). Está compuesto por el contactor (identificado con la letra K), elementos de protección( identificados con la letra F como pueden ser los fusibles F1, relé térmico F2, relés magnetotérmicos, etc.) y un interruptor trifásico general (Q). Dicho circuito estará dimensionado a la tensión e intensidad que necesita el motor. En la figura se muestra el circuito de potencia del arranque directo de un motor trifásico.

Representa el circuito encargado de alimentar los receptores de gran consumo. Lo integran los siguientes elementos:

- Elemento para abrir o cerrar el circuito de potencia.
- Elementos de protección
- Receptores

Los componentes que encontramos en el circuito de potencia son:

- Interruptores
- Seccionadores

- Fusibles
- Interruptores automáticos de protección

Relé térmico

Relé electromagnético

Relé diferencial

Contactores principales

Receptores de gran consumo (motores)

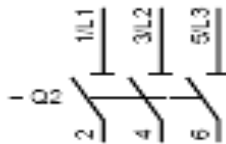
### **Interruptor circuito de potencia**

Elemento mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente del circuito en condiciones normales de servicio e incluso las de sobrecarga.

**Seccionador:** Elemento mecánico de conexión que, en la posición de abierto, asegura una distancia específica, denominada de seccionamiento.

- Soporta intensidades de empleo y breves de sobrecarga
- Solo puede abrir a cerrar el circuito en vacío.

**Interruptor-Seccionador:** Combina las características del interruptor con las del seccionador, pudiendo abrir, soportar y cerrar el circuito en carga, manteniendo en su posición de abierto, una distancia de seguridad



### **Elementos de protección**

Todo circuito debe estar protegido contra sobreintensidades (intensidad superior a la nominal).

- **Cortocircuitos:** unión directa de dos o más puntos con distinta tensión.
- **Sobrecarga:** aumento momentáneo de intensidad en un circuito sin defectos.

La protección contra cortocircuitos se hace con:

- **Fusibles** calibrados rápidos.
- **Interruptores automáticos** de corte electromagnético.

La protección contra sobrecargas se hace con:

- **Fusibles** calibrados lentos.
- **Interruptores automáticos** de corte térmico.

Las combinaciones usadas son:

- **Fusibles:** protegen contra cortocircuitos y sobrecargas de larga duración.
- **Fusible+Relé Térmico:** protege contra cortocircuitos y contra sobrecargas.

Se utiliza para la protección de motores

- **Interruptores automáticos** Magnetotérmicos

Parte magnética protege contra cortocircuitos.

Parte térmica protege contra sobrecargas.

### **Fusible**

Elemento de protección para la línea y para los elementos conectados a ella contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

- En caso de intensidad excesiva, se funde la parte conductora del fusible, abre el

circuito e impide el paso de la corriente.

**PRECAUCIONES:**

- Un motor **nunca** debe ir protegido **solo** con un fusible.
- En caso de avería, **primero** hay que detectar y solucionar el problema y **después**, reponer el fusible.

**Seccionador-fusible**

A veces los fusibles se montan sobre la parte móvil de un seccionador.  
Los propios fusibles abren o cierran los contactos.

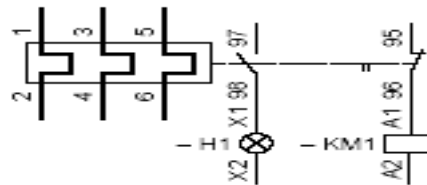
### **Relés de protección**

**Relé térmico:** detecta una sobreintensidad debido al aumento de temperatura que hará que unas láminas bimetálicas se curven y se active el disparador del contacto asociado.

Protege contra:

- Sobrecargas
- Arranques demasiado lentos
- Agarrotamiento
- Ciclos arranque-paro frecuentes

Reposición manual.



**Relé electromagnético:** detecta una sobreintensidad debido al aumento del campo magnético inducido por dicha corriente, haciendo que se dispare el contacto asociado.

- Protege contra cortocircuitos.
- Si se utiliza para proteger motores, debe soportar el pico de corriente en el arranque.
- Se suele utilizar en conjunción con un térmico.

**Relé magnetotérmico:** Combina las acciones de los relés térmicos y electromagnéticos.

- Protege contra sobrecargas y contra cortocircuitos.

**Disyuntor:** se trata de un relé magnetotérmico con un interruptor.

- Se utiliza para la protección de motores de pequeña potencia (guardamotores).

## 5. EL CONTACTOR

Según la norma DIN (0660/52), el contactor “es un interruptor mandado a distancia que vuelve a la posición de reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de actuar sobre él”. El contactor se utiliza para la conexión de elementos de potencia y nos permitirá la automatización de nuestras maniobras. Básicamente es un interruptor trifásico que en lugar de accionarlo manualmente lo podemos hacer a distancia, con menor esfuerzo físico y mayor seguridad a través de una bobina.

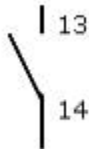
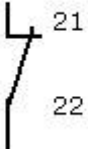
Debe ser capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente que circula por el circuito en condiciones normales de funcionamiento.

Debe soportar las condiciones de sobrecarga de servicio (arranque de motores), pero no otras (cortocircuitos).

### CONTACTOS ELÉCTRICOS

Los contactos eléctricos son los elementos de mando que conectarán o desconectarán a nuestros receptores (bobinas, luces, motores, etc.). Dichos contactos están alojados en las cámaras de contactos y son accionados por diversos sistemas, p.e. pulsadores, interruptores, relés, etc. En cada cámara de contactos pueden haber uno o varios contactos.

Básicamente existen dos tipos de contactos:

| Normalmente Abierto (N.A.)                                                          | Normalmente Cerrado (N.C.)                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

El N.A. no deja pasar la corriente hasta que no es accionado. El N.C. sí deja pasar la corriente hasta que es accionado que la corta. Ambos contactos vuelven a la posición inicial una vez a finalizado el accionamiento.

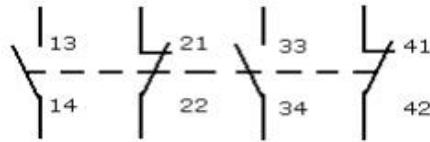
Para diferenciar el tipo de contacto en la cámara se utiliza una numeración compuesta por dos dígitos que sigue las siguientes reglas:

Primera cifra: Número de orden en la cámara de contacto

Segunda cifra:

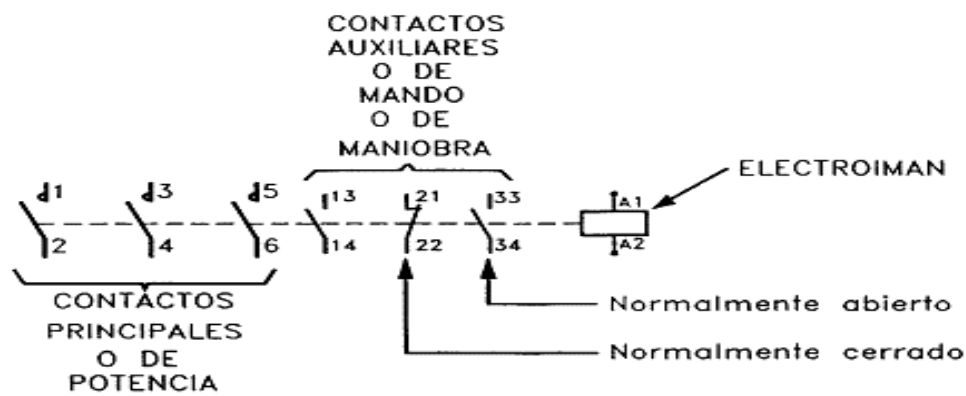
1 ó 2: N.C.  
3 ó 4: N.A.  
5 ó 6: especial N.C.  
7 ó 8: especial N.A.

Ejemplo:



Por contactos especiales se entienden los que pertenecen a dispositivos de protección (relés térmicos, etc.), a temporizadores y a contactos solapados.

Un contactor está formado por las siguientes partes:



**Circuito de potencia:** es el encargado de alimentar al receptor (p.e. motor, calefacción, electrofreno, iluminación, etc.). Está compuesto por el contactor (identificado con la letra K), elementos de protección (identificados con la letra F como pueden ser los fusibles F1, relé térmico F2, relés magnetotérmicos, etc.) y un interruptor trifásico general (Q). Dicho circuito estará dimensionado a la tensión e intensidad que necesita el motor. En la figura se muestra el circuito de potencia del arranque directo de un motor trifásico.

## CONSTITUCIÓN DE UN CONTACTOR

**Electroimán:** elemento motor del contactor

- Circuito magnético: parte móvil + fija.
- Bobina: diferente configuración para C.C. y para C.A. (anillo de desfase).

**Polos:** elementos encargados de establecer e interrumpir la corriente del circuito de potencia.

- El Según su número pueden ser bipolar, tripolar o tetrapolar.

**Contactos auxiliares:** se utilizan en el circuito de mando y para señalización.

- Instantáneos: NC, NA o una combinación de ambos.
- Temporizados.

## **Tipos de contactores**

**Principales:** disponen de contactos de potencia (polos). A veces incluyen algunos contactos auxiliares.

Si es necesario, se les pueden acoplar bloque de contactos auxiliares.

**Auxiliares:** solo disponen de contactos de pequeña potencia, utilizados en los circuitos de mando y señalización.

Puede aumentarse el número de contactos auxiliares de un contactor, mediante el acoplamiento de bloques de contactos auxiliares. Sus contactos cambian simultáneamente con los del propio contactor

### **Elección de un contactor**

Se deben tener en cuenta las siguientes características:

- Tensión nominal de empleo ( $U_n$ )
- Intensidad nominal de empleo ( $I_n$ )
- Condiciones particulares del circuito de carga

Categorías de empleo:

- Circuito resistivo
- Circuito inductivo
- Motores

Durabilidad

- Número de maniobras
- Robustez
- Categoría de empleo

## **CATEGORIAS DE EMPLEO EN CA**

| CATEGORÍA DE EMPLEO | TIPO DE CIRCUITO                       | INTENSIDAD AL CIERRE | INTENSIDAD APERTURA |
|---------------------|----------------------------------------|----------------------|---------------------|
| AC1                 | Resistivo ( $\cos \phi \geq 0.95$ )    | $I_e$                | $I_e$               |
| AC2                 | Rotor bobinado (corte motor calado)    | $2,5 I_e$            | $2,5 I_e$           |
| AC3                 | Jaula de ardilla (corte motor lanzado) | $6 I_e$              | $I_e$               |
| AC4                 | Jaula de ardilla (corte motor calado)  | $6 I_e$              | $6 I_e$             |

## **Relación entre contactos auxiliares**

Los contactos son accionados por un vástago. Estos conmutan según el vástago avanza o retrocede.

Pueden ser:

- Normales (en algún instante están todos abiertos).

Primero abren los NC

Después se cierran los NA

- Especiales

*Adelantados: cambian su posición antes que los normales.*

*Retrasados: cambian su posición después que los normales.*

*Solapados: contacto conmutado donde el NA es adelantado y el NC es retrasado*

## **6. TEMPORIZADORES**

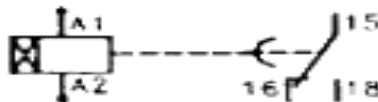
*Los temporizadores son unos relés que cambian sus contactos en función del tiempo. Básicamente son de dos tipos:*

*Los contactos asociados se abren o se cierran un tiempo después del cambio de estado de su órgano de mando.*

### **Retardo a la conexión (al trabajo)**

*Temporizador a la conexión: cuando conectamos la bobina, y la mantengamos así, los contactos cambiarán pasado el tiempo que tengan programado. Una vez desconectada estos vuelven inmediatamente a su posición de reposo*

- *Activación: los contactos basculan después del tiempo regulado.*
- *Desactivación: los contactos vuelven instantáneamente a la posición de reposo.*



### **Retardo a la desconexión (al reposo)**

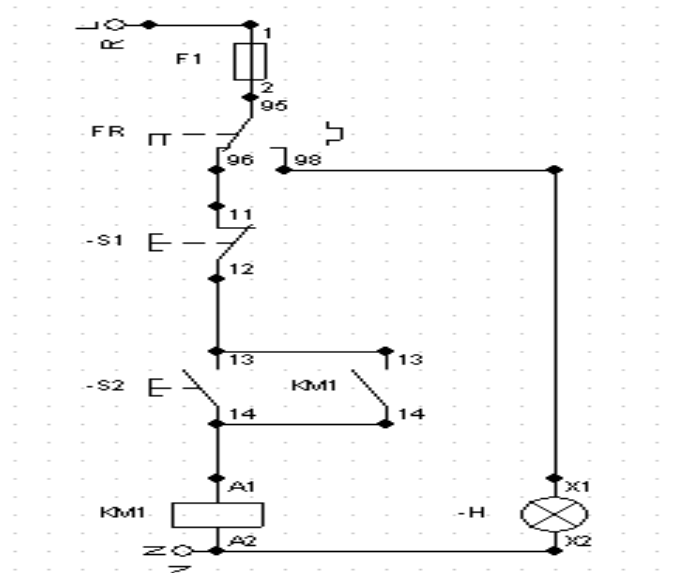
*Temporizador a la desconexión: al activar la bobina los contactos cambian inmediatamente y es al desconectarla cuando temporizan, pasado el tiempo programado retornan a reposo*

- *Activación: los contactos basculan instantáneamente.*
- *Desactivación: Los contactos vuelven a la posición de reposo tras el tiempo regulado.*

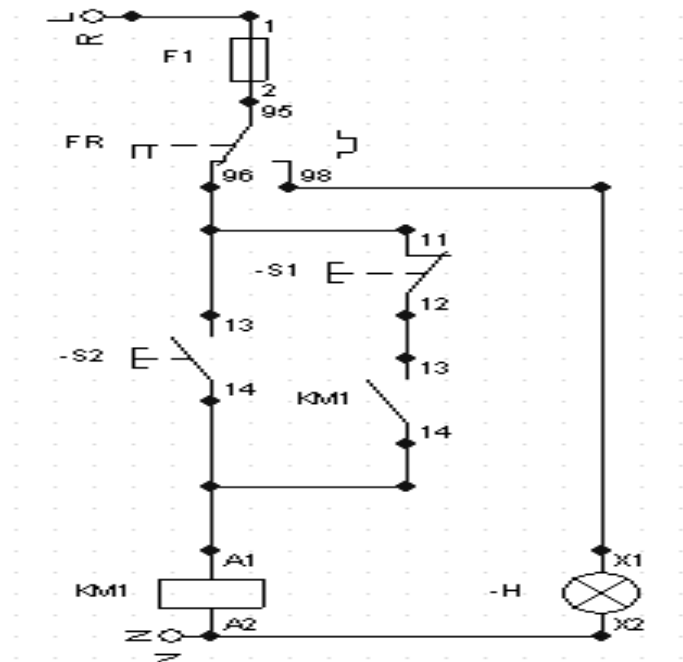


## **AUTOMATISMOS BASICOS**

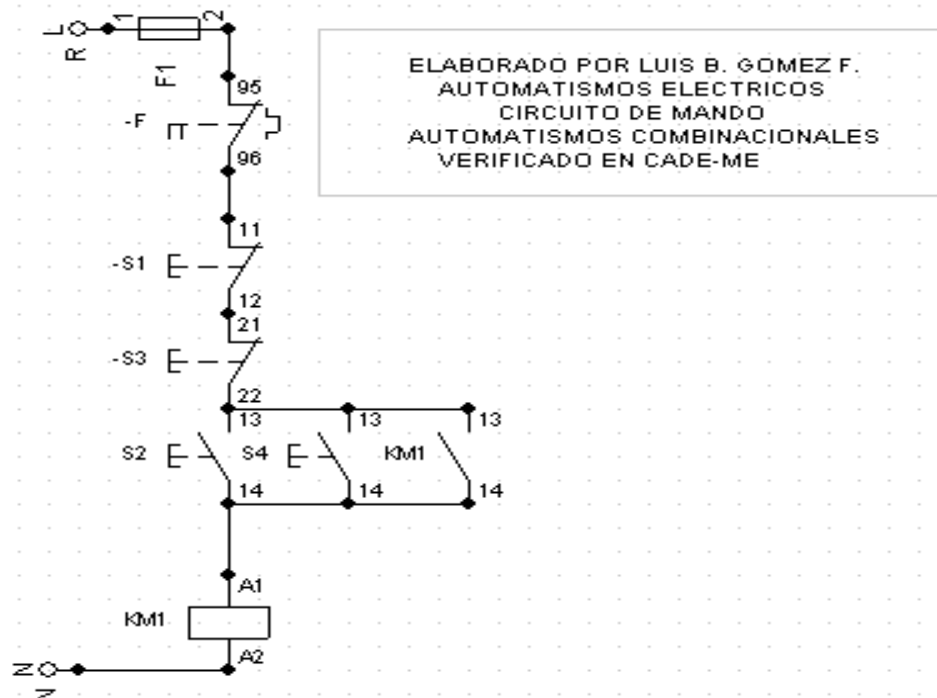
*Esquema de Marcha – Paro de un contactor con preferencia del paro. Con S2 conectamos KM1 y al soltarlo sigue en marcha porque el contacto de KM1 realimenta a su propia bobina. La parada se realizará mediante S1 y por protección térmica a través de FR.*



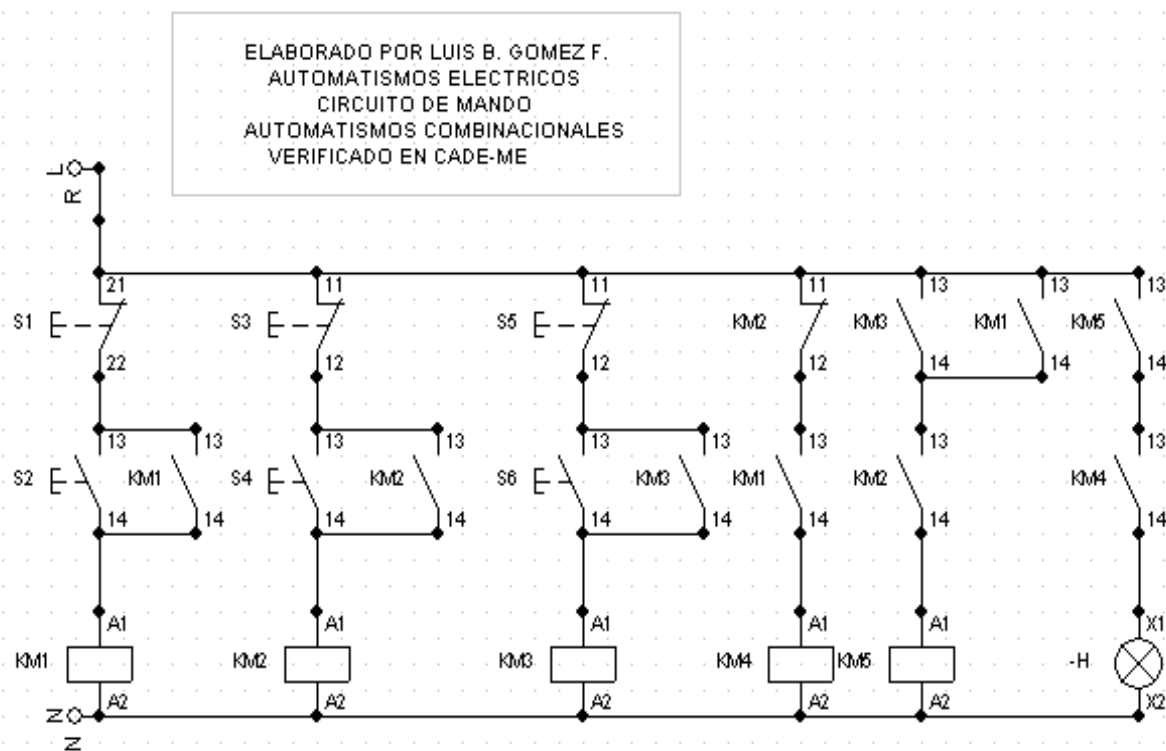
*Marcha – Paro igual que el anterior pero con preferencia de la marcha sobre el paro.*



*Dos pulsadores de marcha (S2 y S4) y dos paros (S1 y S3).*

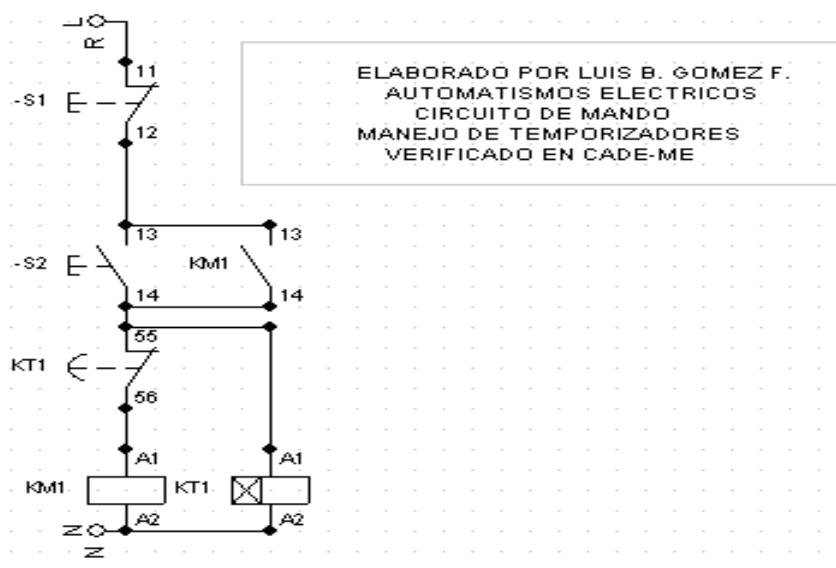


*Conexión de varios contactores con dependencia entre ellos.*

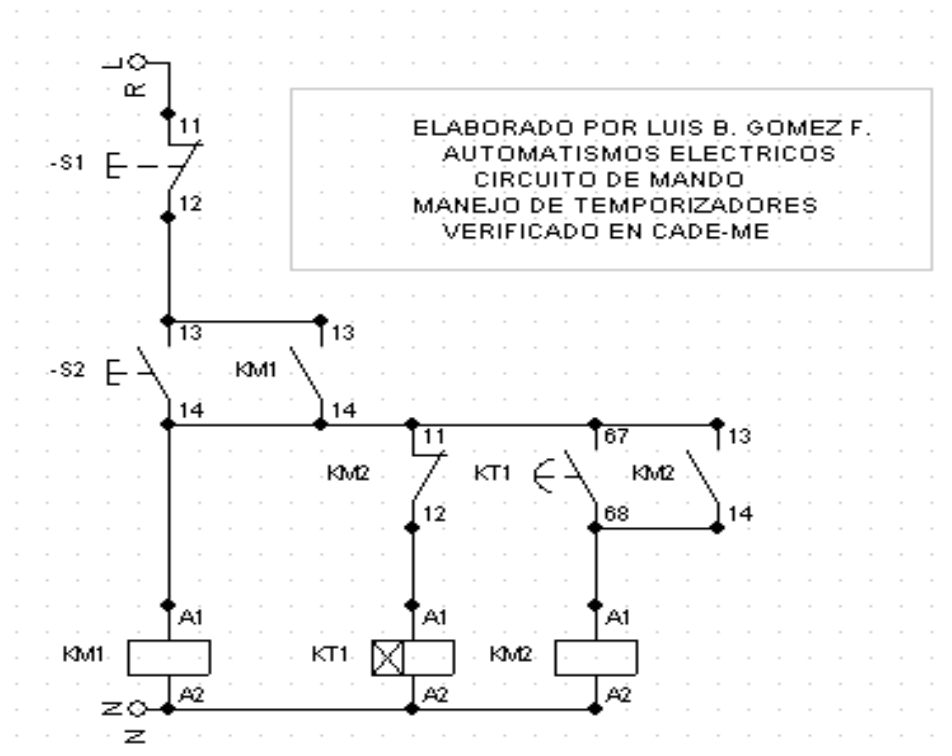


## TEMPORIZADORES

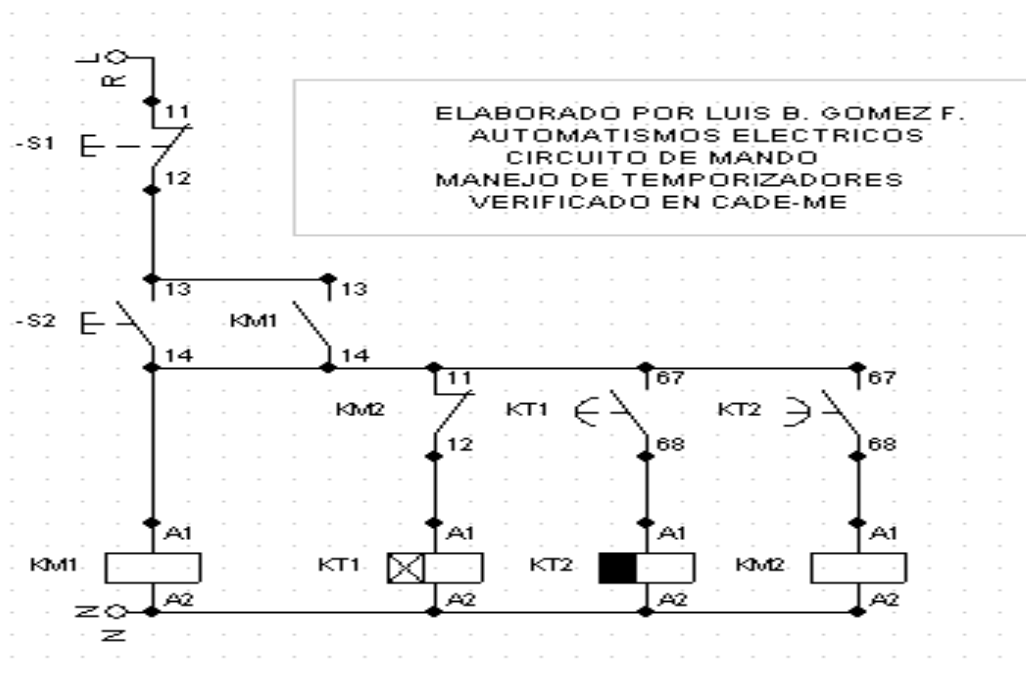
*Desconexión del contactor al cabo de un tiempo de accionar el S2.*



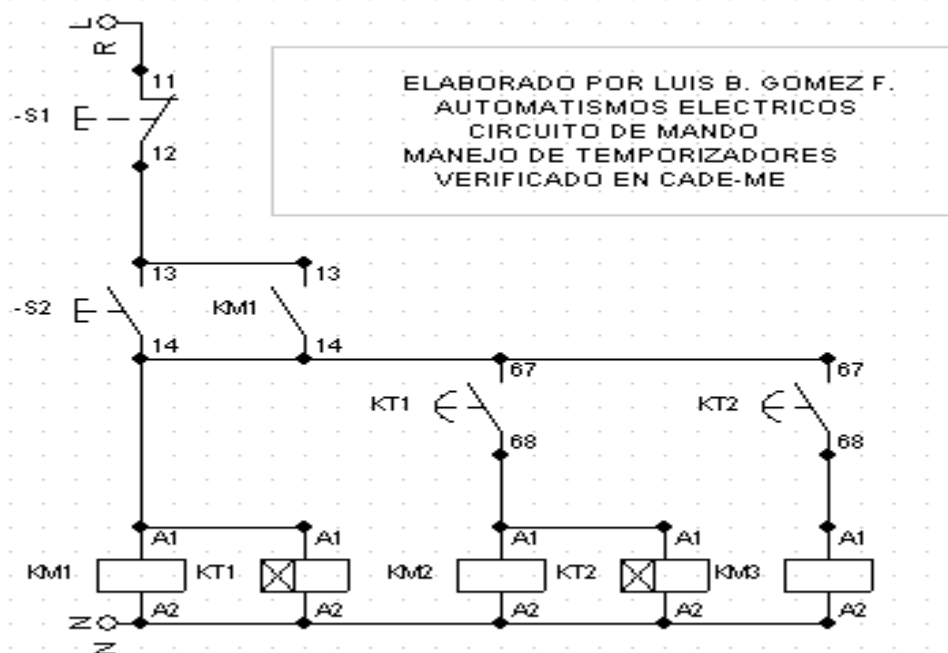
*Conexión de KM1 a KM2 pasado un tiempo del accionamiento de S2. Parada por S1.*



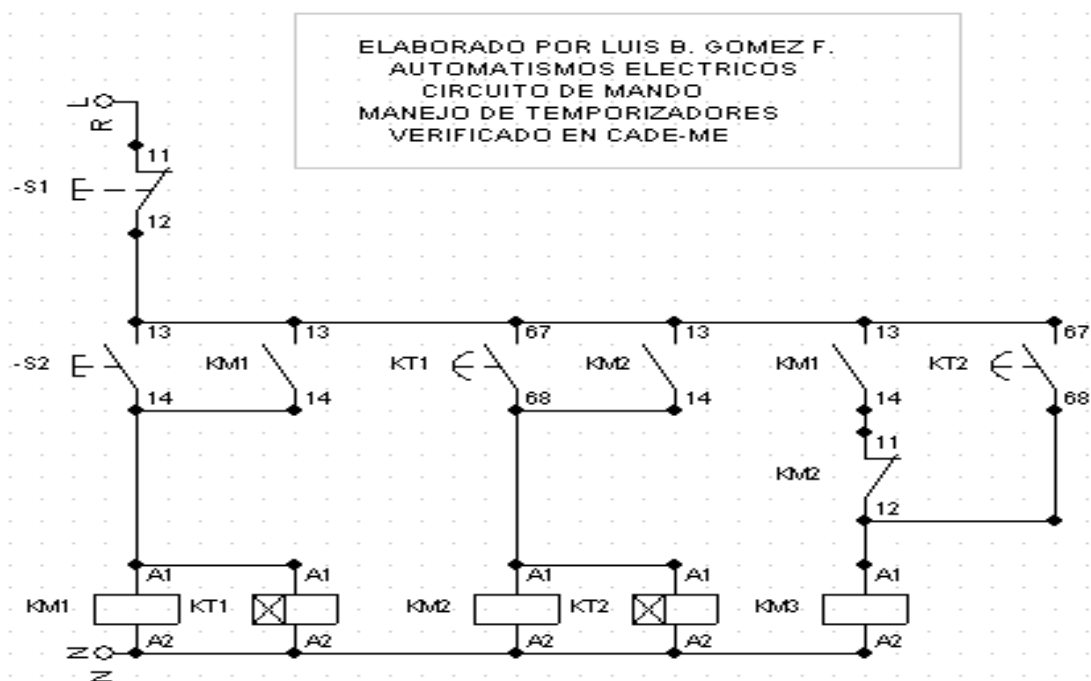
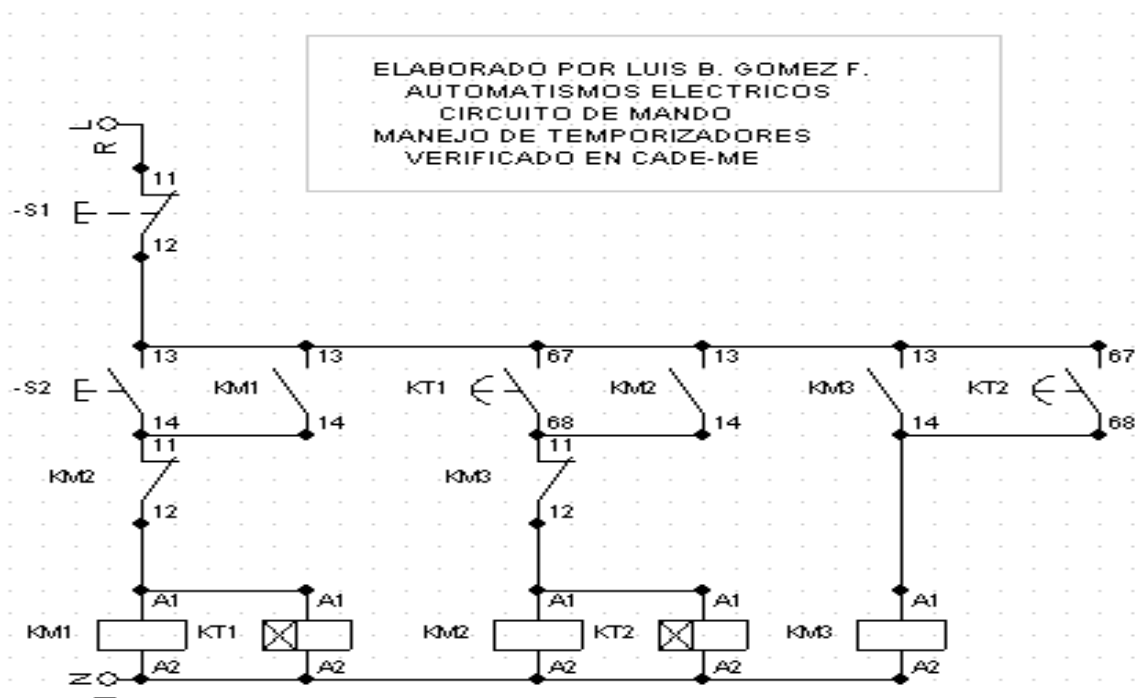
**Conexión y desconexión intermitente de KM al accionar S2.**



**Conexión secuencial de tres contactores a través de S1. Parada total con S2.**



Control secuencial con temporizadores



## **7. ELEMENTOS DE SALIDA Y SEÑALIZACION**

### **Señalización**

*Objetivo: Conocer el estado de la máquina (automatismo) y facilitar las tareas de mantenimiento.*

*Señalización óptica*

- *Receptores*

*Situación de parada*

*Situación de marcha, sentido*

*Situación de mal funcionamiento*

- *Red general de alimentación*

*Una lámpara por fase antes del interruptor general*

*Voltímetro: uno solo + conmutador entre fases*

*Amperímetro: para  $I > 5A$  se utilizan transformadores*

*Señalización óptica y acústica*

- *Se suele añadir una sola bocina para indicar cualquier situación de mal funcionamiento.*
- *Se suele disponer de un pulsador de “enterado”, que apaga la acústica, pero mantiene la óptica.*

### **Características del circuito de señalización**

*La alimentación debe ser distinta a la del circuito de mando*

*Se debe prever un circuito de prueba de lámparas*

*Se debe evitar poner lámparas en paralelo con las bobinas de los contactores para indicar su activación*

- *En la activación/desactivación de la bobina se genera un pico de tensión que provoca que la lámpara se funda rápidamente.*
- *Cualquier problema asociado a la lámpara, podría afectar al circuito de mando.*

### **Colores normalizados para señalización**

*Pulsadores luminosos*

- **Rojo** (no se recomienda): Indicará situación de PARO o fuera de tensión
- **Verde**: Situación de MARCHA. Funcionamiento en ciclo de trabajo
- **Amarillo**: ATENCIÓN. Puede utilizarse para evitar condiciones peligrosas.

*Ej: Exceso de temperatura*

- **Blanco**: CONFIRMACIÓN. Situación de marcha especial.

*Ej.: Funcionamiento fuera del ciclo de trabajo*

- **Azul**: Cualquier función no prevista en las anteriores

*Lámparas*

- **Rojo**: PELIGRO. ALARMA. Cualquier situación de mal funcionamiento y/o que requiera atención inmediata.
- **Verde**: Funcionamiento correcto. Máquina bajo tensión
- **Amarillo**: ATENCIÓN. PRECAUCIÓN. Cambio inmediato de condiciones en un ciclo automático.
- **Blanco o Azul**: Otros usos no especificados

### **Salidas**

*Son los elementos finales del circuito.*

- *Convierten la energía eléctrica en otra forma de energía. Mecánica: motores, electroválvulas,... Luz: lámparas. Sonido: timbre, sirena,..*

## 8. NORMAS PARA DOCUMENTACIÓN

*La norma internacional IEC 61082: preparación de la documentación usada en electrotecnia.*

*La norma internacional IEC 60445 (octubre de 1999) Versión Oficial en Español - Principios fundamentales y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, el marcado y la identificación. Identificación de los bornes de equipos y de los terminales de ciertos conductores designados, y reglas generales para un sistema alfanumérico.*

### **Documentación técnica**

*La documentación técnica que acompaña a un proyecto de automatización, debe aportar información para el **montaje, funcionamiento y mantenimiento** del sistema.*

*Debe incluir los siguientes documentos:*

- *Plano de instalación: trabajos preliminares (alimentación, conducciones, etc.)*
- *Diagrama de bloques o esquema funcional: explica los principios de funcionamiento del sistema.*
- *Esquema de circuitos: conexionado de los distintos elementos o componentes.*
- *Diagramas y tablas: aclara el funcionamiento de determinados circuitos o componentes (conmutadores, temporizadores, etc.)*
- *Plano de conexiones: situación física de los elementos y conexiones entre ellos (información para el montaje por personal no cualificado).*
- *Planos de mecanizado y serigrafiado.*

*Esta información se complementa con:*

- *Instrucciones de montaje y puesta en marcha*
- *Instrucciones de mantenimiento*
- *Listado de materiales*

### **Esquema de circuitos**

*Representación según el número de elementos*

- **Unifilar:** un solo elemento por componente

*Se utiliza en planos generales*

- **Multifilar:** representa todos los elementos de cada componente.

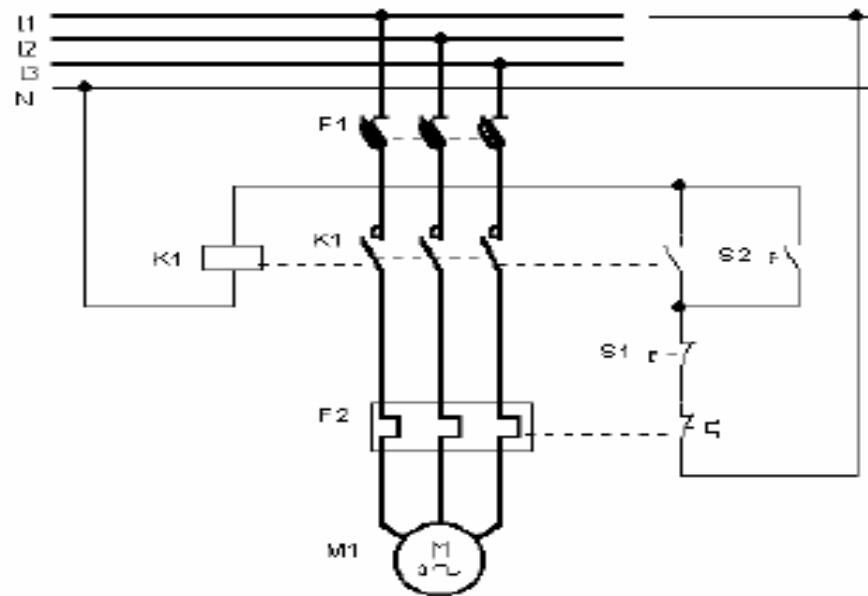
*Es el más utilizado*

*Representación según el emplazamiento de los contactos respecto de cada componente*

- **Representación conjunta**

*Es más fácil ver la función de cada elemento, pero más difícil de entender el conjunto*

*No se usa, ya que es complicado de seguir*

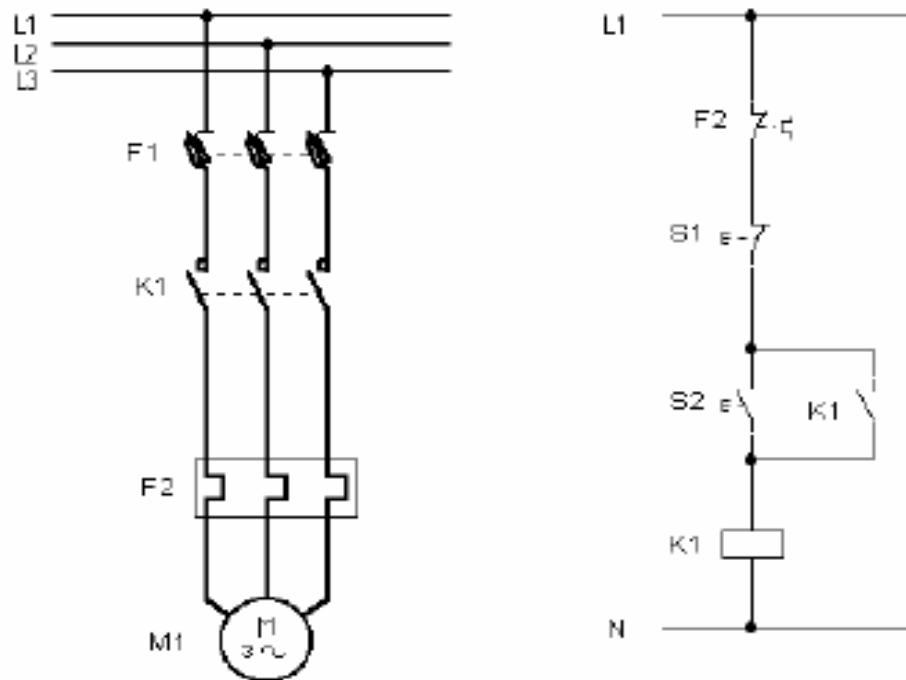


**Representación desarrollada**

*Se representan por separado el esquema de potencia y el de mando*

*Todos los elementos de un mismo componente, llevan la misma identificación*

*Es el más utilizado*



## Identificación de componentes

### CLASE

- $F \rightarrow$  Protección
- $H \rightarrow$  Señalización
- $K \rightarrow$  Relés
- $M \rightarrow$  Motores
- $Q \rightarrow$  E. conexión potencia
- $R \rightarrow$  Resistencia
- $S \rightarrow$  E. conexión mando
- $T \rightarrow$  Transformador
- $V \rightarrow$  Semiconductores
- $Y \rightarrow$  Electroválvula

### FUNCIÓN

- $A \rightarrow$  Auxiliar
- $B \rightarrow$  Movimiento
- $G \rightarrow$  Prueba
- $H \rightarrow$  Señalización
- $M \rightarrow$  Principal
- $Q \rightarrow$  Estado máquina
- $T \rightarrow$  Temporizador

### Marcado de bornes

Borne es la parte conductora de un elemento a la que se puede fijar un cable de conexión (conductor), generalmente por medio de un tornillo.

La numeración de bornes permite:

- Realizar un cableado correcto
- Conocer el tipo de elemento (potencia, mando)
- Conocer el tipo de contacto (NA, NC)
- Conocer la función desarrollada (temporizado, protección,...)



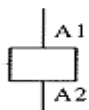
### Normas generales de marcado

La identificación se hace con **letras latinas mayúsculas y número arábigos**.

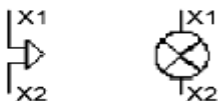
- La identificación de bornes de impedancias será alfanumérica (A1, A2,...).
- La identificación de bornes de contactos será numérica (11, 12,...)
- Si hay que distinguir entre entrada y salida, el borne de entrada tendrá el número menor (11: entrada, 12:salida).
- Los elementos simples se identifican con números consecutivos, siendo el menor impar
- Las marcas de los bornes puestas sobre los elementos deben ser únicas.

A continuación se muestra los elementos de señalización para automatismos electricos.

■ Bobinas



■ Elementos de señalización



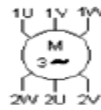
■ Motores



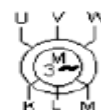
Motor trifásico



Motor Estrella-triángulo



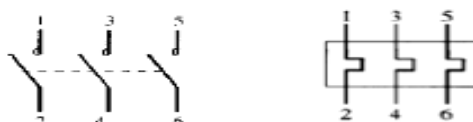
Motor Dahlander



Motor de anillos rozantes

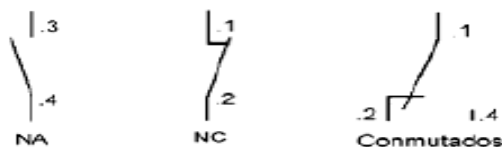
■ Contactos de potencia

- Se utiliza un solo dígito



■ Contactos auxiliares

- Se utilizan dos dígitos
  - Unidades: Tipo de contacto o cifra de función.
  - Decenas: N° de orden. Posición del contacto dentro del elemento
- Normales



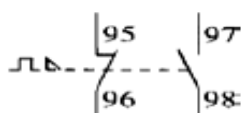
■ Contactos auxiliares (cont.)

- Temporizados



■ Contactos de protección térmica

- Son una excepción. Empiezan por 9. No es el n° de orden.



## **Identificación de bornes**

*Se deben separar las bornes de conexión en al menos dos grupos; uno para los circuitos de control y otro grupo para los circuitos de potencia.*

*Cada grupo de bornes (denominado regletero) se identificará con un código alfanumérico cuya primera letra siempre será X (X1, X2, X3,...).*

*Circuito de control*

- *En cada grupo de bornes, la numeración es creciente de izquierda a derecha y desde 1 hasta 'n'.*

*Regletero X1: n° de bornes = 1,2,3,4,5,6,7,8,... n*

*Circuito de potencia*

- *Se utiliza el siguiente referenciado:*
- *Alimentación tetrapolar: L1 - L2 - L3 - N - PE (3 fases, neutro y tierra)*
- *Alimentación tripolar: L1 - L2 - L3 - PE (3 fases y tierra)*
- *Alimentación monofásica simple: L - N - PE (fase, neutro y tierra)*
- *Alimentación monofásica compuesta: L1 - L2 - PE (2 fases y tierra)*
- *Salidas a motores trifásicos: U - V - W - (PE)\* ó K - L - M - (PE)\**
- *Salidas a motores monofásicos: U - V - (PE)\* ó K - L - (PE)\**
- *Salidas a resistencias: A - B - C, etc.*

*\* (PE) solo si es necesaria*

*Ejemplo:*

- *Regletero X1: n° de bornes = L1-L2-L3-N-PE-U1-V1-W1-U2-V2-W2-U3-V3-W3-U4-V4....*

## 9. ARRANQUE DE MOTORES

### Introducción

En el motor de “jaula de ardilla”, el giro del motor se produce por la interacción entre el campo magnético del estator (giratorio) y el inducido en los bobinados de rotor (espiras en cortocircuito).

Se conocen como motores asíncronos, ya que la velocidad de sincronismo no se alcanza nunca.

- $f$ : frecuencia de red
- $p$ : nº de pares de polos

$$n_s = \frac{60.f}{p} \text{ r.p.m.}$$

### ECUACIONES PRINCIPALES

- Deslizamiento

$$S = n_s - n$$

- $n_s$ : velocidad de sincronismo
- $n$ : velocidad del motor

- Deslizamiento relativo

$$S_r = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

- Potencia útil y rendimiento de un motor

$$P_{\text{absorbida}} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

- En vacío la potencia útil es nula

$$P_u(n_o) = 0$$

- Se define la potencia nominal  $P_n$  como la  $P_u$  a la velocidad nominal, consumiendo por tanto  $I_n$ .

$$P_u(n_n) = P_n$$

- El rendimiento de un motor (como característica) se define para su velocidad nominal.

$$\eta = \frac{P_n}{P_{\text{absorbida}}} \quad \text{en cualquier otro caso} \quad \eta = \frac{P_u}{P_{\text{absorbida}}}$$

### Arranque de motores asíncronos trifásicos

Durante la puesta en tensión de un motor, la corriente solicitada es considerable y puede provocar una caída de tensión que afecte al funcionamiento de los receptores, especialmente en caso de insuficiencia de la sección de la línea de alimentación. En ocasiones, la caída puede llegar a ser perceptible en los aparatos de alumbrado. Para poner remedio a estos inconvenientes, ciertos reglamentos sectoriales prohíben el uso de motores de arranque directo que superen cierta potencia. Otros se limitan a imponer la relación entre la corriente de arranque y la nominal en base a la potencia de los motores. Los motores de jaula son los únicos que pueden acoplarse directamente a la red por medio de un equipo simple.

En este tipo de motores, cuya frecuencia es constante, la reducción de la punta de corriente conlleva de manera automática una fuerte reducción del par.

## **Arranque directo**

*Se trata del modo de arranque más sencillo en el que el estator se acopla directamente a la red. El motor se basa en sus características naturales para arrancar. En el momento de la puesta bajo tensión, el motor actúa como un transformador cuyo secundario, formado por la jaula muy poco resistente del rotor, está en cortocircuito. La corriente inducida en el rotor es importante. La corriente primaria y la secundaria son prácticamente proporcionales. Por tanto, se obtiene una punta de corriente importante en la red:*

*$I_{\text{arranque}} = 5 \text{ a } 8 I_{\text{nominal}}$*

*El par de arranque medio es:  $C_{\text{arranque}} = 0,5 \text{ a } 1,5 C_{\text{nominal}}$*

*A pesar de las ventajas que conlleva (sencillez del equipo, elevado par de arranque, arranque rápido, bajo coste), sólo es posible utilizar el arranque directo en los siguientes casos:*

- la potencia del motor es débil con respecto a la de la red, para limitar las perturbaciones que provoca la corriente solicitada,*
- la máquina accionada no requiere un aumento progresivo de velocidad y dispone de un dispositivo mecánico (por ejemplo, un reductor) que impide el arranque brusco,*
- el par de arranque debe ser elevado.*

*Por el contrario, siempre que:*

- la caída de tensión provocada por la corriente solicitada pueda perturbar el buen funcionamiento de otros aparatos conectados a la misma línea,*
- la máquina accionada no pueda admitir sacudidas mecánicas,*

*La variación de la tensión de alimentación tiene las siguientes consecuencias:*

- la corriente de arranque varía proporcionalmente a la tensión de alimentación,*
- el par de arranque varía proporcionalmente al cuadrado de la tensión de alimentación.*

## **Tipos de arranque a tensión reducida**

### *Estrella – triángulo*

- El motor se arranca en dos fases reduciendo la tensión de los bobinados*
- La corriente de arranque se reduce a 2 veces  $I_n$*

### *Estrella – Triángulo/Resistencias – Triángulo*

- Añade al arranque estrella-triángulo un paso intermedio haciendo una conexión en triángulo, con una resistencia en serie con los bobinados de cada fase.*

### *Mediante autotransformador*

- El motor arranca en dos o más etapas o de manera continua a través de un autotransformador.*
- Mediante resistencias estáticas*
- Similar al arranque con autotransformador, el motor se conecta en dos o más etapas conectando una resistencia en serie con cada bobinado del estator.*

### *Mediante resistencias rotóricas*

- Requiere un motor de rotor bobinado (más caro)*
- Intercalando resistencias con el rotor, se puede desplazar el par máximo a velocidades bajas.*

### *Arrancadores estáticos (electrónicos)*

- La tensión aplicada al motor se controla variando el ángulo de disparo de unos SCR conectados en serie con cada bobinado del estator*

## **Arranque estrella – triángulo**

Es el arranque más utilizado por su sencillez, precio y prestaciones. Sólo es posible utilizar este modo de arranque en motores en los que las dos extremidades de cada uno de los tres devanados estatóricos vuelvan a la placa de bornas. Por otra parte, el bobinado debe realizarse de manera que el acoplamiento en triángulo corresponda con la tensión de la red: por ejemplo, en el caso de una red trifásica de 380 V, es preciso utilizar un motor bobinado a 220V en triángulo y 380 V en estrella. El principio consiste en arrancar el motor acoplando los devanados en estrella a la tensión de la red, lo que equivale a dividir la tensión nominal del motor en estrella por 3 (en el ejemplo anterior, la tensión de la red 380 V = 660 V / 3). La punta de corriente durante el arranque se reduce en :  $I_d \approx 1,5$  a  $2,6 I_n$

La velocidad del motor se estabiliza cuando se equilibran el par del motor y el par resistente, normalmente entre el 75 y 85% de la velocidad nominal. En ese momento, los devanados se acoplan en triángulo y el motor rinde según sus características naturales. Un temporizador se encarga de controlar la transición del acoplamiento en estrella al acoplamiento en triángulo. El cierre del contactor de triángulo se produce con un retardo de 30 a 50 milisegundos tras la apertura del contactor de estrella, lo que evita un cortocircuito entre fases al no poder encontrarse ambos cerrados al mismo tiempo.

El arranque estrella-triángulo es apropiado para las máquinas cuyo par resistente es débil o que arrancan en vacío.

Dependiendo del régimen transitorio en el momento del acoplamiento en triángulo, puede ser necesario utilizar una variante que limite los fenómenos transitorios cuando se supera cierta potencia:

- temporización de 1 a 2 segundos al paso estrella-triángulo.

## **Motores de dos velocidades**

En un motor de “jaula de ardilla”, la velocidad de sincronismo ( $n_s$ ) y la velocidad asíncrona ( $n$ ), se obtiene como:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ r.p.m.} \quad n = \frac{60 \cdot f}{p} (1 - s)$$

- $f$ : frecuencia de red
- $p$ : nº de pares de polos
- $s$ : deslizamiento

Para variar la velocidad se puede variar cualquiera de estos valores.

| $p$ | $n_s$ (r.p.m) |       |
|-----|---------------|-------|
|     | 50 Hz         | 60 Hz |
| 1   | 3.000         | 3.600 |
| 2   | 1.500         | 1.800 |
| 3   | 1.000         | 1.200 |
| 4   | 750           | 900   |
| 5   | 600           | 720   |
| 6   | 500           | 600   |

### **Variación de velocidad**

Nº de pares de polos

- Con distintos arrollamiento en el estator, se pueden obtener 3 ó 4 velocidades distintas y constantes.
- Solo se obtienen velocidades múltiplos de la frecuencia de red.

Deslizamiento

- El deslizamiento depende de la resistencia rotórica.
- Al aumentar la R se aumenta s y por tanto se disminuye la velocidad, pero se pierde potencia.
- Solo es posible en motores de rotor bobinado.

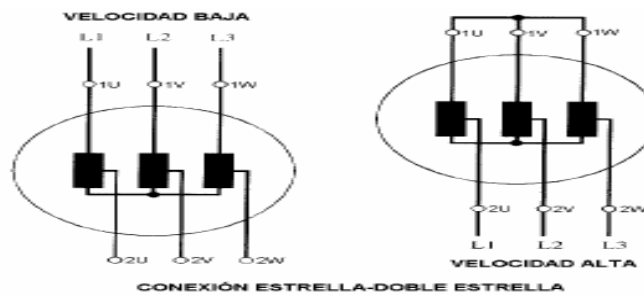
Frecuencia de red

- Se realiza con convertidores estáticos de frecuencia.
- Es posible una variación lineal en un amplio margen, independientemente de la carga del motor.

### **Motor Dahlander**

Motor de dos velocidades con un solo bobinado por fase, pero dividido en dos mitades iguales con una toma intermedia.

Según la conexión que se realice en la placa de bornes, se crean p ó 2p pares de polos, y por tanto se obtiene dos velocidades con una relación 2:1.



### **Variantes en la conexión Dahlander**

$\Delta - \lambda\lambda$  (triángulo - doble estrella)

- Es el más utilizado
- El par es constante en las dos velocidades
- Si la placa de bornes lo permite (9 bornes), es posible un arranque

$\lambda - \Delta$  a velocidad baja

- $\lambda\lambda - \Delta$  (doble estrella - triángulo)
- Se consigue una potencia constante en las dos velocidades

$\lambda - \lambda\lambda$  (estrella - doble estrella)

- El par aumenta con  $n^2$
- La potencia aumenta con  $n^3$
- Se utiliza típicamente en ventiladores

En todas las variantes la relación de velocidades es siempre 2:1

## **Instalación y mantenimiento de aparatos de maniobra**

### **instalación**

- \_ Instalar los aparatos en tableros con el grado de protección adecuado y condiciones de humedad y temperatura admisibles.*
- \_ La elección del calibre de los aparatos, sus protecciones, y la asociación de productos, deben estar basadas en las consideraciones enunciadas en este manual y en las recomendaciones de los catálogos.*
- \_ Para las conexiones de potencia y comando usar terminales de cableado.*
- \_ Realizar el ajuste final de las protecciones en condiciones de explotación. No confiar solamente en la chapa característica de los motores o la corriente nominal indicada en el esquema eléctrico.*
- \_ Ajustar todos los bornes de conexión con el torque indicado.*

### **Mantenimiento**

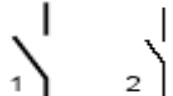
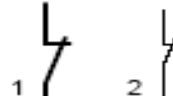
- \_ Ante un cortocircuito o sobrecarga verificar el origen de la falla y solucionar el problema.*
- \_ En una salida motor, ante un cortocircuito, verificar el tipo de coordinación. Puede ser necesario el cambio de uno o más aparatos.*
- \_ Resetear y habilitar un circuito cuando estén restablecidas todas las condiciones de la carga y de los aparatos que componen la salida, o volver a ajustar las protecciones de sobrecarga.*
- \_ En todos los aparatos de corte (interruptores, guardamotores, contactores)*
  - No limar ni engrasar los contactos*
  - No reemplazar los contactos*
  - No limpiar las cámaras de corte*
- Todos los aparatos modernos son libres de mantenimiento hasta el fin de su vida útil.*
- \_ Repasar el ajuste de todos los bornes de conexión antes de la puesta en servicio, al mes y anualmente.*
- \_ No tocar los núcleos magnéticos de los contactores con la mano.*
- \_ En caso de duda, antes de actuar consulte el catálogo o instrucciones de montaje y mantenimiento de los productos, o consulte al fabricante.*

## **SIMBOLOGIA INTERNACIONAL**

Los símbolos gráficos y las referencias identificativas, cuyo uso se recomienda, están en conformidad con las publicaciones más recientes.

La norma IEC 1082-1 define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñarlos esquemas y realizar los equipos eléctricos. El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones.

### **CONTACTOS**

|                                                |                               |                                                                                       |
|------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Contacto "NA" (de cierre)                      | 1 – principal<br>2 – auxiliar |     |
| Contacto "NC" (de apertura)                    | 1 – principal<br>2 – auxiliar |     |
| Interruptor                                    |                               |   |
| Seccionador                                    |                               |  |
| Contactor                                      |                               |  |
| Ruptor                                         |                               |  |
| Disyuntor                                      |                               |  |
| Interruptor-seccionador                        |                               |  |
| Interruptor-seccionador de apertura automática |                               |  |
| Fusible-seccionador                            |                               |  |

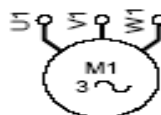
|                                                                                                                   |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Contactos de dos direcciones no solapado<br>(apertura antes de cierre)                                            |                               |
| Contactos de dos direcciones solapado                                                                             |                               |
| Contacto de dos direcciones con posición mediana de apertura                                                      |                               |
| Contactos presentados en posición accionada                                                                       | <div>NO </div> <div>NC </div> |
| Contactos de apertura o cierre anticipado.<br>Funcionan antes que los contactos restantes de un mismo conjunto    | <div>NO </div> <div>NC </div> |
| Contactos de apertura o cierre retardado.<br>Funcionan más tarde que los contactos restantes de un mismo conjunto | <div>NO </div> <div>NC </div> |
| Contacto de paso con cierre momentáneo al accionamiento de su mando                                               |                               |
| Contacto de paso con cierre momentáneo al desaccionamiento de su mando                                            |                               |
| Contactos de cierre de posición mantenida                                                                         |                               |
| Interruptor de posición                                                                                           | <div>NO </div> <div>NC </div> |
| Contactos de cierre o apertura temporizados al accionamiento                                                      | <div>NO </div> <div>NC </div> |
| Contactos de cierre o apertura temporizados al desaccionamiento                                                   | <div>NO </div> <div>NC </div> |
| Interruptor de posición de apertura, de maniobra de apertura positiva                                             |                               |

## MANDOS DE CONTROL

|                                                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--|
| Mando electromagnético<br>Símbolo general                                   |  |
| Mando electromagnético<br>Contactor auxiliar                                |  |
| Mando electromagnético<br>Contactor                                         |  |
| Mando electromagnético<br>de 2 devanados                                    |  |
| Mando electromagnético<br>de puesta en trabajo retardada                    |  |
| Mando electromagnético<br>de puesta en reposo retardada                     |  |
| Mando electromagnético<br>de un relé de remanencia                          |  |
| Mando electromagnético<br>de enclavamiento mecánico                         |  |
| Mando electromagnético<br>de un relé polarizado                             |  |
| Mando electromagnético<br>de un relé intermitente                           |  |
| Mando electromagnético<br>de un relé por impulsos                           |  |
| Mando electromagnético<br>de accionamiento y<br>desaccionamiento retardados |  |
| Bobina de relé RH temporizado en<br>reposo                                  |  |
| Bobina de relé RH de impulso en<br>desactivación                            |  |
| Bobina de electroválvula                                                    |  |

## MAQUINAS GIRATORIAS

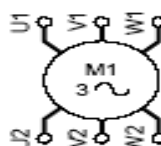
Motor asíncrono trifásico,  
de rotor en cortocircuito



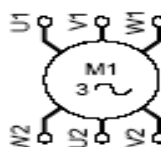
Motor asíncrono monofásico



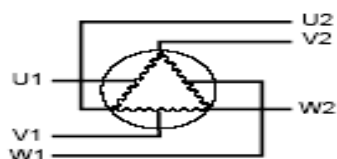
Motor asíncrono de dos devanados  
estátor separados  
(motor de dos velocidades)



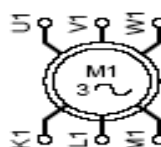
Motor asíncrono con seis bornas de  
salida (acoplamiento estrella-triángulo)



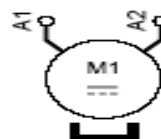
Motor asíncrono de acoplamiento de  
polos (motor de dos velocidades)



Motor asíncrono trifásico,  
rotor de anillos



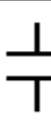
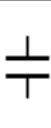
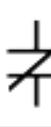
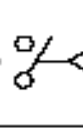
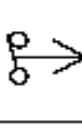
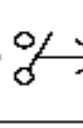
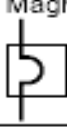
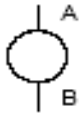
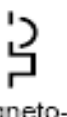
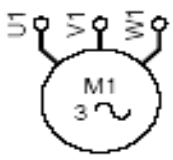
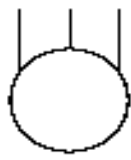
Motor de imán permanente



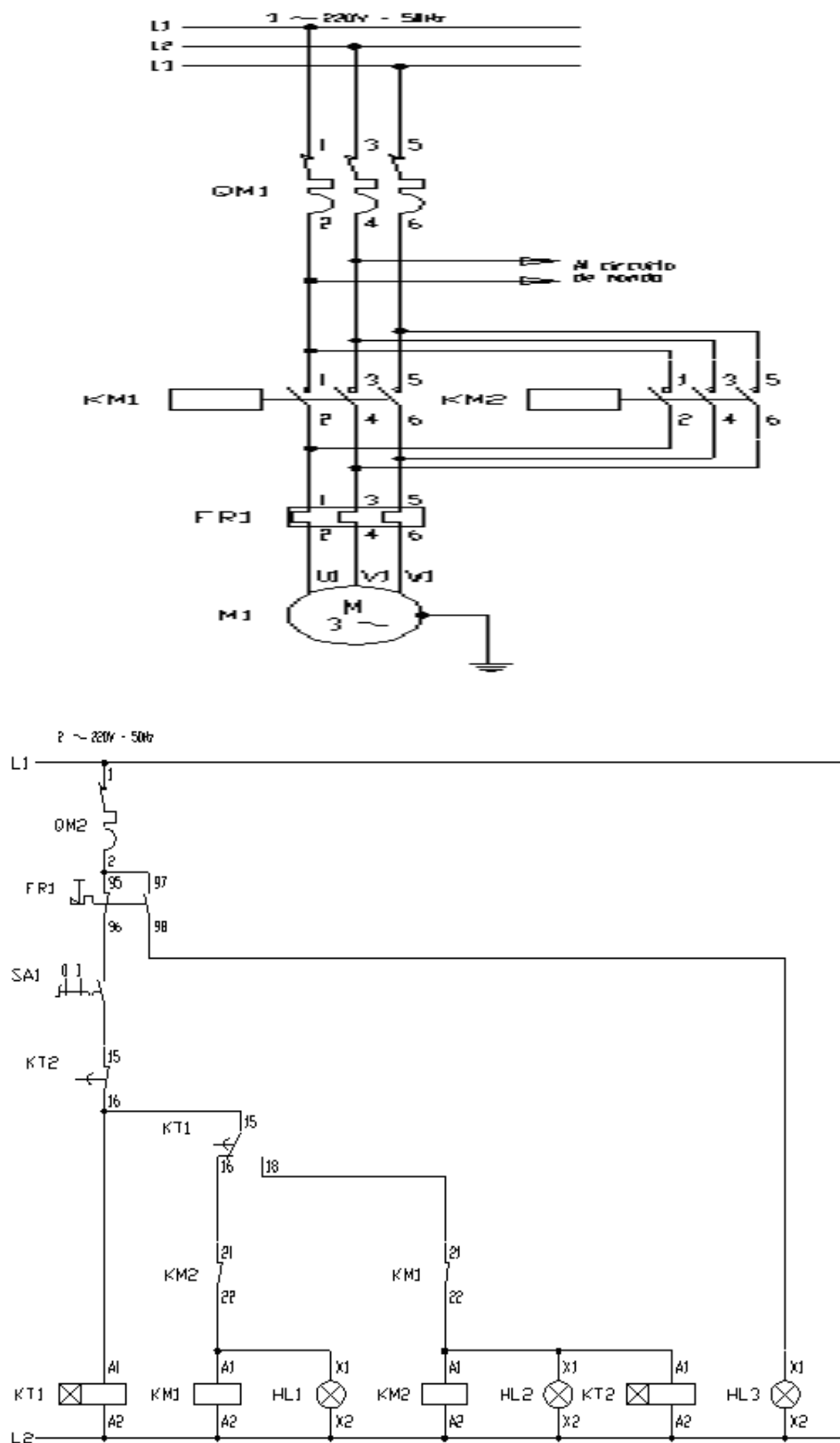
Motor asíncrono equipado con  
sondas de termistancia



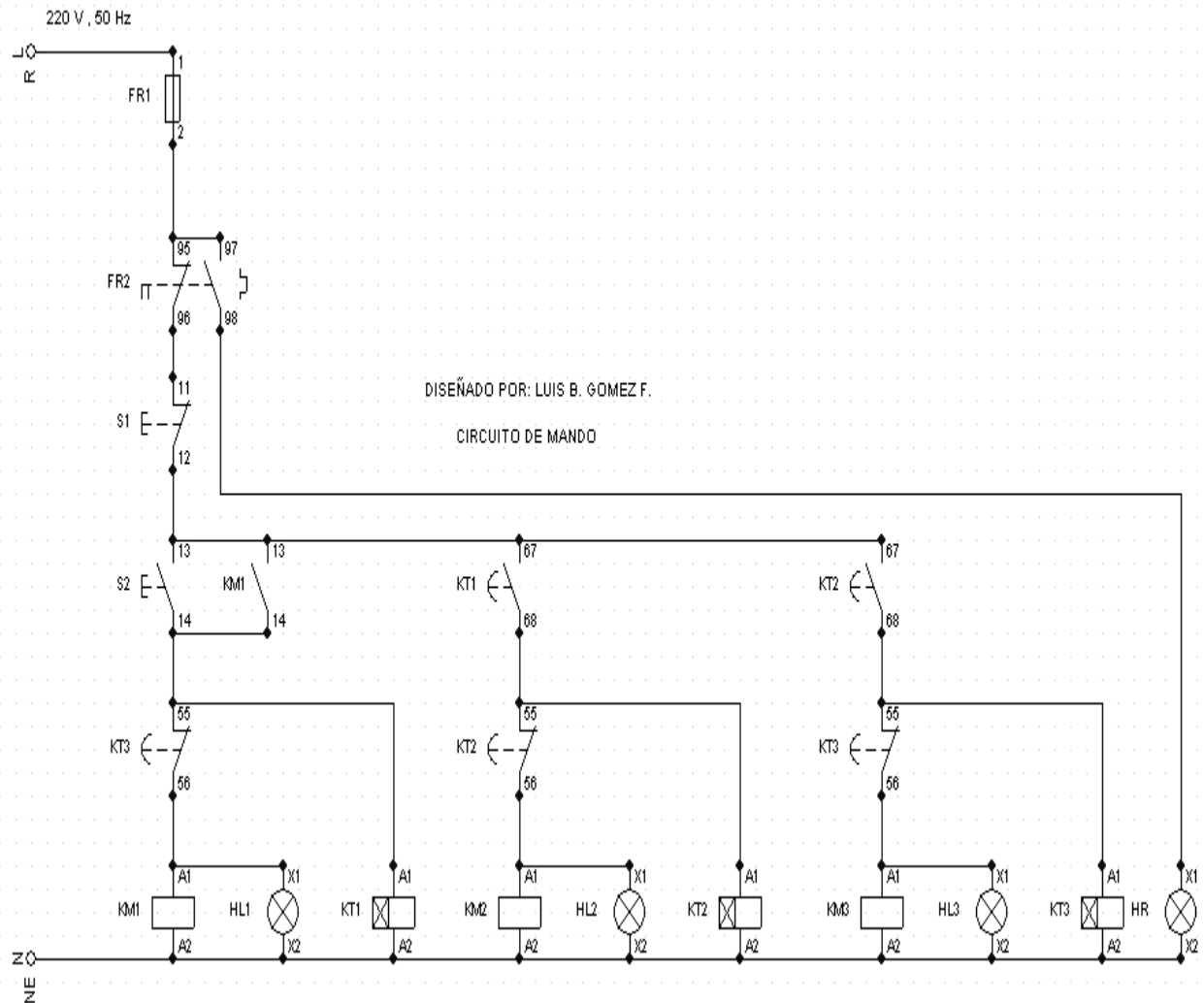
TABLA COMPARATIVA

| Naturaleza de los símbolos gráficos           | Normas europeas                                                                             |                                                                                               | Normas EE.UU.                                                                                   |                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contacto de cierre "NA"<br>Potencia-Control   |            |              |              |                    |
| Contacto de apertura "NC"<br>Potencia-Control |            |              |              |                    |
| Contacto temporizado al accionamiento         | NO         | NC           | NC           | NO                 |
| Contacto temporizado al desaccionamiento      | NO         | NC           | NC           | NO                 |
| Cortocircuito fusible                         |           |                                                                                               |             |                                                                                                       |
| Relé de protección                            | Térmico  | Magnético  |            |                                                                                                       |
| Bobinas                                       |          |                                                                                               |            |                                                                                                       |
| Seccionadores                                 |          |            |            |                  |
| Disyuntores                                   |          |                                                                                               | Magnético  | Magneto-térmico  |
| Motores                                       |          |                                                                                               |            |                                                                                                       |

# ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFASICO CON INVERSION DE GIRO CON TEMPORIZADORES



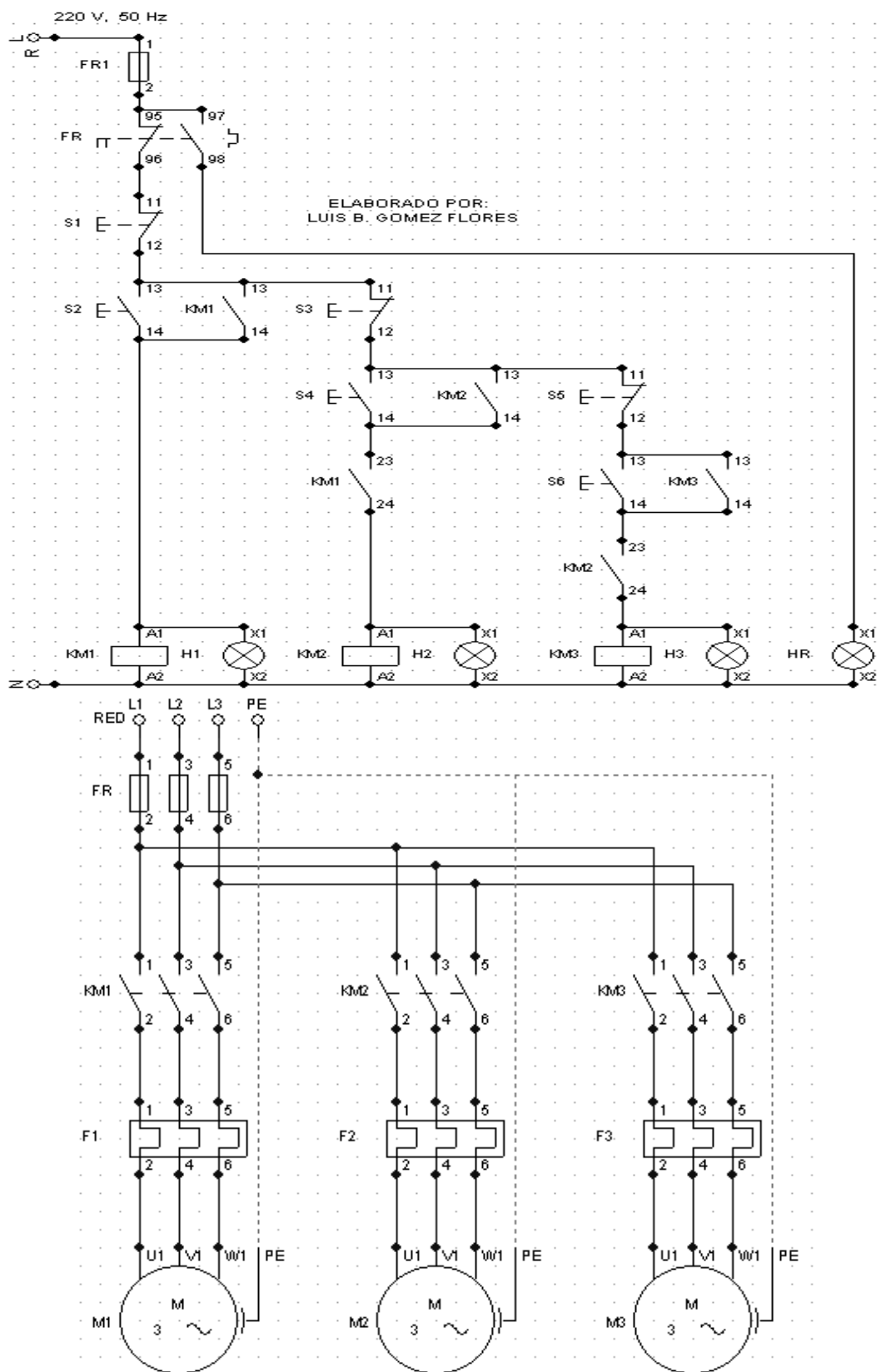
**N-0 ARRANCADOR AUTOMATICO DE 3 MOTORES EN FORMA AUTOMATICA CON TEMPORIZADOR** Dibujado y verificado en CADE\_SIMU



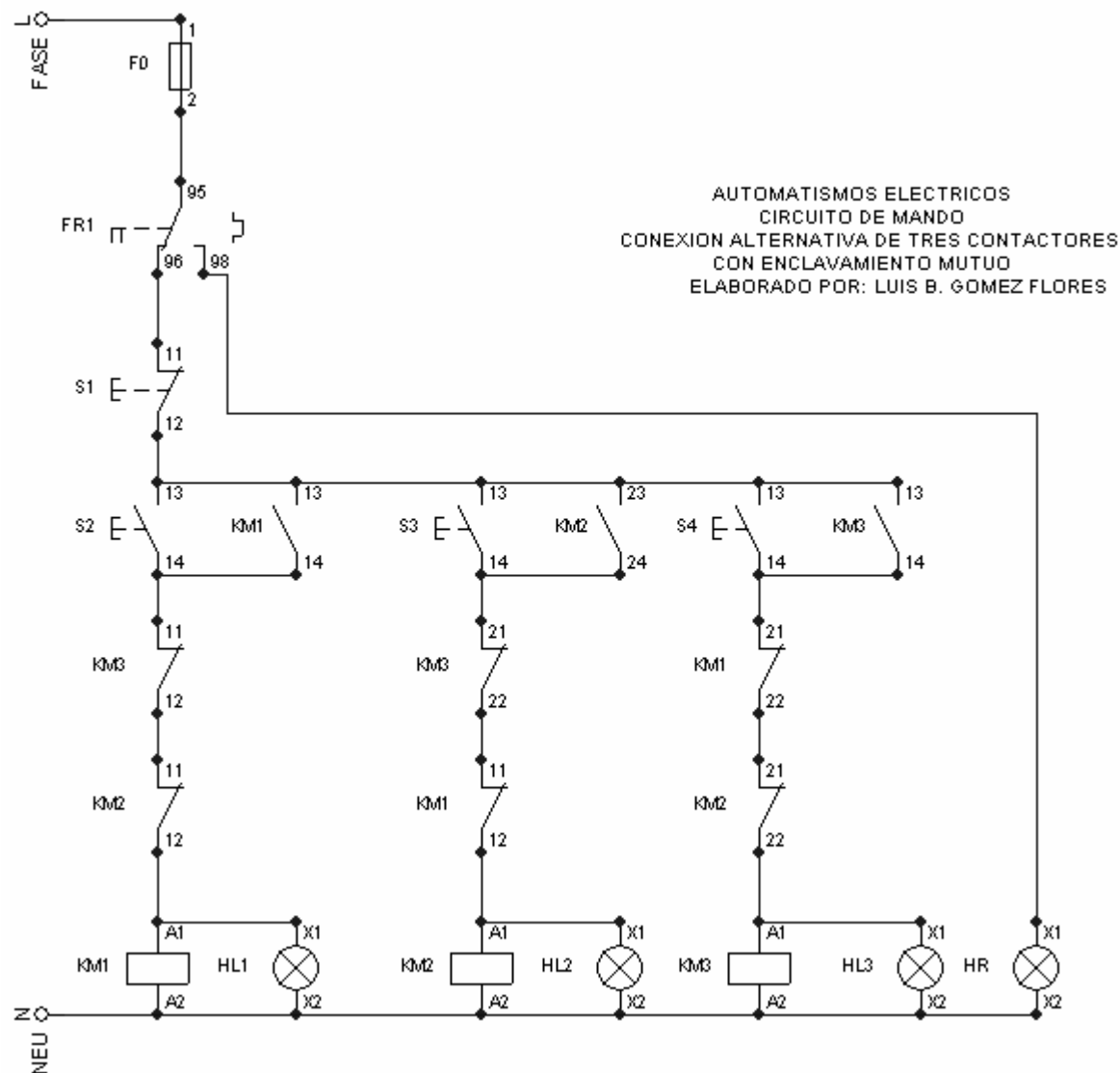
**LEYENDA**

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| FR1 | Fusible o Interruptor automatico                 |
| FR2 | Rele termico                                     |
| S1  | Pulsador NC Parada                               |
| S2  | Pulsador NA Marcha                               |
| KM1 | Contactador Principal del motor 1                |
| KM2 | Contactador del motor 2                          |
| KM3 | Contactador del motor 3                          |
| KT1 | Temporizador                                     |
| KT2 | Temporizador                                     |
| KT3 | Temporizador                                     |
| HL1 | Señalización del motor 1                         |
| HL2 | Señalización del motor 2                         |
| HL3 | Señalización del motor 3                         |
| HR  | Señalización del rele térmico contra sobrecargas |

# N-1 CONTROL DE 3 MOTORES CON ENCLAVAMINETO PROGRESIVO



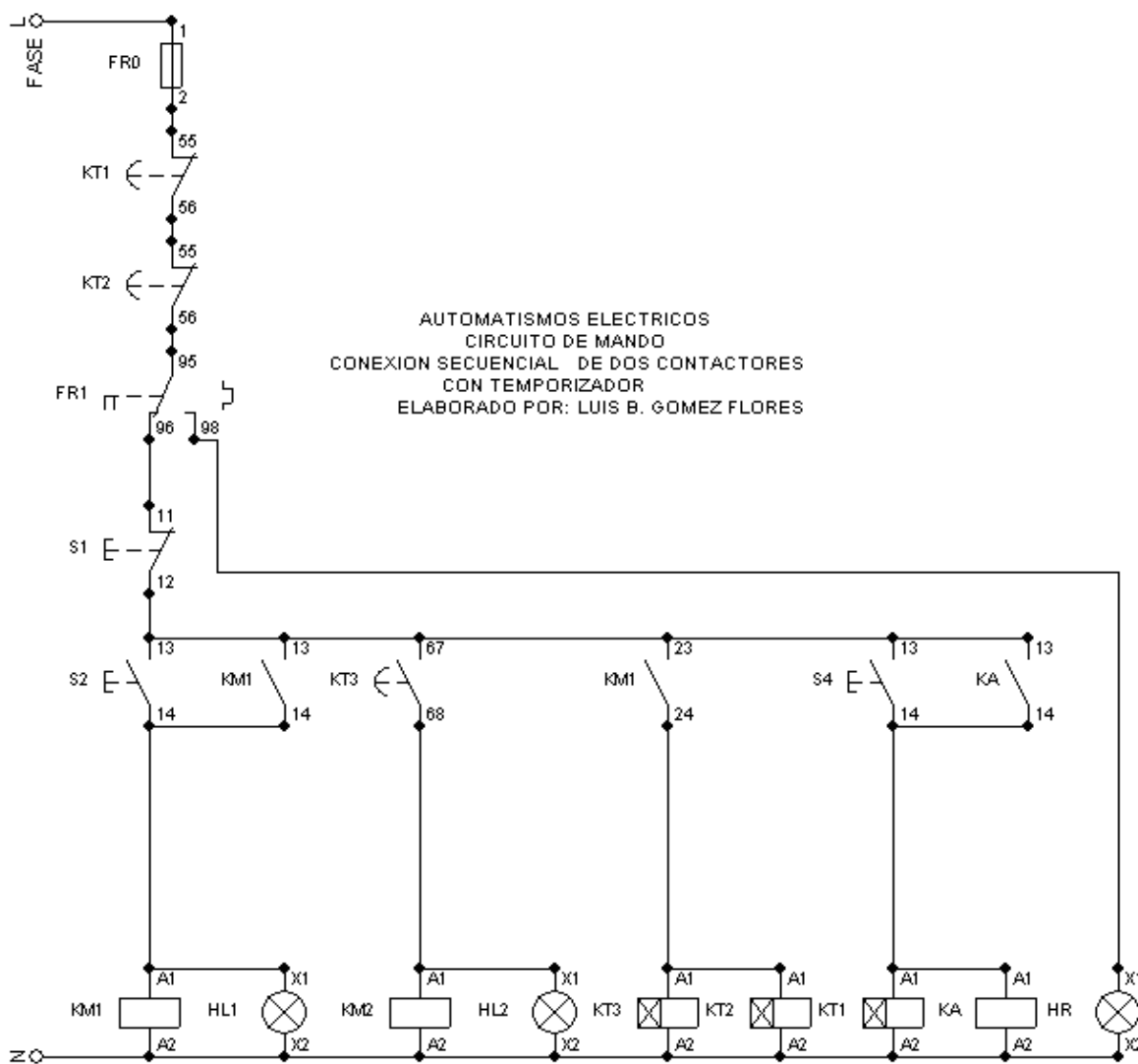
**Nº2 CONEXIÓN ALTERNATIVA DE TRES CONTACTORES CON ENCLAVAMIENTO MUTUO**



**LEYENDA**

- F0* Protección principal
- FR* Relevador termico
- S1* Pulsador de Parada
- S2* Pulsador de marcha M1
- S3* Pulsador de marcha M2
- S4* Pulsador de marcha M3
- KM1* Contactor principal
- KM2* Contactor principal
- KM3* Contactor principi
- HL1* Señalización M1
- HL2* Señalización M2
- HL3* Señalización M3
- HR* Señalización del termico

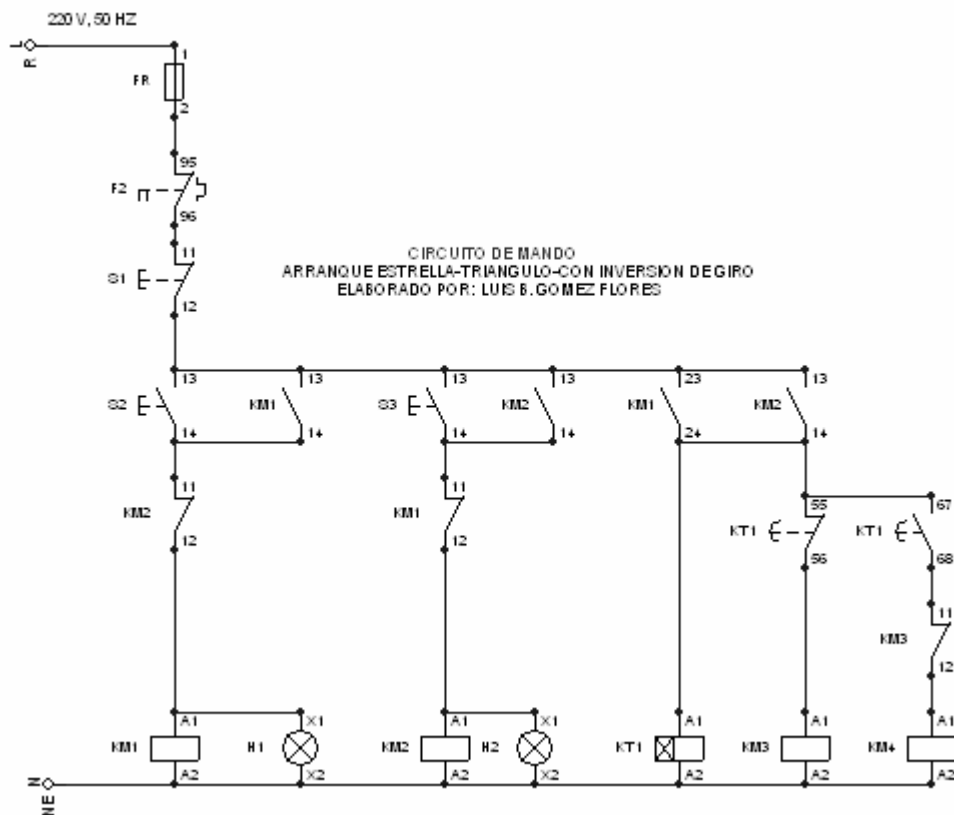
### ***Nº3 CONEXIÓN SECUENCIAL DE DOS CONTACTORES CON TEMPORIZADORES***



## LEYENDA

|     |                        |
|-----|------------------------|
| FRO | Protección             |
| FR1 | Relevador termico      |
| S1  | Pulsador parada        |
| S2  | Pulsador Marcha        |
| S4  | Pulsador Marcha        |
| KM1 | Contactador principal  |
| KM2 | Contactador principal  |
| KT1 | Temporizador           |
| KT2 | Temporizador           |
| KT3 | Temporizador           |
| HL1 | Piloto de señalización |
| HL2 | Piloto de señalización |
| HR  | Piloto de señalización |

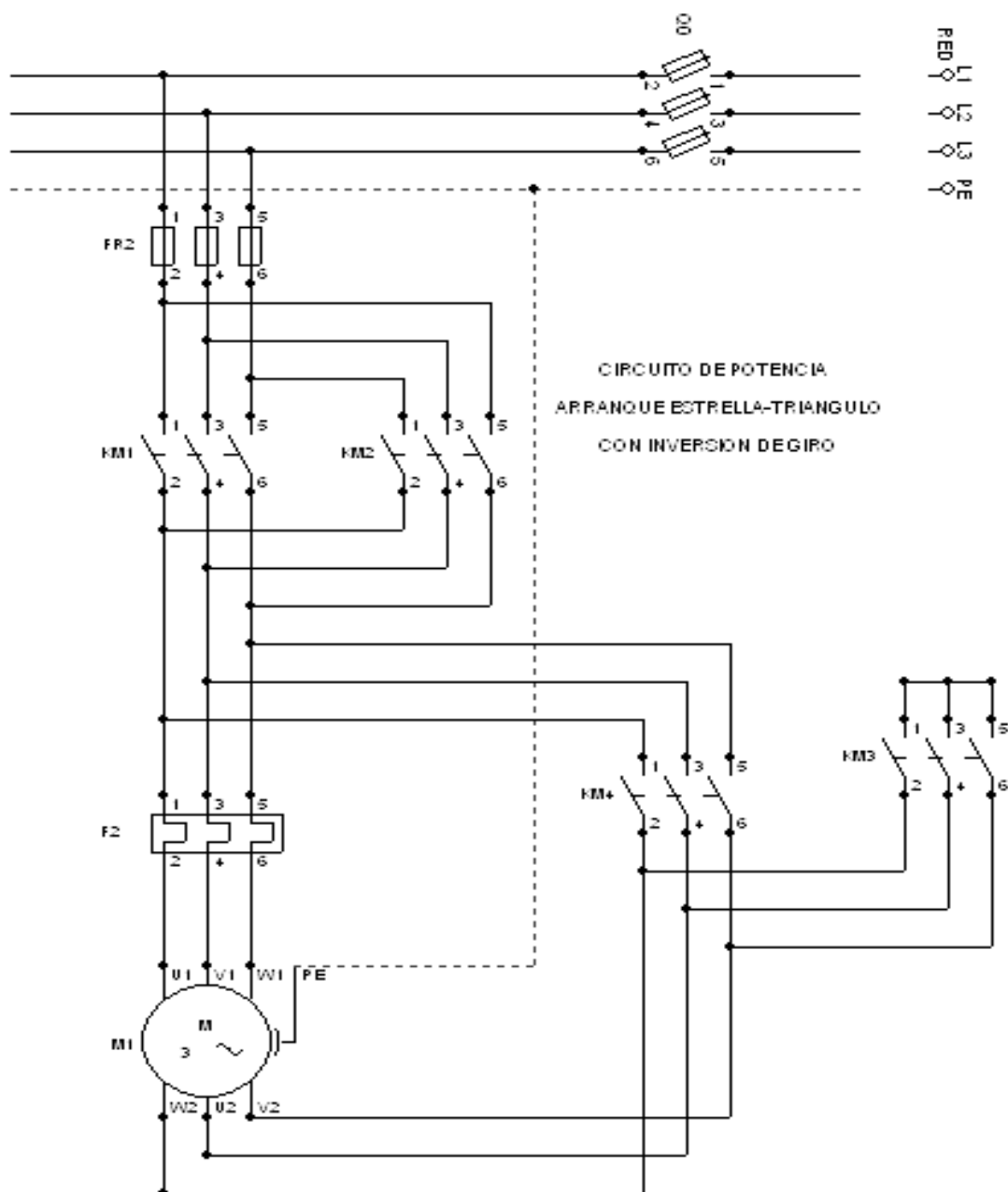
**Nº 4 ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO CON INVERSION DE GIRO**



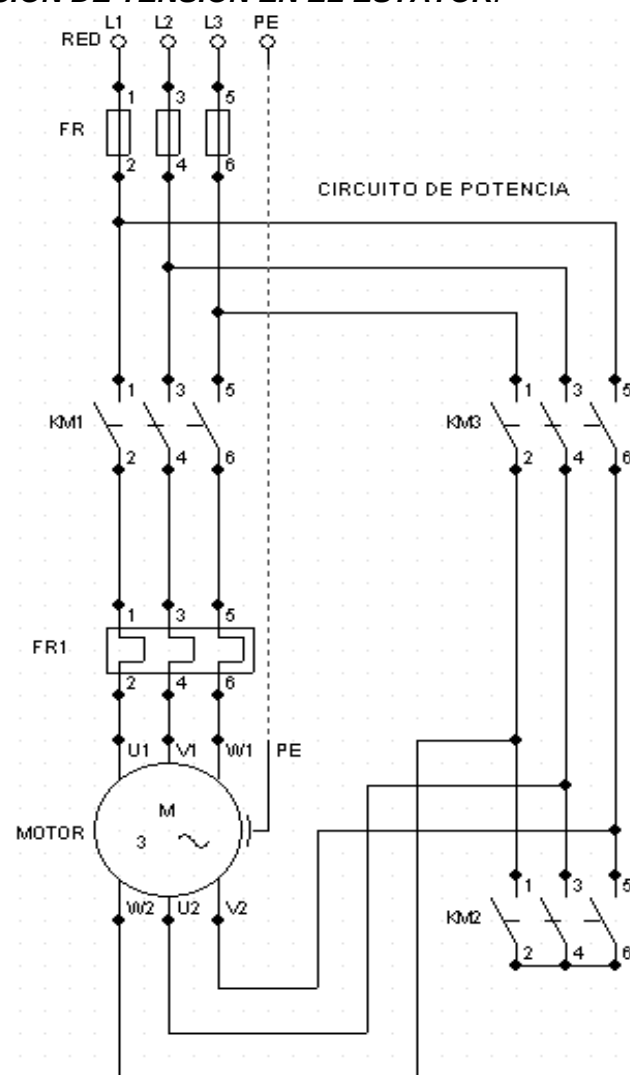
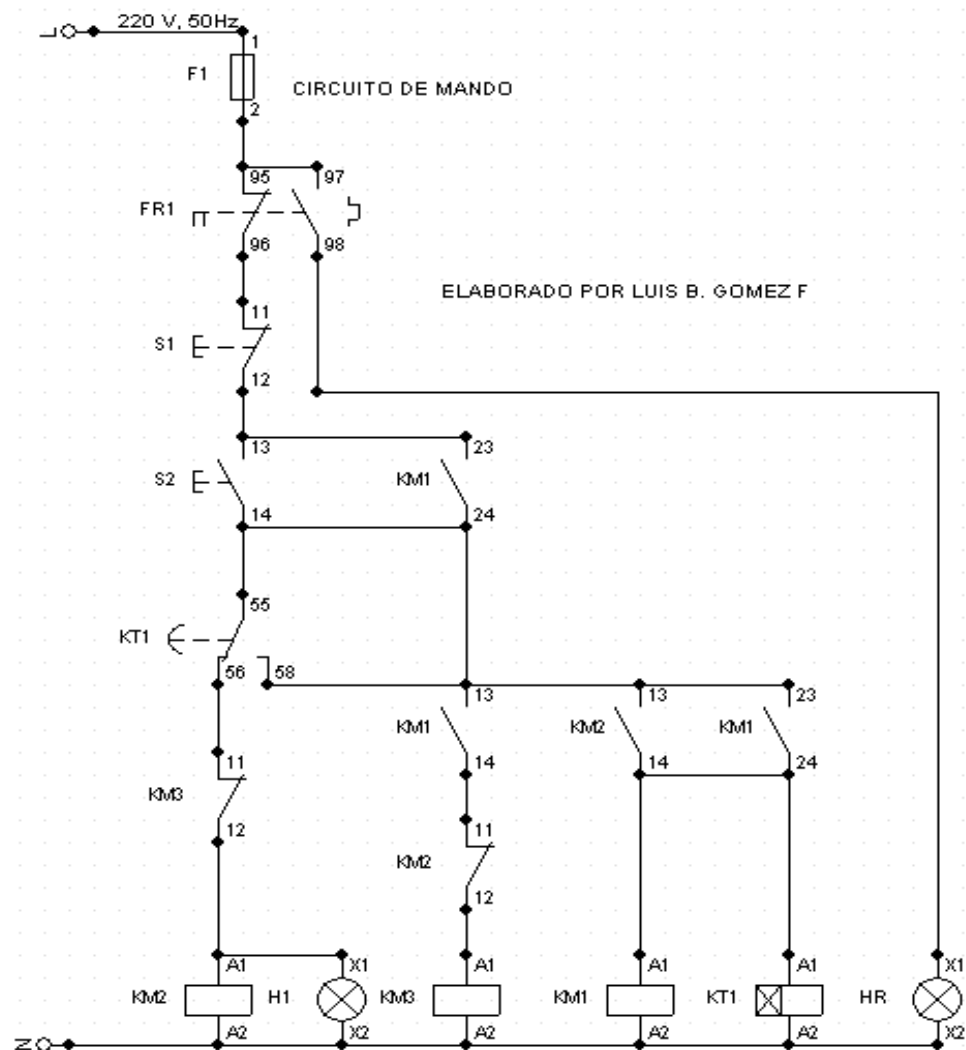
**LEYENDA**

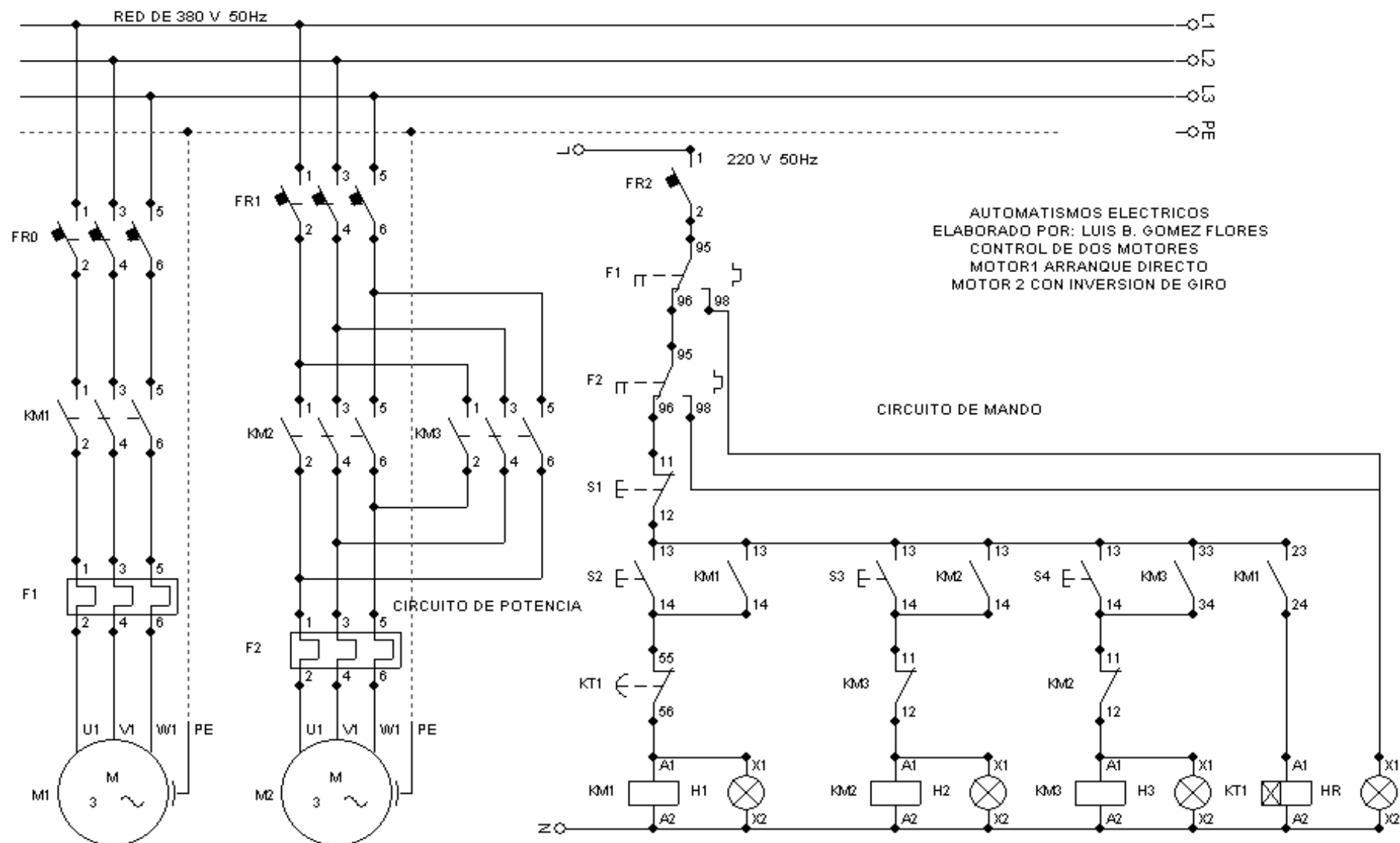
- Q0    Interruptor principal
- FR2    Fusibles o Interruptores automaticos
- F2    Rele termico
- KM1    Contactor lado Derecho
- KM2    Contactor lado Izquierdo
- KM3    Contactor conexión estrella
- KM4    Contactor conexión Delta
- KT1    Temporizador con retardo a la conexión
- H1    Señalización lado derecho
- H2    Señalización lado izquierdo
- HR    Señalización de sobrecarga
- S1    Pulsador marcha derecho
- S2    Pulsador marcha izquierda
- S3    Pulsador parada

**CIRCUITO DE POTENCIA DE LA LAMINA N°4**



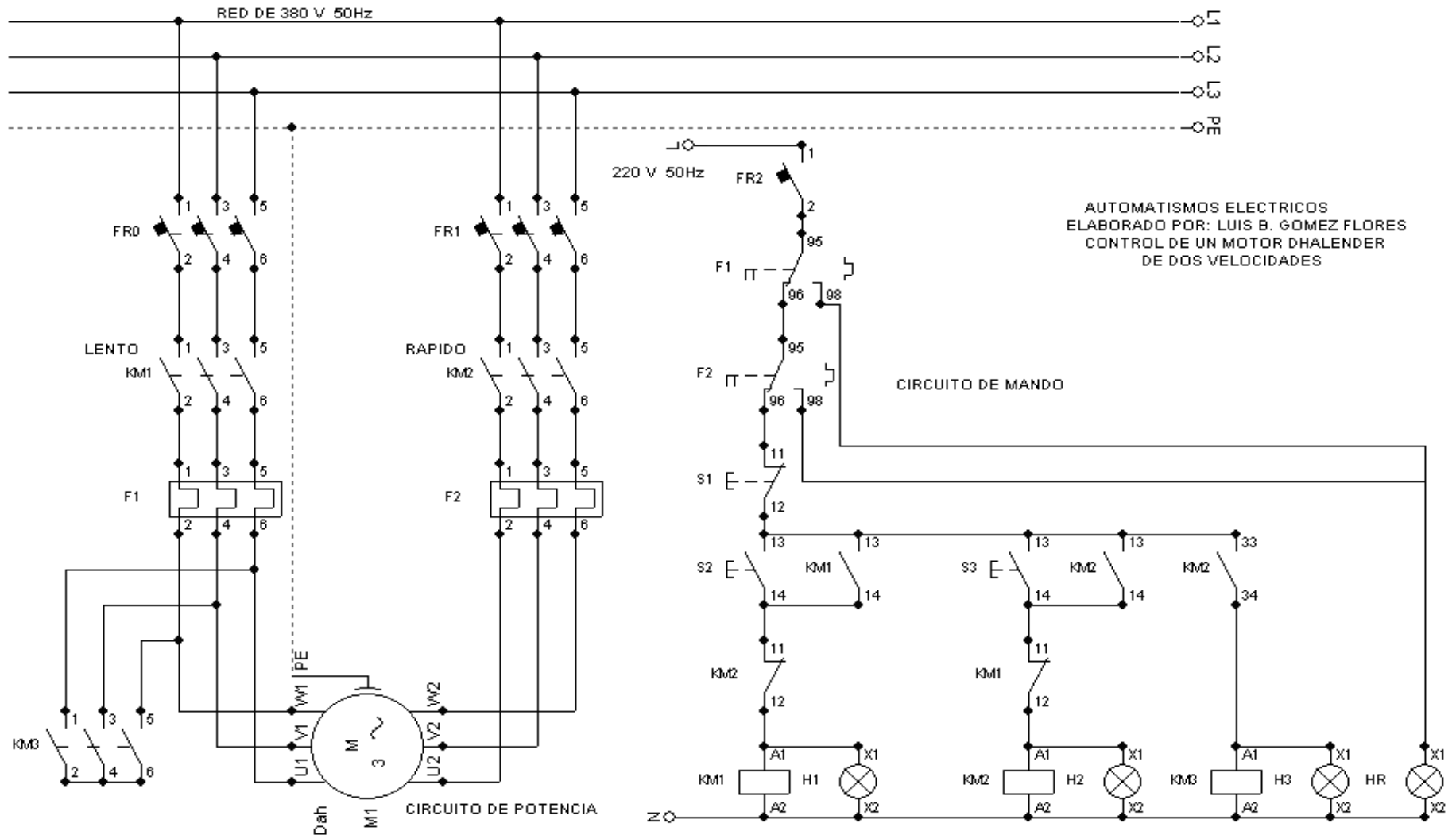
**N-5 CONTROL DE UN MOTOR TRIFASICO DE INDUCCION- METODO DE REDUCCION DE TENSION EN EL ESTATOR.**



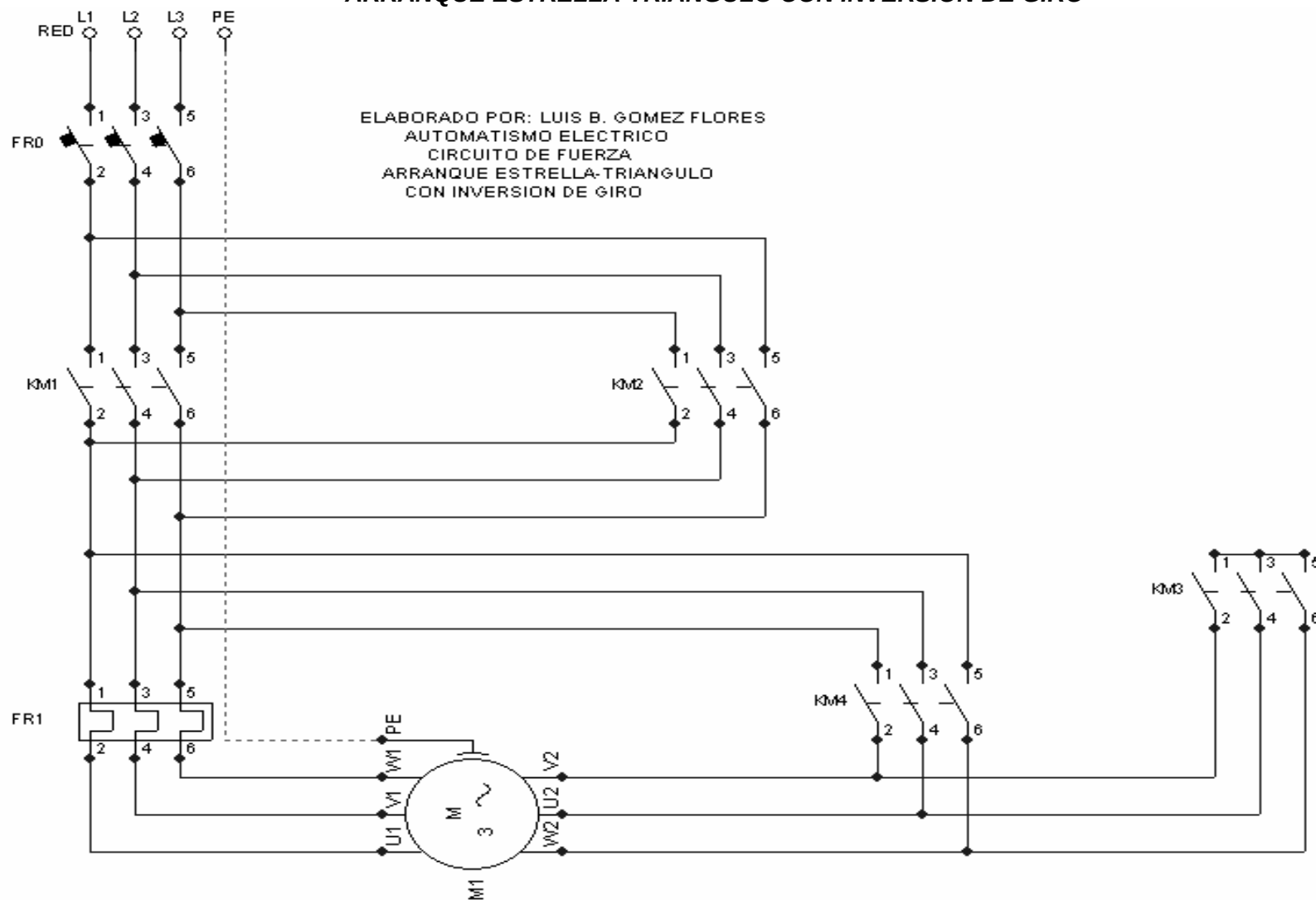


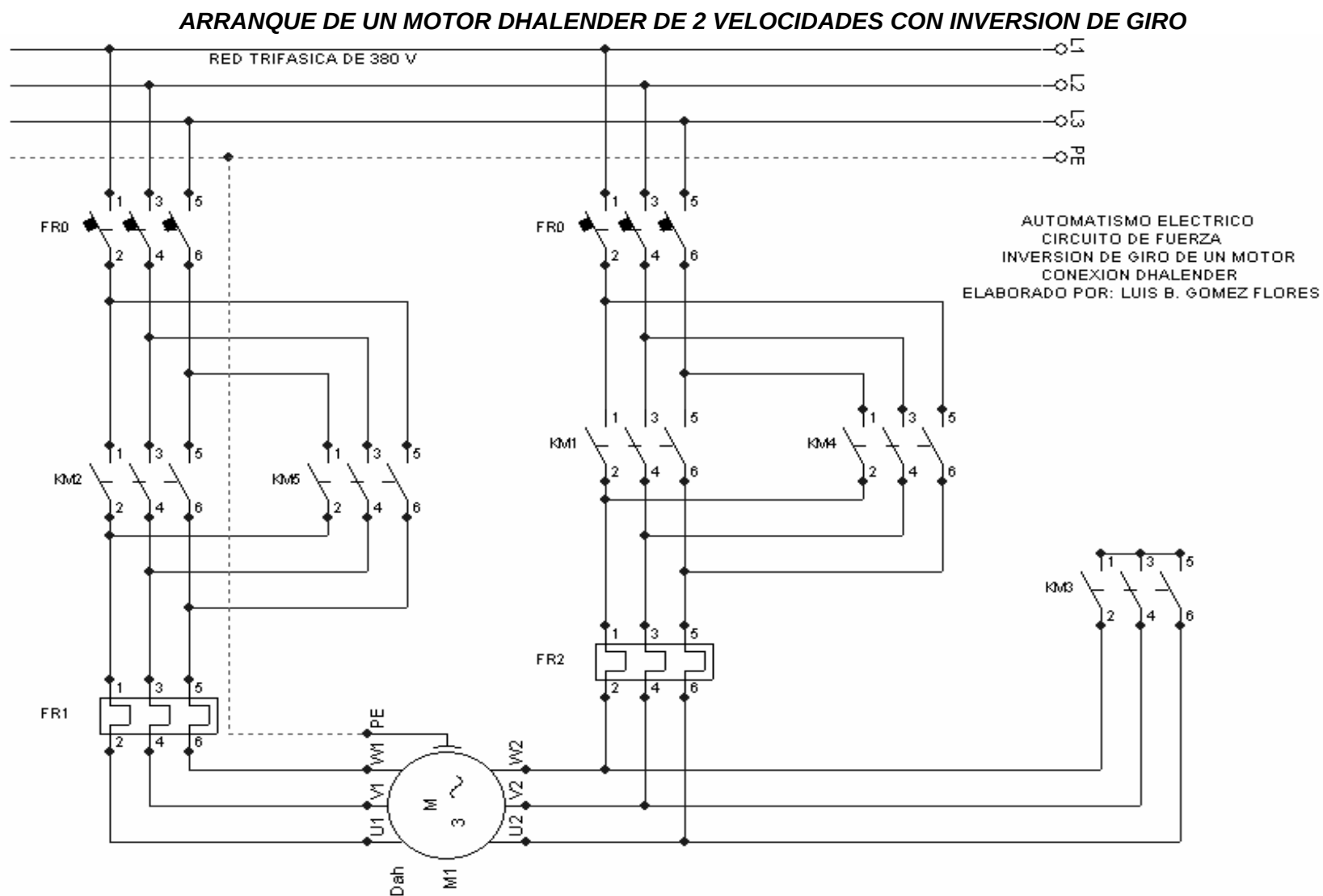
## **CIRCUITO DE MANDO Y POTENCIA**

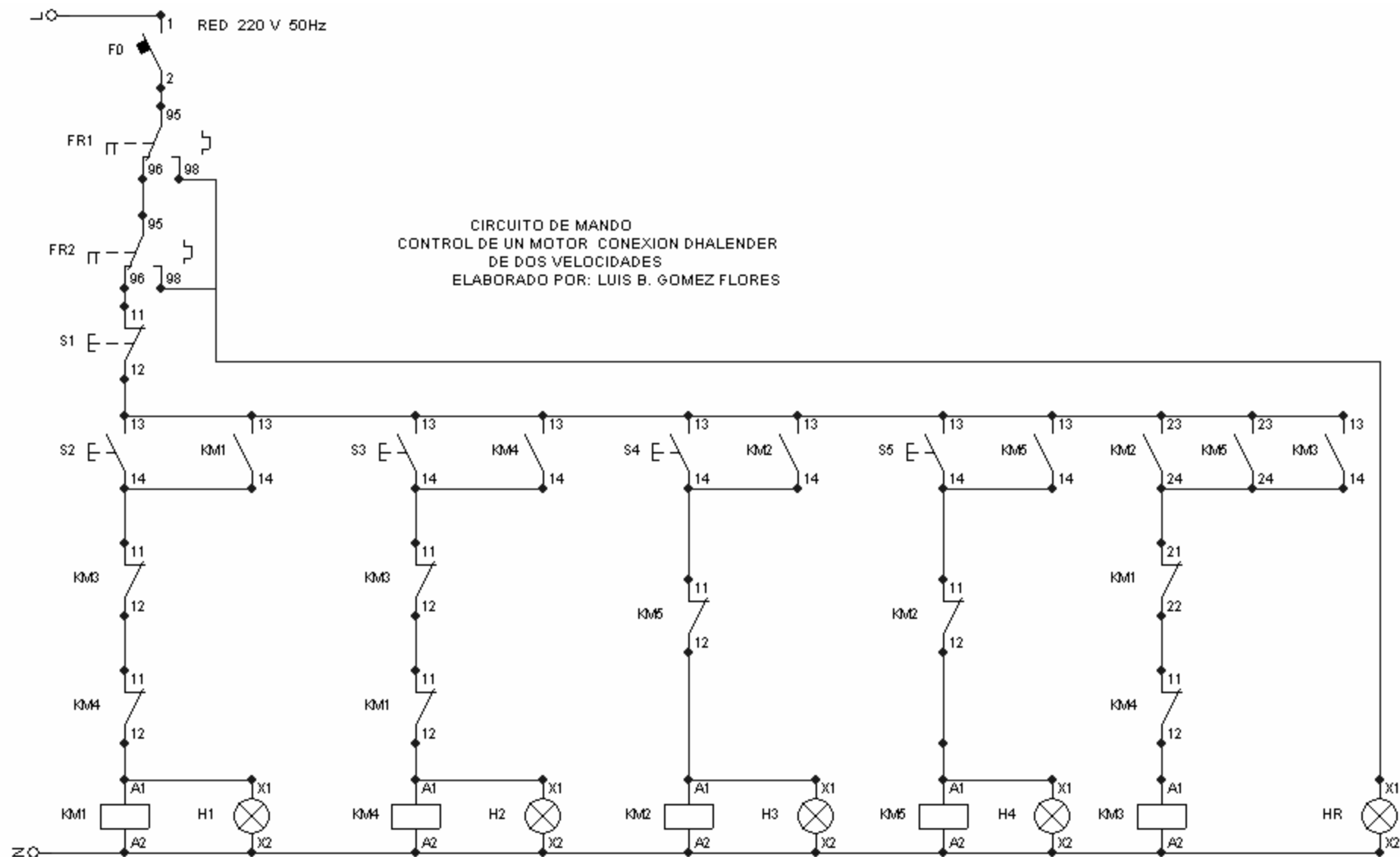
### **ARRANQUE DE UN MOTOR DE 2 VELOCIDADES CONEXIÓN DAHLANDER**

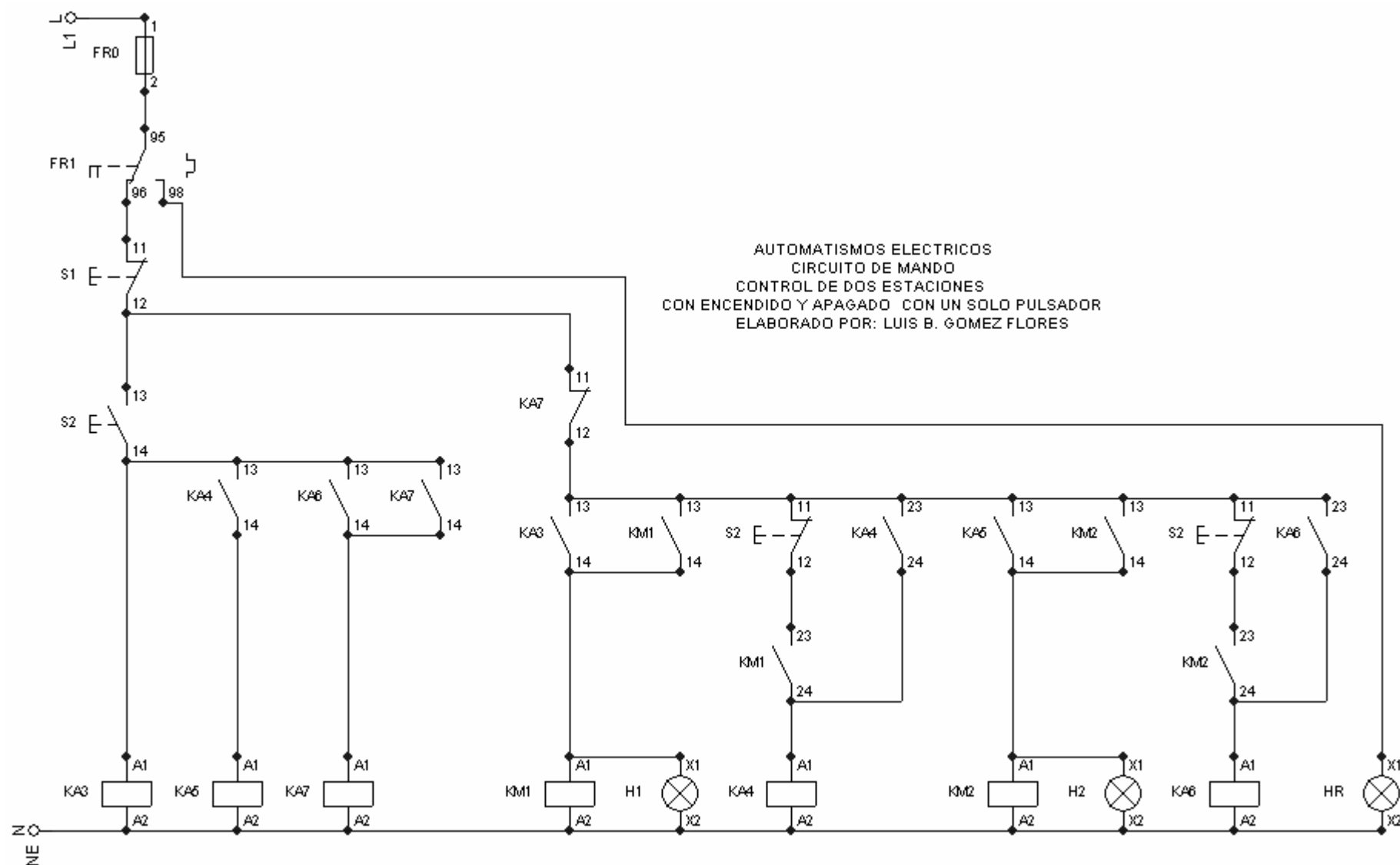


### ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO CON INVERSION DE GIRO

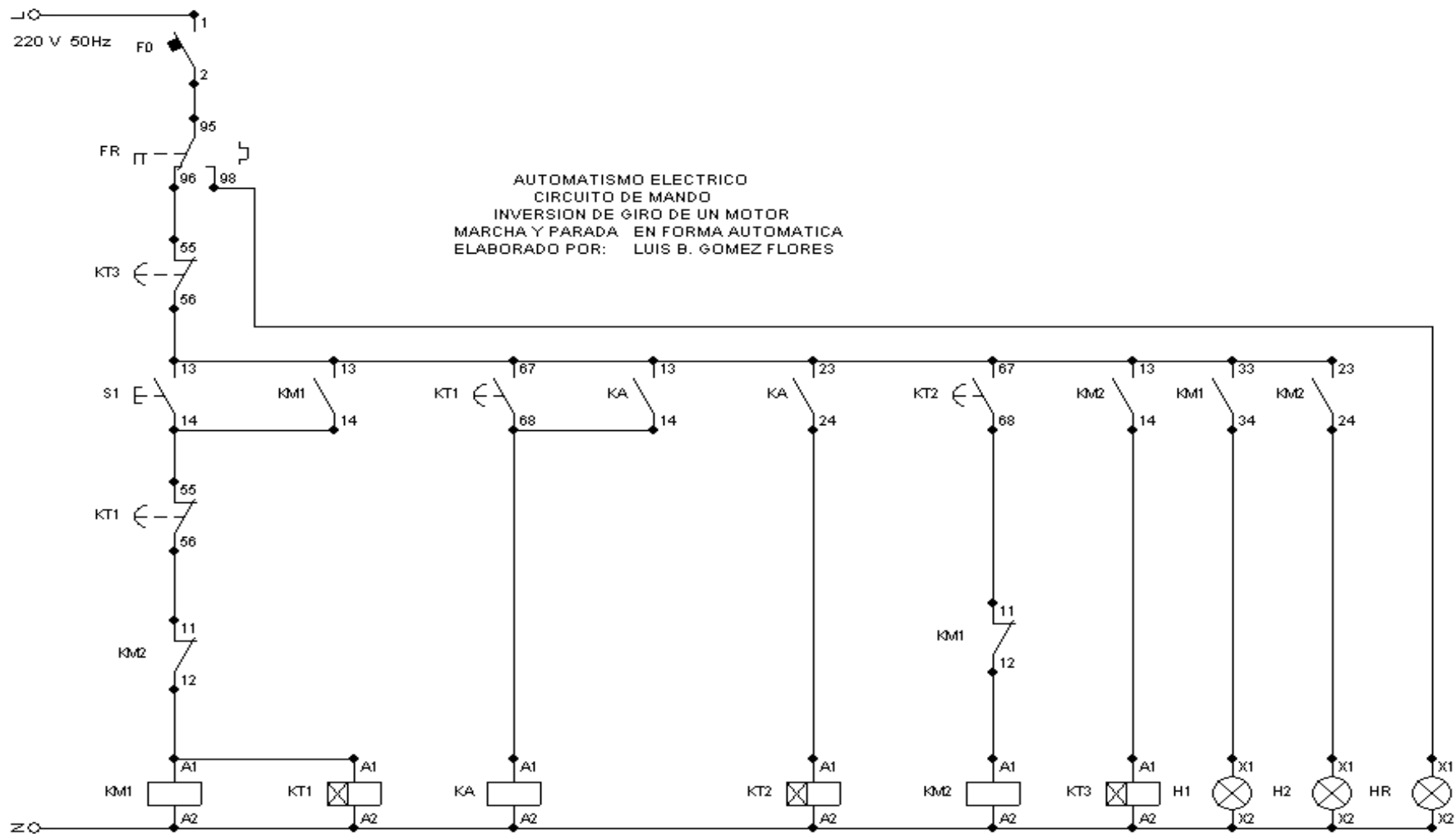




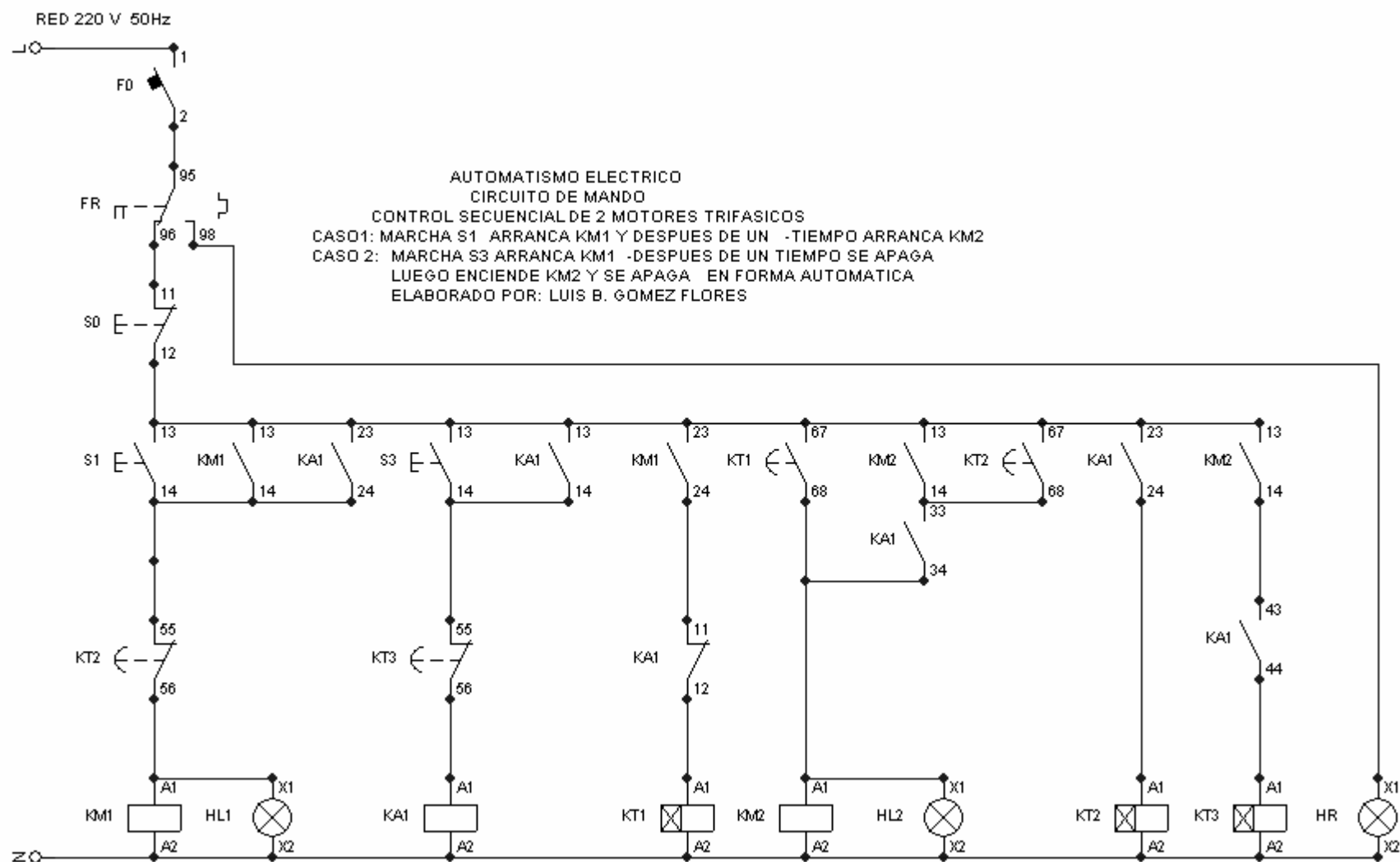


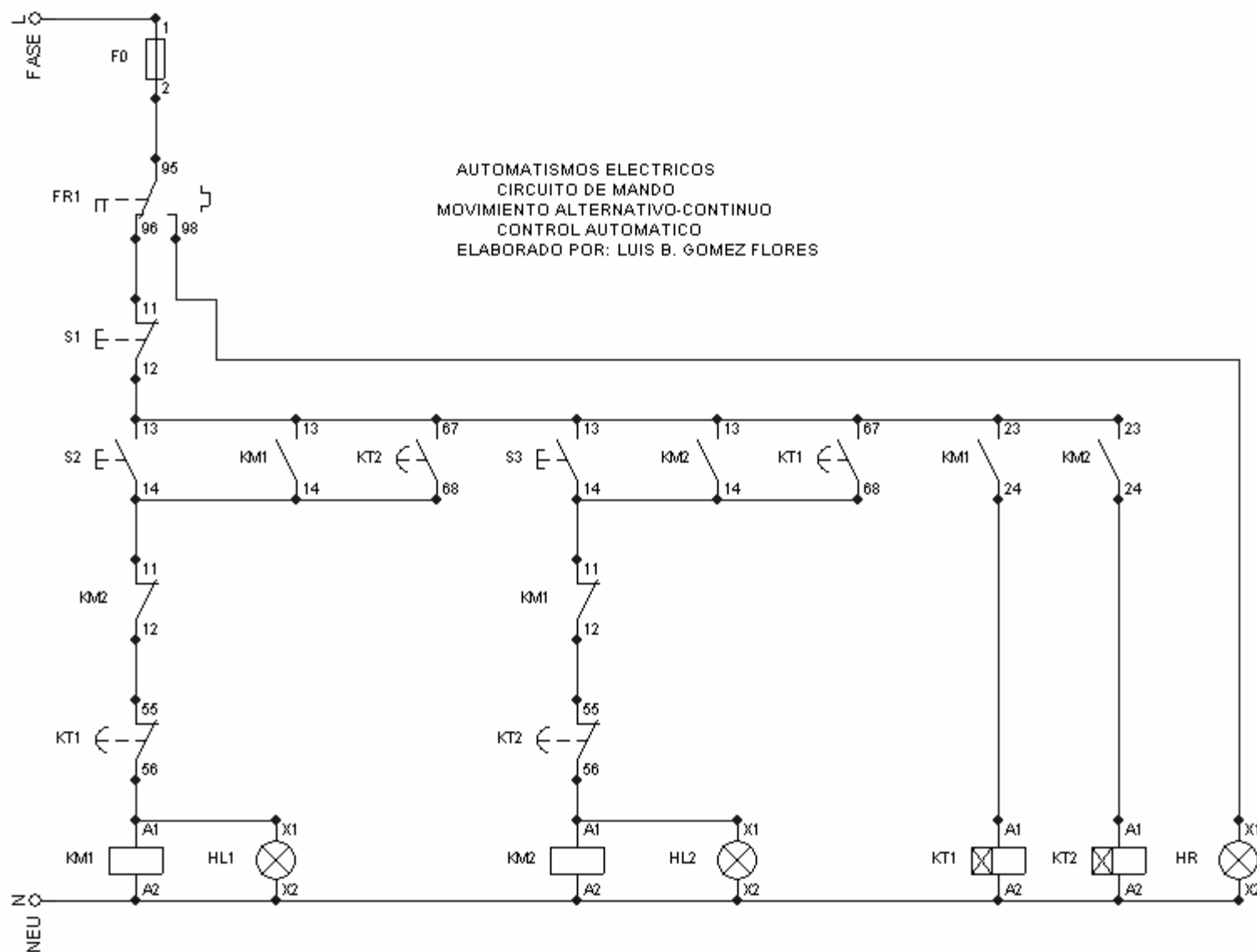


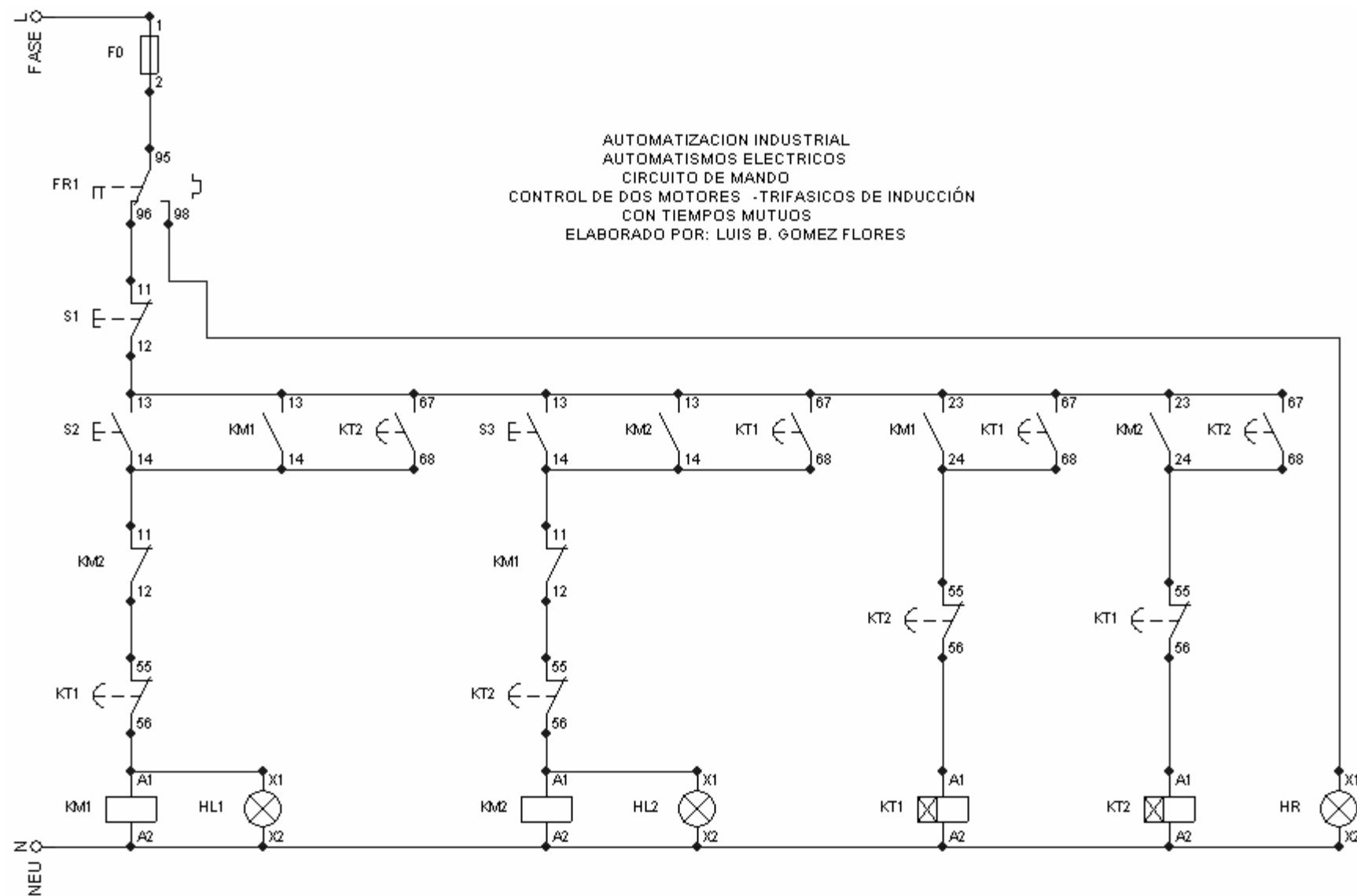
**LAMINA N° 2 CIRCUITO DE MANDO PARA EL CONTROL DE UN MOTOR TRIFASICO DE INDUCCION**

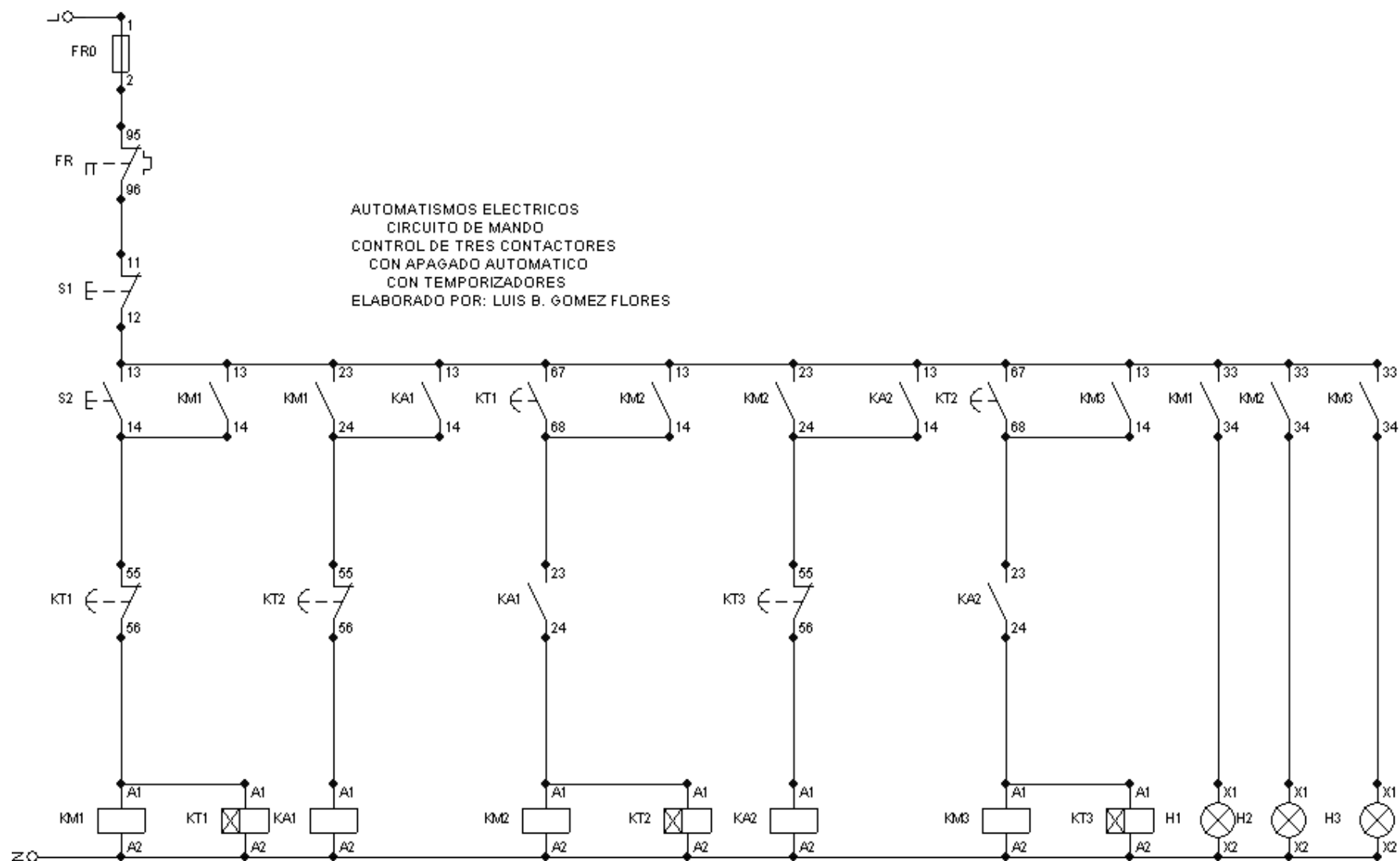


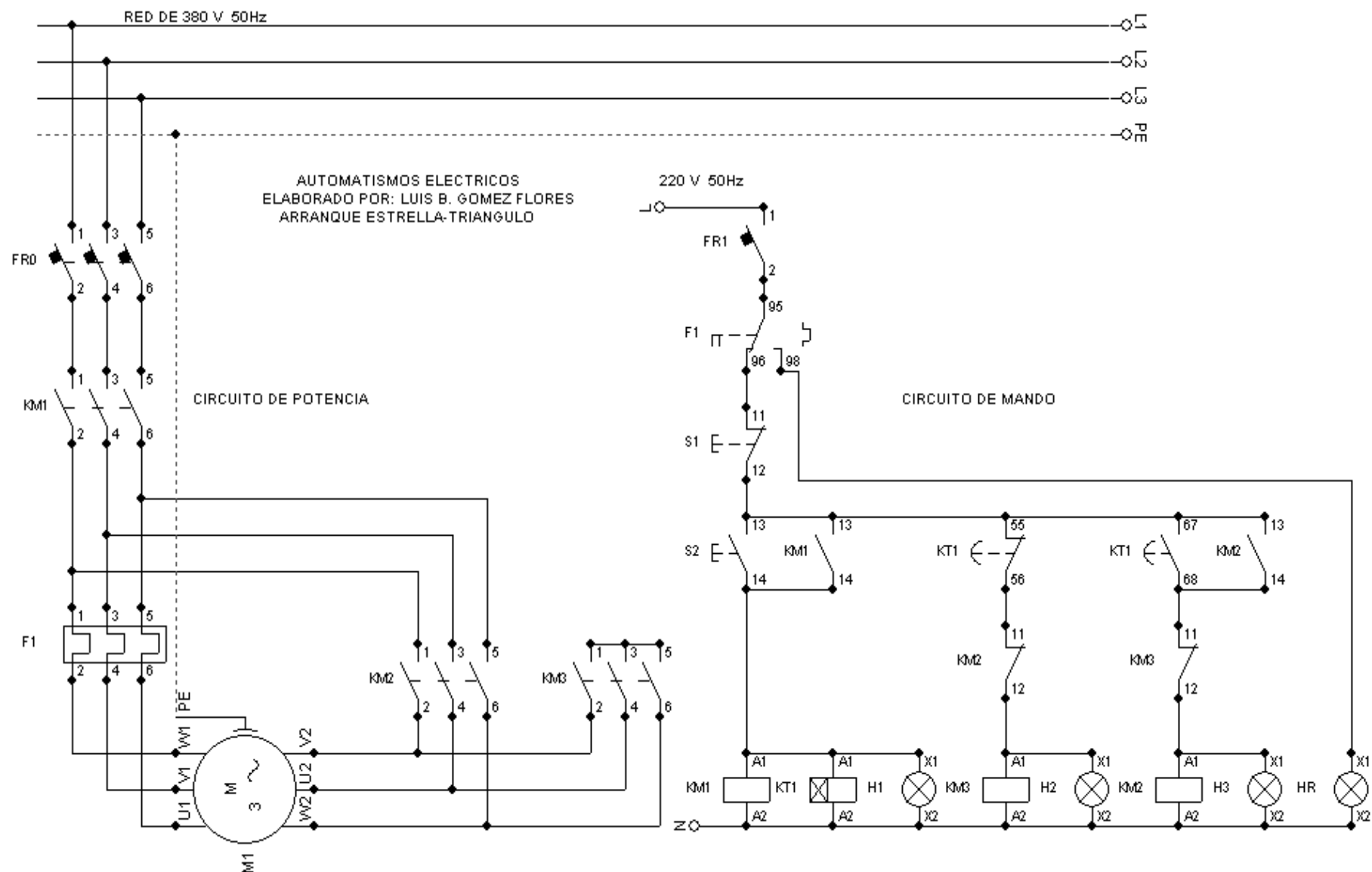


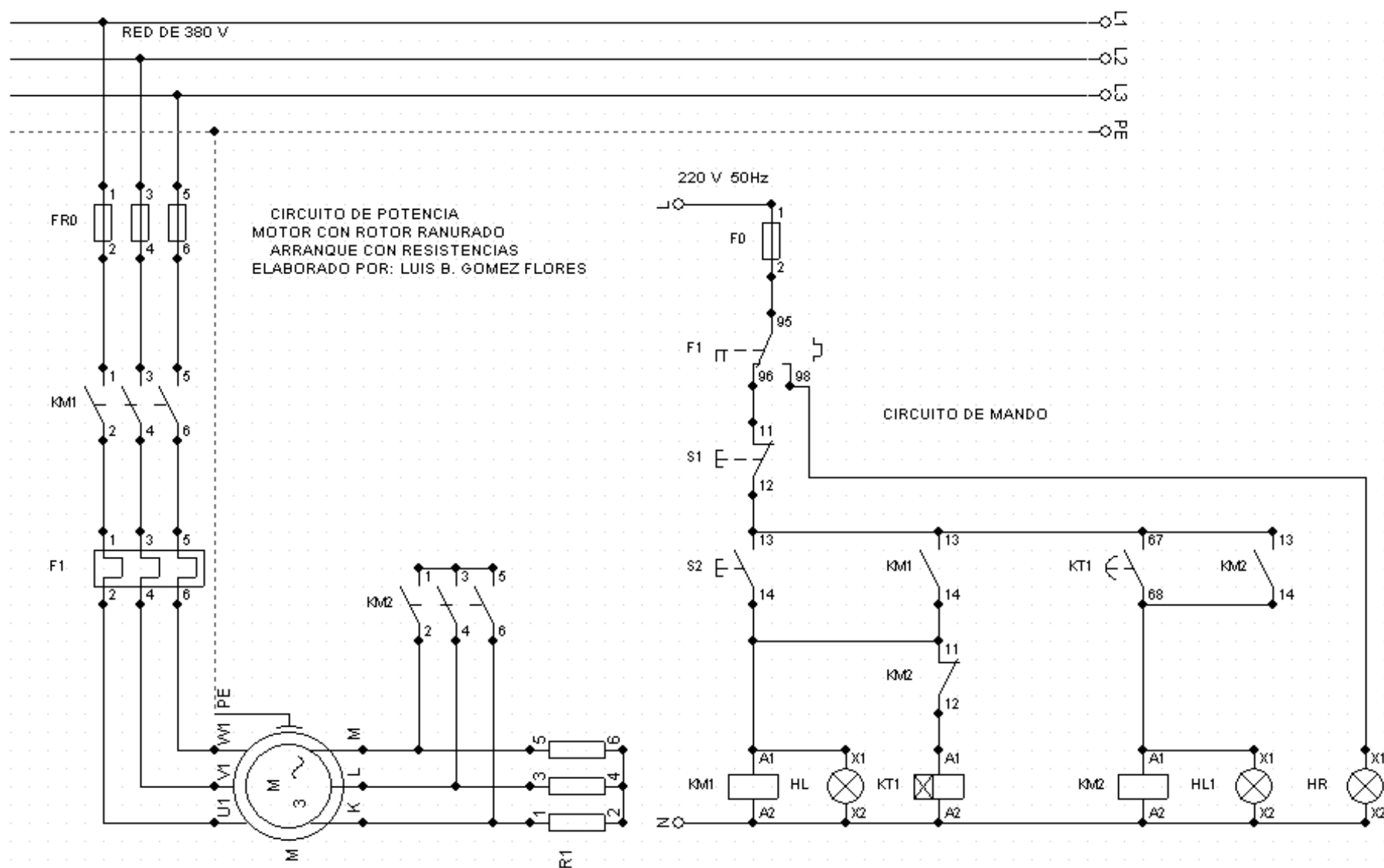


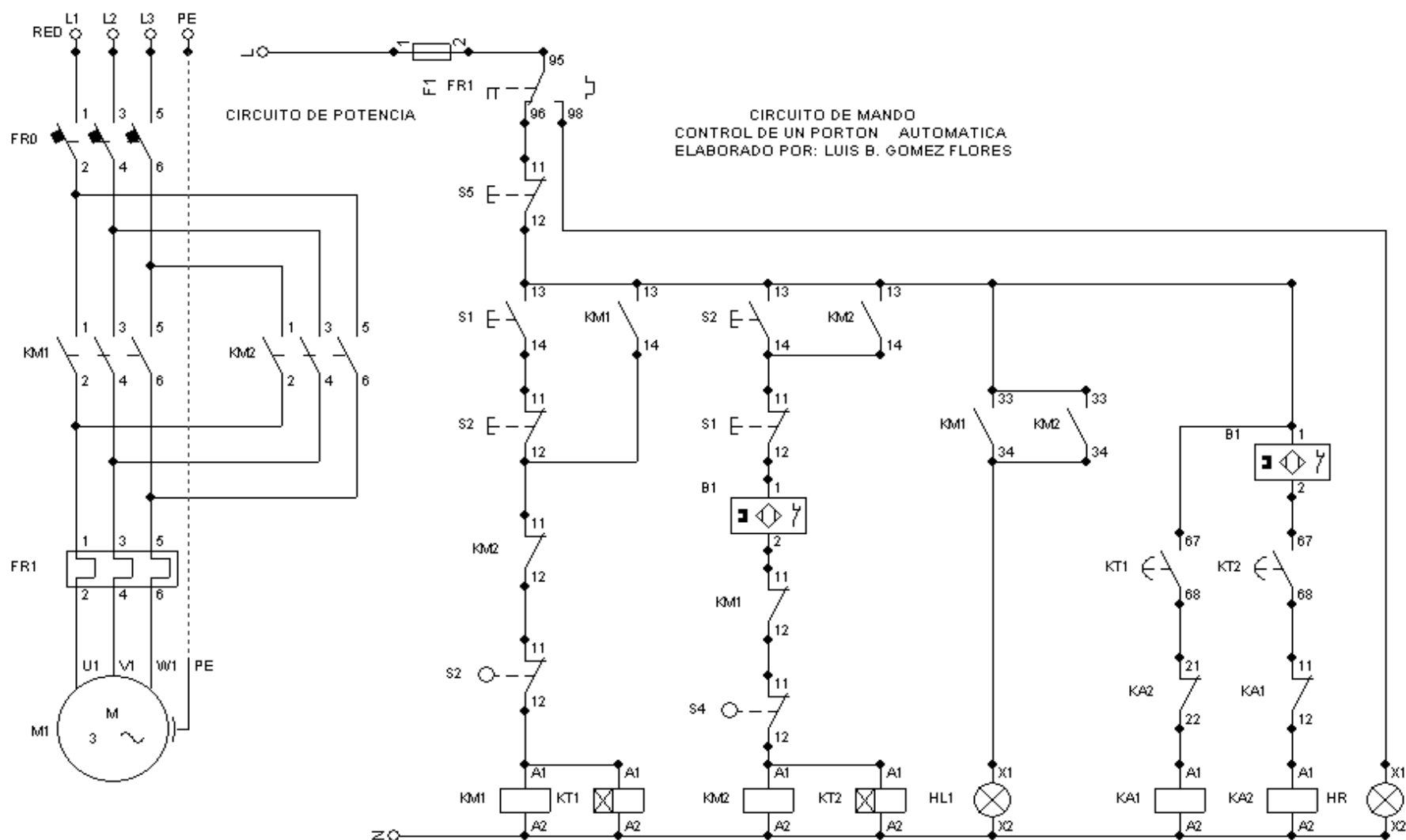


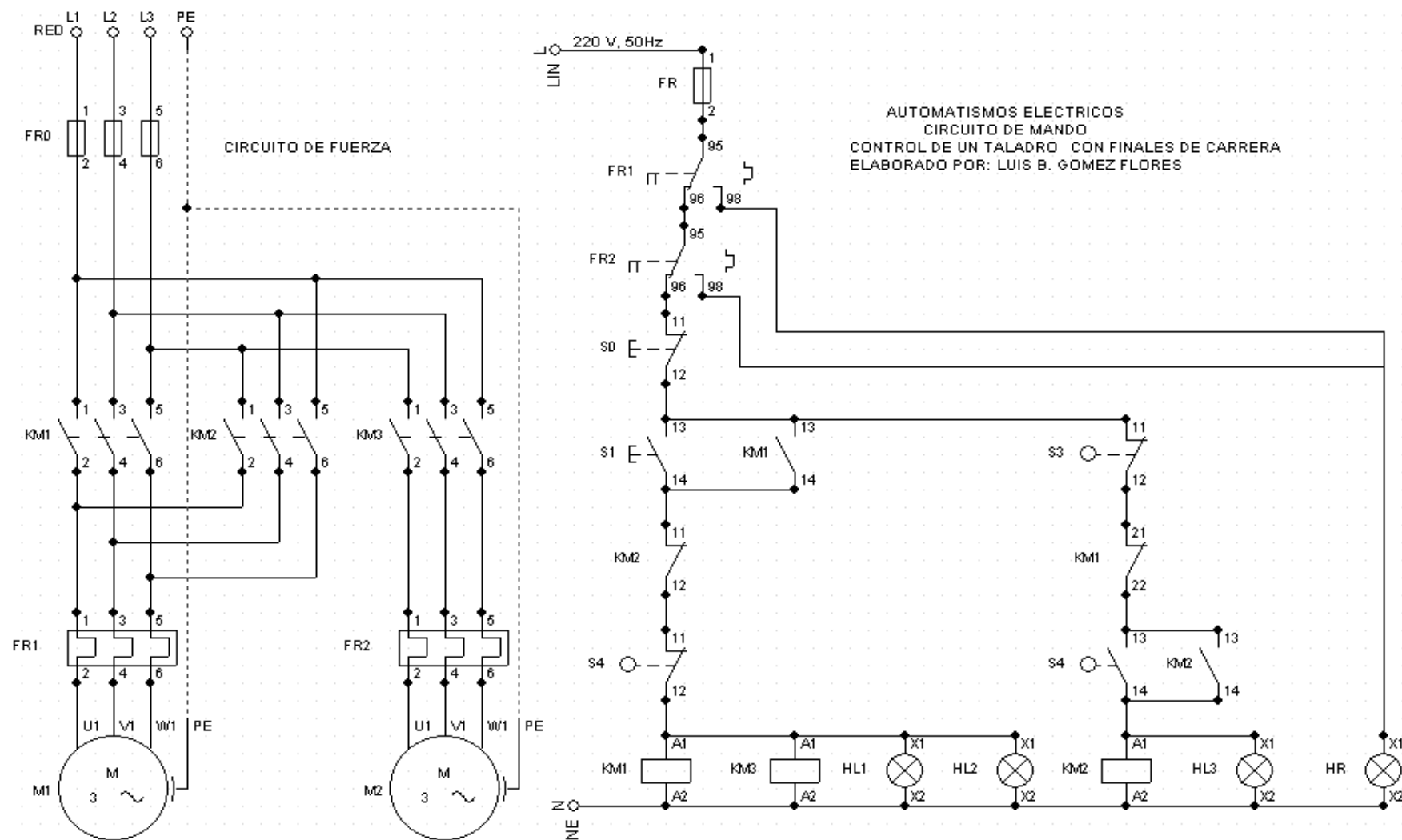


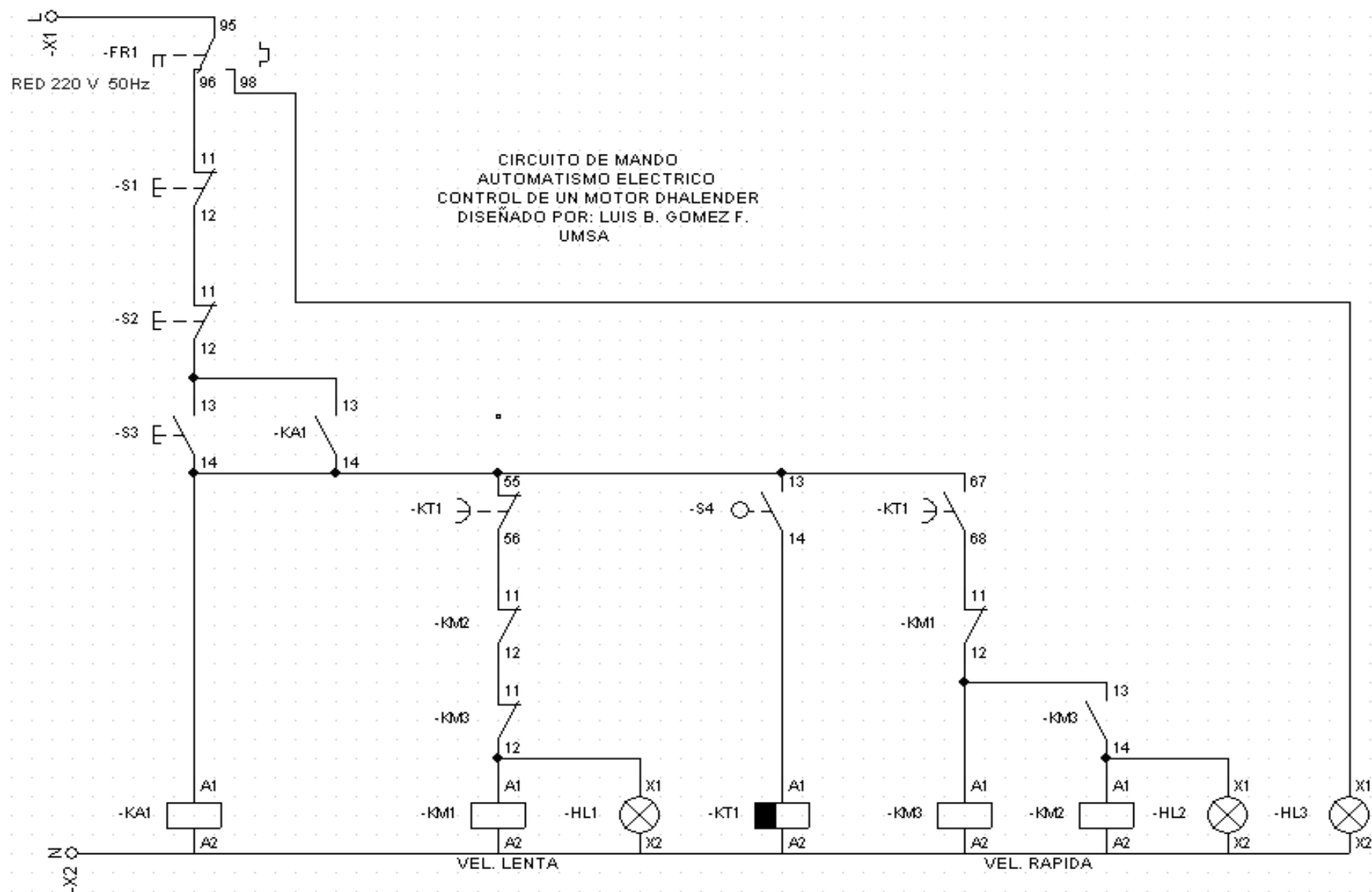


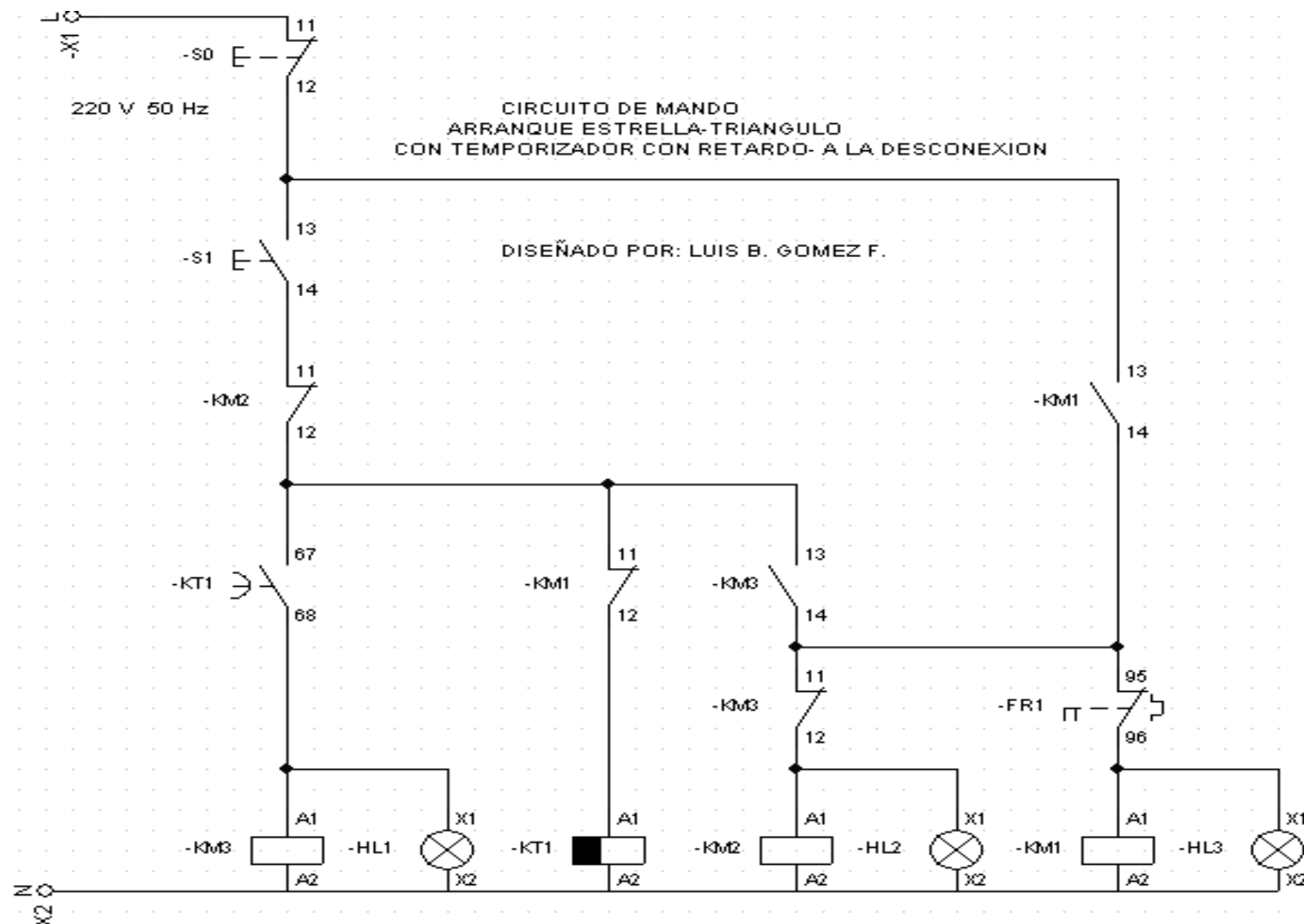












## **AUTOMATISMOS ELECTRICOS**

### **PROBLEMAS DE DISEÑO**

1. Diseñar el esquema eléctrico de un automatismo con pulsadores, relés y contactores que permita poner en marcha y parar una bomba para sacar agua de un pozo. El sistema tiene un cuadro de control con 2 pulsadores rotulados (Marcha y Paro), para poner en marcha y parar la bomba, y tres pilotos (Arrancada, Parada y Agua), que indican si la bomba está en marcha, parada y si hay agua en el pozo. Para poner en marcha la bomba debe haber agua en el pozo. De igual forma, en el momento que no haya agua en el pozo se para la bomba. En el pozo hay situada una boya que tiene un contacto auxiliar que se cierra cuando el nivel del agua del pozo alcanza la boya.

2. Diseñar el automatismo del llenado de un depósito mediante 2 bombas. En el pupitre de control existe un pulsador de arranque SV, un pulsador de parada SVR y 3 pilotos que indican bombas paradas (HR), una bomba arrancada (HV1) y 2 bombas arrancadas (HV2). También existe una seta de emergencia. Con las bombas paradas, si se pulsa una vez SV se arranca la primera bomba. Si se vuelve a pulsar SV se arranca la segunda bomba. Y si nuevamente se vuelve a pulsar SV se paran las bombas. El ciclo vuelve a iniciarse si se vuelve a pulsar SV.

3. Para poner en marcha un motor trifásico se requiere tres interruptores (a, b y c) de tal forma que

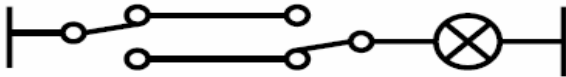
el funcionamiento del mismo se produzca únicamente en las siguientes condiciones:

- Cuando esté cerrado solamente b.
- Cuando estén cerrados simultáneamente a y b y no lo esté c.
- Cuando estén cerrados simultáneamente a y c y no lo esté b.

a) Determinar la función lógica que modela el control del motor.

b) Dibuja el esquema eléctrico del control del motor. Cada interruptor sólo puede tener dos contactos.

4. El esquema eléctrico de la figura representa una bombilla que puede ser encendida o apagada desde dos puntos.



a) Construir la tabla de la verdad del circuito.

b) Determinar la función lógica equivalente al circuito

c) Dibujar el diagrama de contactos equivalente del circuito.

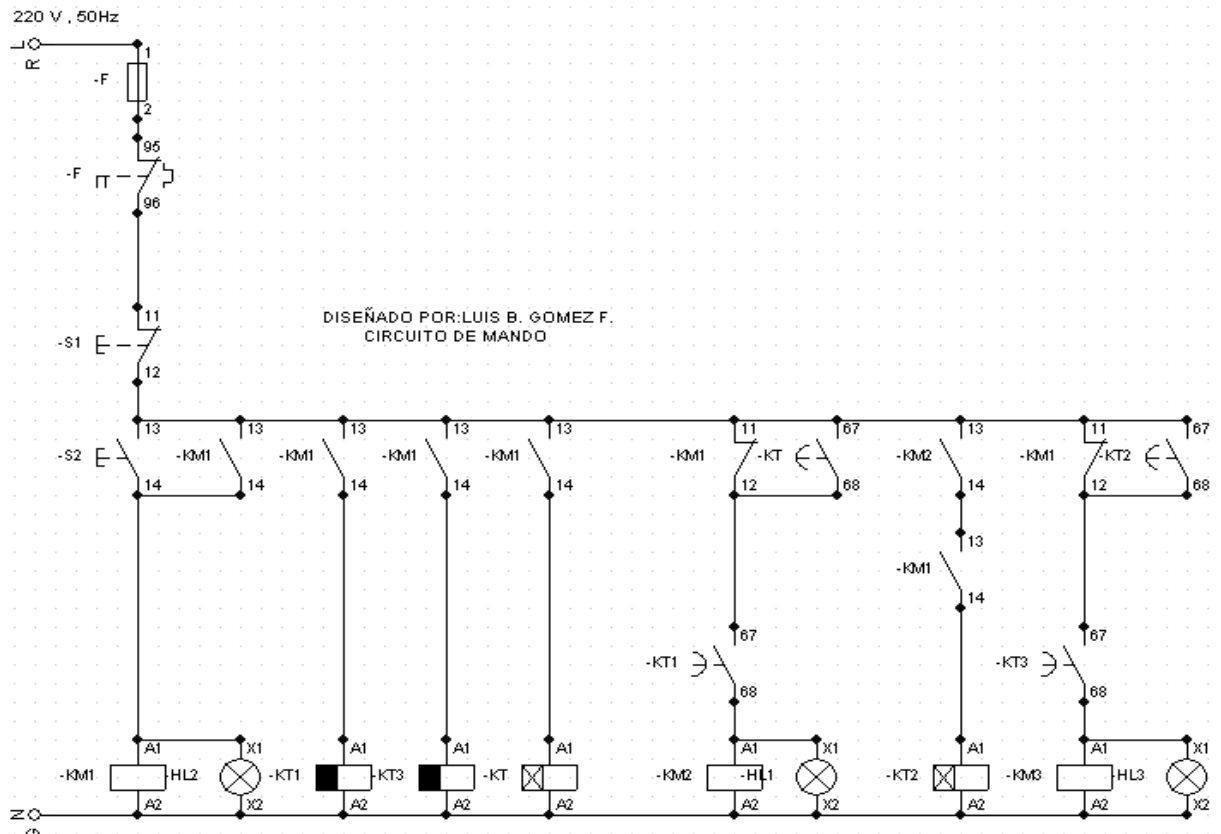
5. El encendido y el apagado de una bombilla es controlado por 3 interruptores. La bombilla se enciende cuando al menos 2 de los 3 interruptores están cerrados.

a) Construir la tabla de la verdad del circuito.

b) Calcula la función lógica equivalente (canónica y simplificada).

c) Dibuja el esquema eléctrico del circuito.

**6. Realice el diagrama de tiempos del siguiente circuito de mando y explique el funcionamiento**



**7. Diseñar el circuito de potencia y de mando para la conexión de un motor**

*Dahlander, funcione según la siguiente leyenda:*

- S1Q: Paro S4Q: Velocidad lenta
- S2B: Giro derecha S5Q: Velocidad rápida
- S3B: Giro izquierda

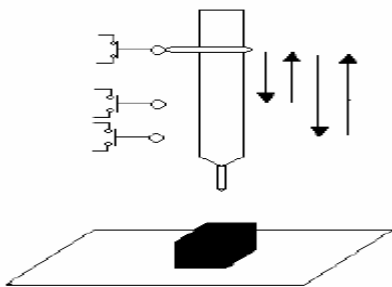
**8. Automatizar un elevador de coches mediante un automatismo cableado. El elevador tiene asociados 2 finales de carreras: FS para indicar elevador subido y FB para indicar elevador bajado. Cada final de carrera tiene dos contactos: uno de tipo NO y otro de tipo NC. El motor es movido con un motor asíncrono trifásico alimentado a 380 V. Se puede manejar el elevador desde 2 pupitres. En cada pupitre existe:**

- Un pulsador PS para dar la orden de subida
- Un pulsador PB para dar la orden de bajada
- Un pulsador PP de paro
- Un piloto HB para indicar bajado
- Un piloto HS para indicar subido
- Un piloto HI para indicar elevador en estado intermedio. Está encendido mientras no está el elevador ni subido ni bajado.
- Un piloto HD para indicar defecto en el elevador. HD se enciende cuando simultáneamente están actuados los dos finales de carrera. Cuando esto ocurre no se permite la maniobra.

Al pulsar PS o PB desde uno de los pupitres, el elevador comienza la maniobra de subida o de bajada. No es necesario que el pulsador siga pulsado para completar la maniobra. Si en cualquier momento se pulsa PP la maniobra se para. También se para si se activan simultáneamente los 2 finales de carrera del elevador (defecto).

9. Diseñar el esquema de mando para un sistema de calefacción formado por un pulsador de marcha, un pulsador de paro y dos elementos de calefacción. Los elementos calefactores se tienen que conectar mediante impulsos de mando del pulsador de marcha, de forma que con el primer impulso se conecte el primer elemento calefactor, con el segundo impulso el segundo elemento calefactor, y con un tercer impulso se desconecten ambos elementos.

10. Para el automatismo de una taladradora vertical se dispone de los siguientes componentes:



- Motor con dos sentidos de giro para los movimientos de subir y bajar
- Motor con dos sentidos de giro para los movimientos de giro de brocas a derechas y giro de broca a izquierdas
- Detector de pieza colocada para ser taladrada
- Detector de puerta de rejilla de protección cerrada
- Final de carrera que detecta la posición superior de la taladradora
- Final de carrera que detecta la posición inferior de la taladradora
- Final de carrera que detecta una posición intermedia de la
- Pulsadores de marcha y paro

El automatismo debe realizar la siguiente secuencia:

- Cuando el usuario actúe el pulsador de marcha, el automatismo estará listo para funcionar.
- El proceso de taladrado (bajar la taladradora y girar la broca a derechas) comenzará

entonces cuando haya una pieza dispuesta a ser taladrada y la rejilla de protección esté cerrada.

- Al alcanzar la posición intermedia de la taladradora, el movimiento de bajada se detendrá, la broca comenzará a girar a izquierdas y la taladradora subirá hasta la posición superior.
- Al llegar arriba, comenzará de nuevo el movimiento descendente, girando a derechas hasta llegar a la posición inferior.
- Aquí, se detendrá todo movimiento durante 2 segundos
- Transcurridos los dos segundos, subirá nuevamente la taladradora, girando la broca a izquierdas hasta alcanzar la posición superior.
- El sistema permanecerá en espera de una nueva orden de marcha para repetir la operación.

- Si durante algún instante, se abriera la puerta de la rejilla de seguridad o se actuara sobre el pulsador de paro, se detendría totalmente el automatismo, necesitándose una nueva orden de marcha para reanudar el funcionamiento
- Diseñar los circuitos de potencia y mando para la realización del automatismo. Incluir una leyenda descriptiva de los componentes utilizados.

**11.** Un móvil se desliza por un husillo movido por un motor de doble sentido de giro, para lo cual lleva un contactor K1M que lo conecta para que gire a derechas y otro K2M para que gire a izquierdas. El móvil debe realizar un movimiento de vaivén continuado desde el momento en que el sistema reciba la orden de puesta en marcha mediante el pulsador correspondiente.

Dispondrá de un pulsador de paro que al ser actuado debe detener el motor, pero no en acto, sino al final del movimiento de vaivén ya iniciado.

Dispondrá de un pulsador de emergencia que debe producir el retroceso inmediato del móvil a la posición de origen, y el sistema no podrá ponerse en marcha de nuevo con el pulsador de marcha, si previamente no se acciona el pulsador de rearme.

Para realizar el movimiento de vaivén, dispone de dos finales de carrera situados en los extremos del recorrido.

Será necesario que el móvil se encuentre situado en la posición de reposo (extremo izquierdo del recorrido) para que se inicie el proceso.

Se pide:

- Esquema de potencia y mando.
- Numeración de bornes y referencias cruzadas.
- Añadir al circuito de mando anterior la modificación necesaria para que los cambios de giro se realicen tras una pausa de 5 segundos.

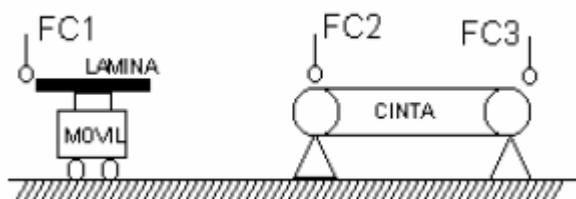
**12.** Diseñar el esquema de mando para un sistema de transporte de láminas metálicas cuyo funcionamiento debe ser el siguiente:

- La orden de marcha será atendida cuando se active el pulsador de marcha, estando activado el final de carrera FC1.
- Admitida la orden de marcha, el móvil se desplazará a derechas.
- Al activar el final de carrera FC2, se detendrá el móvil y se pondrá en funcionamiento la cinta sin fin a velocidad lenta.
- Mientras FC2 se encuentre activado, la cinta funcionará a velocidad lenta. Cuando FC2 se desactive, la cinta pasará a velocidad rápida.
- Cuando se active el final de carrera FC3 la cinta se detendrá y el móvil se desplazará a izquierdas hasta alcanzar nuevamente FC1 y se detendrá.

Se dispondrá de dos temporizadores de seguridad:

- Temporizador 1: si el móvil tarda más de 20 segundos en recorrer la distancia desde FC1 hasta FC2 el sistema debe detenerse haciendo lucir la lámpara L1.
- Temporizador 2: si la cinta tarda más de 30 segundos en recorrer la distancia desde FC2 hasta FC3 el sistema debe detenerse haciendo lucir la lámpara L2.

NOTA: Para el móvil utilizar un motor con dos sentidos de giro. Para la cinta, un motor con dos arrollamientos separados. También se dispondrá de pulsador de paro.



**13.** Dibujar el circuito de potencia correspondiente al arranque estrella-triángulo . Sobre este circuito se pide:

Calcular la corriente de calibración de los contactores, del térmico y de los fusibles teniendo en cuenta las siguientes características del motor y sabiendo que se conectará a una línea de 220 v en funcionamiento AC3:

Potencia nominal ( $P_n$ ): 15 kw

Tensión de servicio ( $U_{\Delta}/U_Y$ ): 220/380v

Intensidad nominal ( $I_{n\Delta}/I_{nY}$ ): 52/30A

Intensidad de arranque: 6  $I_n$

**14.** Para el control de un motor trifásico de dos sentidos de giro se dispone de un pulsador de paro y dos pulsadores de selección de giro. Diseñar un automatismo eléctrico que cumpla los siguientes requisitos:

1. El motor puede comenzar a funcionar en cualquier sentido
2. Pasado un tiempo  $t_1$  pasará a funcionar en sentido contrario
3. Una vez pulsado paro, no podrá funcionar hasta transcurrido un tiempo  $t_2$

**15.** Mediante un automatismo eléctrico se desea controlar una máquina que es gobernada por un motor trifásico de arrollamientos separados con dos sentidos de giro, para que realice el siguiente ciclo de funcionamiento:

- Se dispondrá de un pulsador de paro de emergencia, que al ser actuado, hará que la máquina se detenga en el punto donde se encuentre.
- La puesta en marcha se realiza al accionar durante un instante el pulsador de marcha si el final de carrera S11 se encuentra actuado.
- Al cabo de un tiempo  $t_1$  desde que se activó el pulsador de marcha se pondrá en marcha el motor a velocidad lenta y giro a derechas.
- Al cabo de un tiempo  $t_2$  desde que se activó la velocidad lenta a derechas, se pasará a velocidad rápida y giro a derechas.
- Cuando se alcance la posición detectada por el final de carrera S10, el motor se detendrá durante un tiempo  $t_3$ , transcurrido el cual, se volverá a poner en marcha a velocidad lenta y giro a izquierdas.
- Al cabo de un tiempo  $t_4$  desde que se activó la velocidad lenta a izquierdas, se pasará a velocidad rápida y giro a izquierdas.
- Al alcanzar la posición detectada por el final de carrera S12, se pasará a velocidad lenta y giro a izquierdas.
- Al alcanzar nuevamente la posición S11, se parará.

Realizar el esquema de potencia y de mando, incluyendo la numeración de bornes y las referencias cruzadas.

**16.** Una cinta transportadora está controlada por un motor trifásico y su correspondiente contactor K1M. A lo largo de la cinta hay 4 sensores. En condiciones normales de funcionamiento, no deberían activarse 2 consecutivos. Cada uno de estos sensores tiene asociado un contactor auxiliar (K2A a K5A).

Se pretende señalar su funcionamiento de la siguiente forma:

- Funcionamiento de la cinta (óptico)
- Funcionamiento de cada uno de los sensores (óptico)
- Fallo térmico en el motor (óptico y acústico)

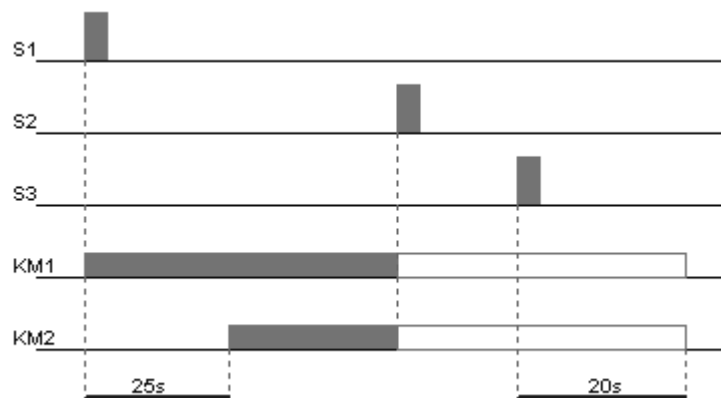
- Fallo debido a que 2 sensores consecutivos cualquiera están activados (óptico y acústico)
- Pulsador de Prueba de lámparas

*Nota: el dispositivo acústico debe ser común para cualquier fallo*

**17.** Dibuja el circuito eléctrico cuyo funcionamiento corresponda al diagrama de tiempos adjunto.

*El funcionamiento es el siguiente:*

- Al pulsar S1, se activa K1 de forma instantánea y pasado un tiempo  $t_1$  se activa K2
- Si se pulsa S2, K1 y K2 se desactivan de forma instantánea.
- Si se pulsa S3, K1 y K2 se desactivan transcurrido un tiempo  $t_2$
- Si tras pulsar S1, transcurre un tiempo  $t_3$  superior a  $t_1+t_2$  sin que se pulse ni S2 ni S3, se deben desconectar KM1 y KM2
- En cualquier caso, al final debe quedar todos los elementos en posición de reposo



# *TERCERA PARTE*

# *SISTEMAS NEUMÁTICOS*

*Practicas en los simuladores*  
*AUTOMATION STUDIO 5.0 , FLUID-SIM3.6*

*LUIS B. GOMEZ FLORES*

## **SISTEMAS NEUMÁTICOS**

*La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria , enumero aquí los conceptos mas importantes destinados a profesionales, estudiantes universitarios y encargados de mantenimiento .*

*Estudia el comportamiento y aplicación del aire comprimido para transformar energía neumática en mecánica.*

*Los principios físicos que rigen el estudio de la neumática son: la termodinámica, flujo de fluidos, mecánica de los fluidos, etc.*

### **1. INTRODUCCION**

*La evolución en la técnica del aire comprimido*

*El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.*

#### **Propiedades del aire comprimido**

*Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas, a que en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y más económico.*

*¿Cuáles son las propiedades del aire comprimido que han contribuido a su popularidad?*

*Abundante: Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.*

*Transporte: El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.*

*Almacenable: No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).*

*Temperatura: El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura , garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.*

*Antideflagrante: No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.*

*Limpio : El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero*

*El aire es compresible*

Como todos los gases, el aire no tiene una forma determinada. Toma la del recipiente que lo contiene o la de su ambiente. Permite ser comprimido (compresión) y tiene la tendencia a dilatarse (expansión).

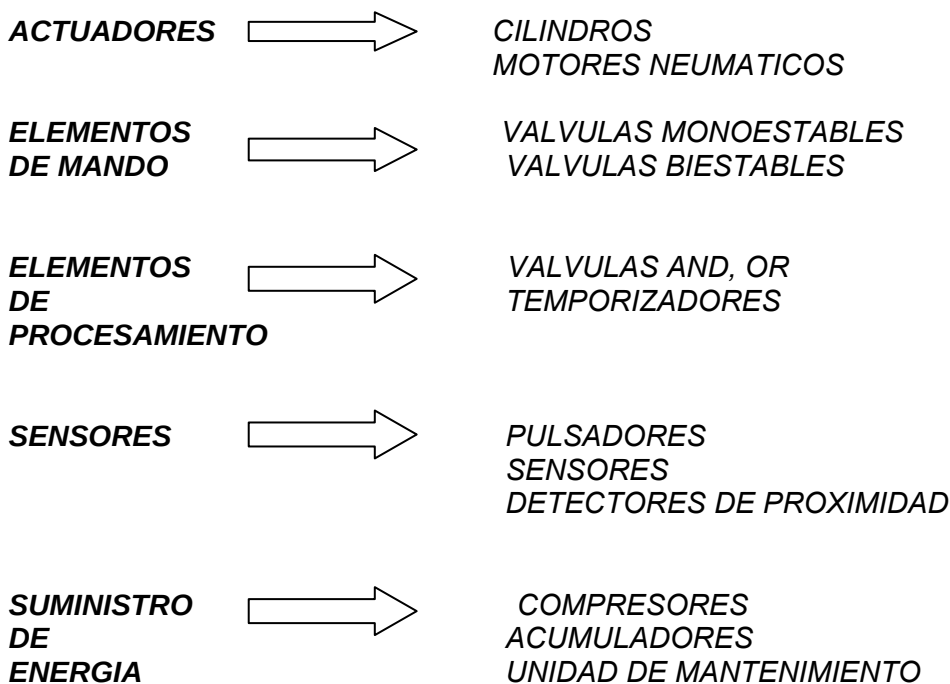
**VENTAJAS:**

- Sencillez de los sistemas de mando: válvulas, cilindros, etc.
- Rapidez de respuesta del sistema neumático
- Economía de los sistemas neumáticos una vez instalados.

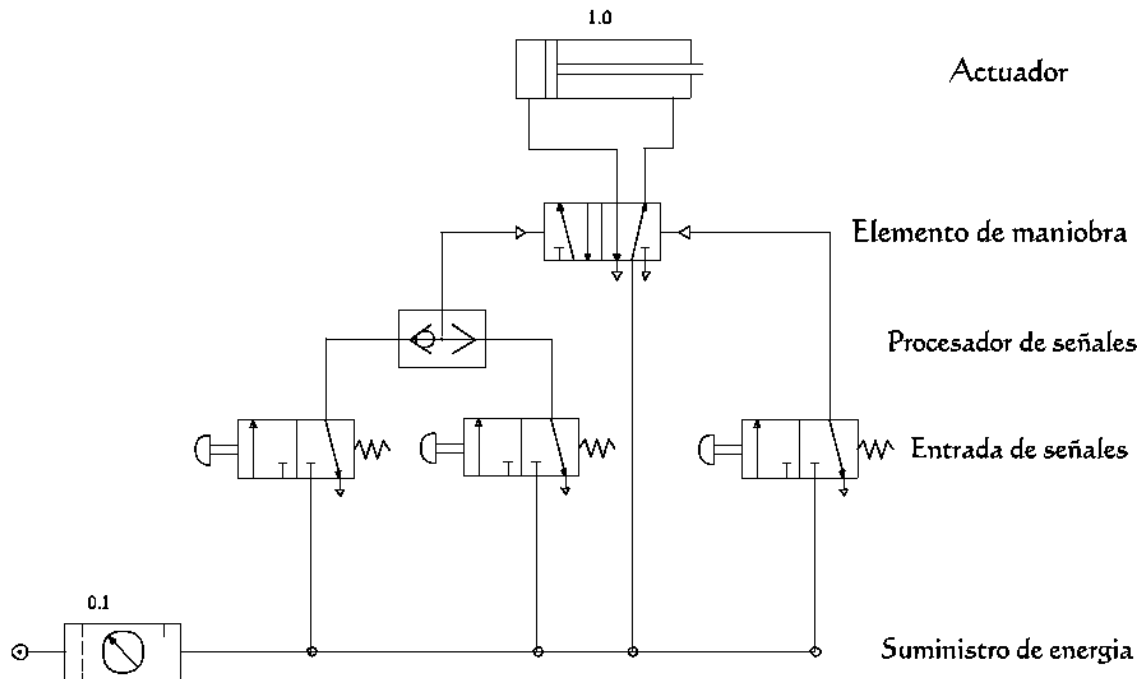
**INCONVENIENTES:**

- Instalaciones caras en general.
- El mantenimiento del aire en buenas condiciones es costoso.
- Esquemas complejos de modificar y depurar
- Accionamiento de válvulas para aire, agua o productos químicos.
- Accionamiento de puertas pesadas o calientes.
- Descarga de depósitos en la construcción, fabricación de acero,

**ESTRUCTURA DE UN SISTEMA NEUMATICO**



## DIAGRAMA DE DISTRIBUCION NEUMATICO



## 2.SISTEMA NEUMATICO BASICO

*Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.*

*Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.*

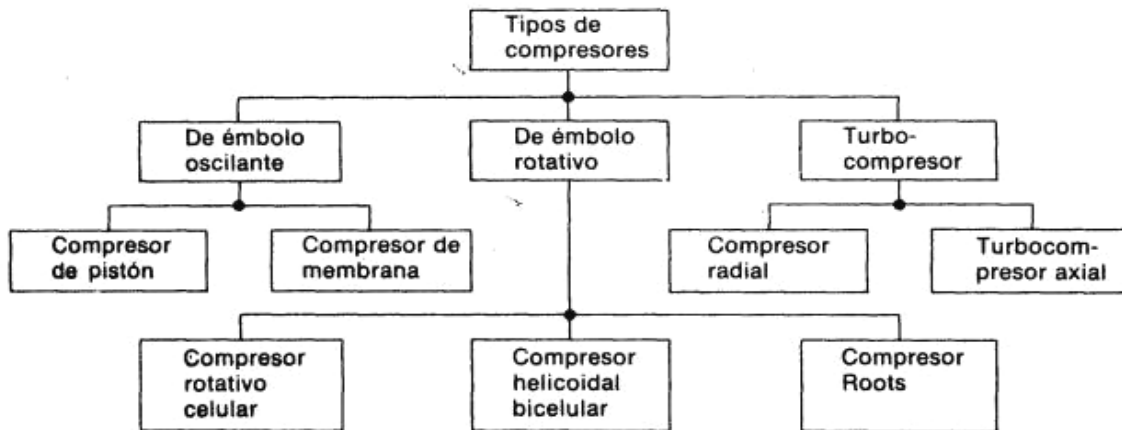
*En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente, puesto que toda ampliación ulterior en el equipo generador supone gastos muy considerables.*

### **Tipos de compresores**

*Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear diversos tipos de construcción.*

*Se distinguen dos tipos básicos de compresores:*

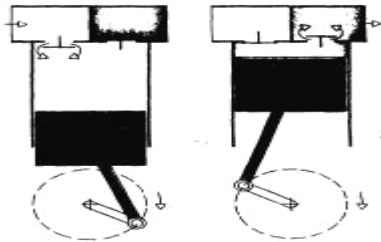
*El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).*



### **Compresores de émbolo**

*Compresor de émbolo oscilante . Este es el tipo de compresor más difundido actualmente. Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 .100 kPa (1 bar) a varios miles de kPa (bar).*

#### **Compresor de émbolo oscilante**



*Para obtener el aire a presiones elevadas, es necesario disponer varias etapas compresoras. El aire aspirado se somete a una compresión previa por el primer émbolo, seguidamente se refrigera, para luego ser comprimido por el siguiente émbolo. El volumen de la segunda cámara de compresión es, en conformidad con la relación, más pequeño. Durante el trabajo de compresión se forma una cantidad de calor, que tiene que ser evacuada por el sistema refrigeración.*

*Los compresores de émbolo oscilante pueden refrigerarse por aire o por agua, y según las prescripciones de trabajo las etapas que se precisan son:*

hasta 400 kPa (4 bar), 1 etapa  
hasta 1.500 kPa (15 bar), 2 etapas  
más de 1.500 kPa (15 bar), 3 etapas o más

No resulta siempre económico, pero también pueden utilizarse compresores

de 1 etapa, hasta 1.200 kPa (12 bar)  
de 2 etapas, hasta 3.000 kPa (30 bar)  
de 3 etapas, hasta 22.000 kPa (220 bar)

### **Elección del compresor**

#### **Caudal**

Por caudal entiendo la cantidad de aire que suministra el compresor. Existen dos conceptos.

1. El caudal teórico
2. El caudal efectivo o real

En el compresor de émbolo oscilante, el caudal teórico es igual al producto de cilindrada \* velocidad de rotación. El caudal efectivo depende de la construcción del compresor y de la presión. En este caso, el rendimiento volumétrico es muy importante.

Es interesante conocer el caudal efectivo del compresor. Sólo éste es el que acciona y regula los equipos neumáticos.

El caudal se expresa en m<sup>3</sup>/min ó m<sup>3</sup>/h .No obstante, son numerosos los fabricantes que solamente indican el caudal teórico.

#### **Presión**

También se distinguen dos conceptos:

La presión de servicio es la suministrada por el compresor o acumulador y existe en las tuberías que alimentan a los consumidores.

La presión de trabajo es la necesaria en el puesto de trabajo considerado.

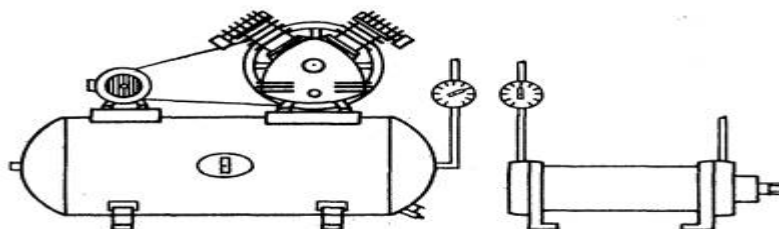
En la mayoría de los casos, es de (6 bar).

Por eso, los datos de servicio de los elementos se refieren a esta presión.

Importante:

Para garantizar un funcionamiento fiable y preciso es necesario que la presión tenga un valor constante. De ésta dependen :

- la velocidad
- las fuerzas
- el desarrollo secuencial de las fases de los elementos de trabajo.



### *Accionamiento*

*Los compresores se accionan, según las exigencias, por medio de un motor eléctrico o de explosión interna. En la industria, en la mayoría de los casos los compresores se arrastran por medio de un motor eléctrico.*

*Si se trata de un compresor móvil, éste en la mayoría de los casos se acciona por medio de un motor de combustión (gasolina, Diesel)*

### *Refrigeración*

*Por efecto de la compresión del aire se desarrolla calor que debe evacuarse. De acuerdo con la cantidad de calor que se desarrolle, se adoptará la refrigeración más apropiada.*

*En compresores pequeños, las aletas de refrigeración se encargan de irradiar el calor. Los compresores mayores van dotados de un ventilador adicional, que evacua el calor.*

*Cuando se trata de una estación de compresión de más de 30 kW de potencia, no basta la refrigeración por aire. Entonces los compresores van equipados de un sistema de refrigeración por circulación de agua en circuito cerrado o abierto. A menudo se temen los gastos de una instalación mayor con torre de refrigeración. No obstante, una buena refrigeración prolonga la duración del compresor y proporciona aire más frío y en mejores condiciones. En ciertas circunstancias, incluso permite ahorrar un enfriamiento posterior del aire u operar con menor potencia.*

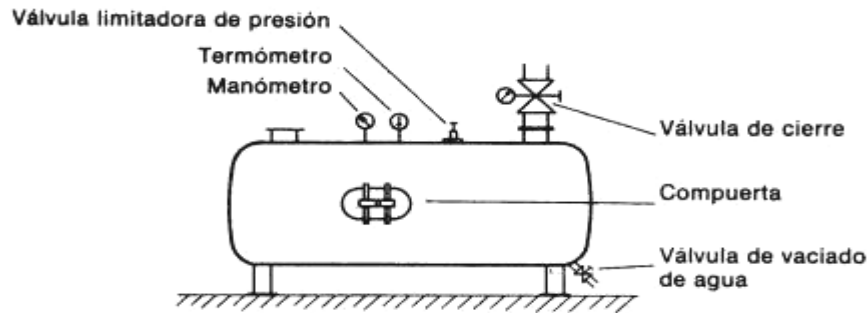
### *Lugar de emplazamiento*

*La estación de compresión debe situarse en un local cerrado e insonorizado. El recinto debe estar bien ventilado y el aire aspirado debe ser lo más fresco, limpio de polvo y seco posible.*

### *Acumulador de aire comprimido*

*El acumulador o depósito sirve para estabilizar el suministro de aire comprimido. Compensa las oscilaciones de presión en la red de tuberías a medida que se consume aire comprimido.*

*Gracias a la gran superficie del acumulador, el aire se refrigera adicionalmente. Por este motivo, en el acumulador se desprende directamente una parte de la humedad del aire en forma de agua*



### **DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO**

*Como resultado de la racionalización y automatización de los dispositivos de fabricación, las empresas precisan continuamente una mayor cantidad de aire. Cada máquina y mecanismo necesita una determinada cantidad de aire, siendo abastecido por un compresor, a través de una red de tuberías.*

*El diámetro de las tuberías debe elegirse de manera que si el consumo aumenta, la pérdida de presión entre el depósito y el consumidor no sobrepase 10 kPa (0,1 bar). Si la caída de presión excede de este valor, la rentabilidad del sistema estará amenazada y el rendimiento disminuirá considerablemente. En la planificación de instalaciones nuevas debe preverse una futura ampliación de la demanda de aire, por cuyo motivo deberán dimensionarse generosamente las tuberías. El montaje posterior de una red más importante supone costos dignos de mención.*

#### **Dimensionado de las tuberías**

*El diámetro de las tuberías no debería elegirse conforme a otros tubos existentes ni de acuerdo con cualquier regla empírica, sino en conformidad con:*

- el caudal
- la longitud de las tuberías
- la pérdida de presión (admisibles) la presión de servicio la cantidad de estrangulamientos en la red

*Las resistencias de los elementos estranguladores (válvula de cierre, válvula esquinera, pieza en T, compuerta, codo normal) se indican en longitudes supletorias. Se entiende por longitud supletoria la longitud de una tubería recta que ofrece la misma resistencia al flujo que el elemento estrangulador o el punto de estrangulación. La sección de paso de la "tubería de longitud supletoria" es la misma que la tubería.*

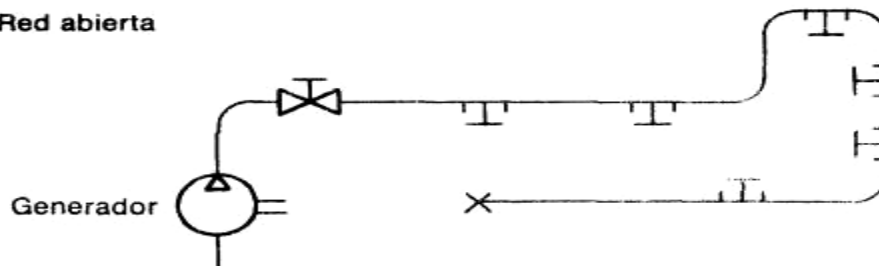
#### **Tendido de la red**

*No solamente importa el dimensionado correcto de las tuberías, sino también el tendido de las mismas.*

*Las tuberías requieren un mantenimiento y vigilancia regulares, por cuyo motivo no deben instalarse dentro de obras ni en emplazamientos demasiado estrechos. En estos casos, la*

detección de posibles fugas se hace difícil. Pequeñas faltas de estanqueidad ocasionan considerables pérdidas de presión.

**Figura 27: Red abierta**



En el tendido de las tuberías debe cuidarse, sobre todo, de que la tubería tenga un descenso en el sentido de la corriente, del 1 al 2%.

En consideración a la presencia de condensado, las derivaciones para las tomas de aire en el caso de que las tuberías estén tendidas horizontalmente, se dispondrán siempre en la parte superior del tubo.

### **3. PREPARACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO**

#### **Impurezas**

En la práctica se presentan muy a menudo los casos en que la calidad del aire comprimido desempeña un papel primordial.

Las impurezas en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos.

Mientras que la mayor separación del agua de condensación tiene lugar en el separador, después de la refrigeración, la separación fina, el filtrado y otros tratamientos del aire comprimido se efectúan en el puesto de aplicación.

#### **Unidad de mantenimiento**

La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

**Filtro de aire comprimido**  
**Regulador de presión**  
**Lubricador de aire comprimido**

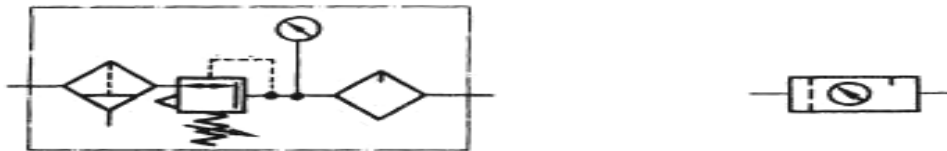
Para dimensionar la unidad de mantenimiento se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1. El caudal total de aire en m<sup>3</sup>/h es decisivo para la elección del tamaño de unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una caída de presión

demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.

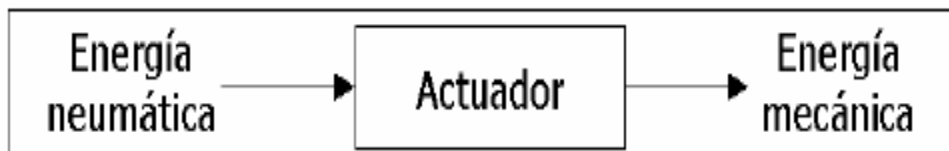
2. La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50 °C (valores máximos para recipiente de plástico).

Símbolo de una unidad de mantenimiento FRL



#### **4. ELEMENTOS NEUMÁTICOS DE TRABAJO**

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro. Transforman la energía neumática del aire en energía mecánica



- Según el tipo de movimiento que realizan pueden ser:
- Cilindros: movimiento lineal
- Motores: movimiento de rotación
- Pinzas: sujeción

Elementos neumáticos de movimiento rectilíneo

A menudo, la generación de un movimiento rectilíneo con elementos mecánicos combinados con accionamientos eléctricos supone un gasto considerable.

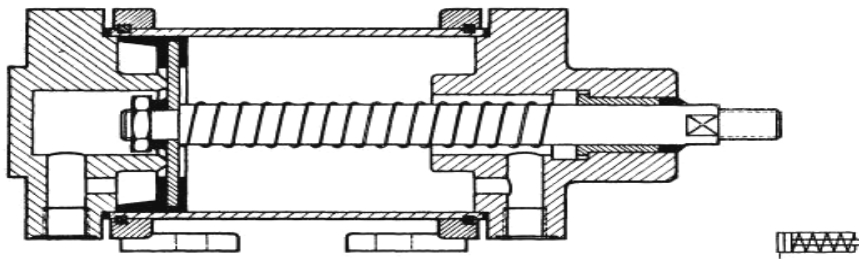
##### **Cilindros de simple efecto**

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100 mm.

Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

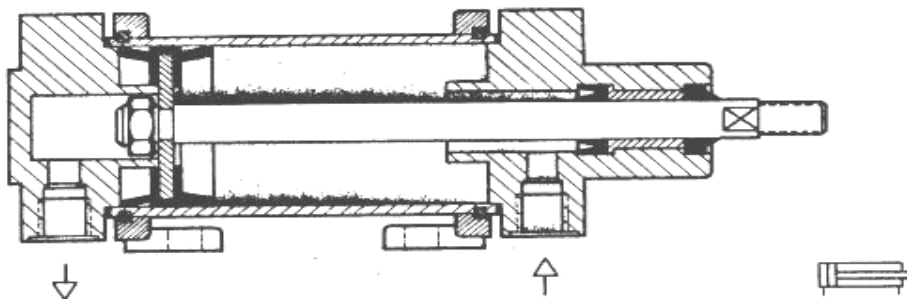
Figura 53: Cilindro de simple efecto



### **Cilindros de doble efecto**

*La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno*

*Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.*



## **5. VÁLVULAS**

### **Generalidades**

*Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una porte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas.*

*Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.*

**Esta es la definición de la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (Comité Europeo de Transmisión Oléohidráulica y neumática).**

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

- |                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. Válvulas de vías o distribuidoras | 4. Válvulas de caudal |
| 2. Válvulas de bloqueo               | 5. Válvulas de cierre |
| 3. Válvulas de presión               |                       |

Se darán importancia a las válvulas para el control de un sistema neumático.

### **Válvulas distribuidoras**

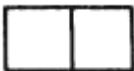
Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función.

Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados.



La cantidad de cuadrados yuxtapuestos indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora.



El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas (cuadros).



Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido.

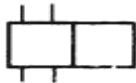


Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales.

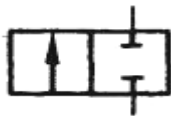


La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.

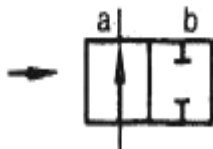
Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo o inicial.



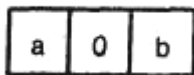
La otra posición se obtiene desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan.



Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c ... y 0.



Válvula de 3 posiciones. Posición intermedia = Posición de reposo.



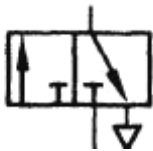
Por posición de reposo se entiende, en el caso de válvulas con dispositivo de reposición, p. ej., un muelle, aquella posición que las piezas móviles ocupan cuando la válvula no está conectada.

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido.

Conductos de escape sin empalme de tubo (aire evacuado a la atmósfera). Triángulo directamente junto al símbolo.



Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a un punto de reunión).  
Triángulo ligeramente separado del símbolo.



Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas:

Rige lo siguiente:

**Tuberías o conductos de trabajo A, B, C .....**

**Empalme de energía P .....**

**Salida de escape R, S, T .....**

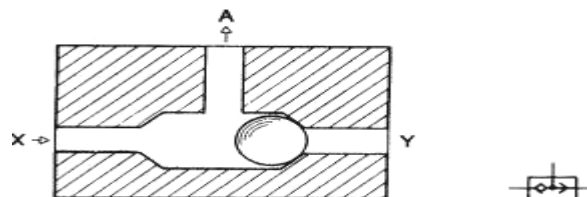
**Tuberías o conductos de pilotaje Z, Y, X .....**

### **Válvula selectora de circuito**

Esta válvula tiene dos entradas X y Y y una salida A. Cuando el aire comprimido entra por la entrada X, la bola obtura la entrada Y y el aire circula de X a A. Inversamente, el aire pasa de Y a A cuando la entrada X está cerrada. Cuando el aire regresa, es decir, cuando se desairea un cilindro o una válvula, la bola, por la relación de presiones, permanece en la posición en que se encuentra momentáneamente.

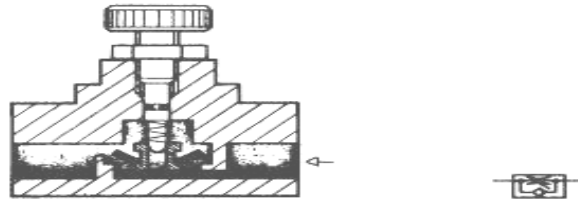
Esta válvula se denomina también «elemento 0 (OR)»; aísla las señales emitidas por válvulas de señalización desde diversos lugares e impide que el aire escape por una segunda válvula de señalización.

Si se desea mandar un cilindro o una válvula de mando desde dos o más puntos, será necesario montar esta válvula.



### **Válvula antirretorno y de estrangulación**

También se conoce por el nombre de regulador de velocidad o regulador unidireccional. Estrangula el caudal de aire en un solo sentido. Una válvula antirretorno cierra el paso de aire en un sentido, y el aire puede circular sólo por la sección ajustada. En el sentido contrario, el aire circula libremente a través de la válvula antirretorno abierta. Estas válvulas se utilizan para regular la velocidad de cilindros neumáticos



Estas válvulas se montan directamente en el cilindro. Pueden emplearse para limitar el caudal de ampo o también el caudal de alimentación.

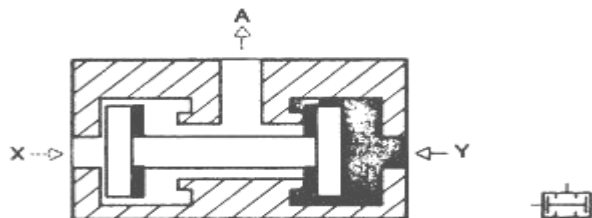
En este caso, las válvulas antirretorno y de estrangulación se montan de modo que se estrangule el aire que va al cilindro. El aire de escape puede escapar libremente por la válvula antirretorno. La más mínima variación de la carga, p.ej. el momento de pasar sobre un final de carrera, supone una gran variación de la velocidad de avance. Por eso, esta limitación de caudal se utiliza únicamente para cilindros de simple efecto y de volumen pequeño.

### **Válvula de simultaneidad**

Esta válvula tiene dos entradas X o Y y una salida A. El aire comprimido puede pasar únicamente cuando hay presión en ambas entradas. Una señal de entrada en X ó Y interrumpe el caudal, en razón M desequilibrio de las fuerza que actúan sobre la pieza móvil. Cuando las señales están desplazadas cronológicamente, la última es la que llega a la salida A. Si las señales de entrada son de una presión distinta, la mayor cierra la válvula y la menor se dirige hacia la salida A.

Esta válvula se denomina también »módulo Y (AND)«.

Se utiliza principalmente en mandos de enclavamiento, funciones de control y operaciones lógicas.



### **Válvulas de caudal**

Estas válvulas influyen sobre la cantidad de circulación de aire comprimido; el caudal se regula en ambos sentidos de flujo.

### **Accionamiento de válvulas**

Según el tiempo de accionamiento se distingue entre:

Accionamiento permanente, señal continua

La válvula es accionada manualmente o por medios mecánicos, neumáticos o eléctricos durante todo el tiempo hasta que tiene lugar el reposicionamiento. Este es manual o mecánico por medio de un muelle.

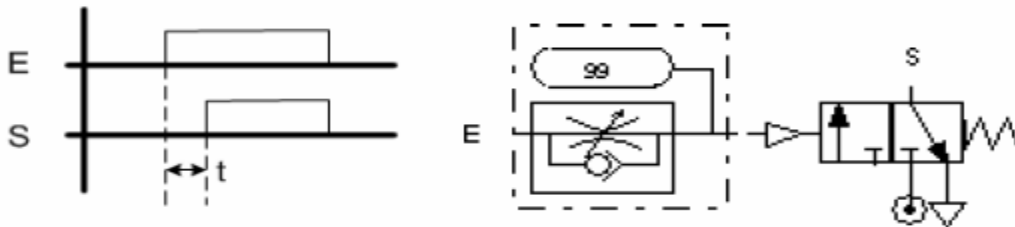
*Accionamiento momentáneo, impulso*

La válvula es invertida por una señal breve (impulso) y permanece indefinidamente en esa posición, hasta que otra señal la coloca en su posición anterior.

### **Temporizadores neumáticos**

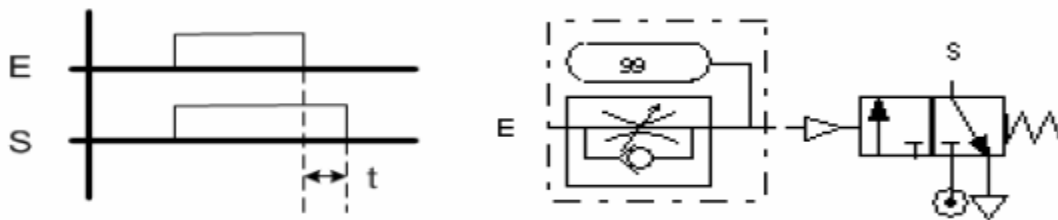
*Temporizador a la conexión*

- Desde que se activa la entrada (E) hasta que aparece activada la salida (S), pasa un tiempo (t), que es el necesario para llenar un pequeño depósito.
- Al desactivar E, el depósito se vacía rápidamente y la válvula vuelve a su posición de reposo.



*Temporizador a la desconexión*

- Al activar E, la válvula se activa inmediatamente.
- Al desactivar la entrada (E), pasará un tiempo (t), necesario para que se vacíe el depósito y la válvula vuelva a su posición de reposo



## 6. NOMENCLATURA

### Elementos motrices

- Generalmente utiliza dos dígitos: 1.0, 2.0, 3.0, ...
- Se les asigna una letra mayúscula utilizada en los diagramas (A, B, C, ...)
- A veces utiliza solo un dígito: 1, 2, 3, ...
- Para detectar la posición del vástago del cilindro se utiliza la misma letra del cilindro pero minúscula (a, b, ..) seguida del subíndice 0 (a0, b0, ..) para el cilindro replegado y del 1 (a1, b1, ..) para el cilindro desplegado o bien con el nombre de la válvula (1.2, 1.3, ...)

Todos los elementos que tiene que ver con el movimiento del actuador 1.0, comenzará si identificación con 1.xx (1.2, 1.3, ...)

### Elementos de potencia

- El 1er. Dígito es el del elemento que gobiernan (1.1, 2.1, ..)
- El 2º Dígito es siempre 1.

### Elementos de señal u órdenes

- El 1er. Dígito es el del elemento que gobiernan (1.x, 2.x, ..)
- El 2º Dígito correlativos
- Números pares para el avance del cilindro (1.2, 1.4, ..)
- Números impares para el retroceso del cilindro (1.3, 1.5, ..)

### Elementos de regulación

- Generalmente siguen la numeración consecutiva a los elementos de señal (1.6, 1.7, ..)
- Se pueden utilizar tres dígitos, siendo el segundo un 0 (1.01, 1.02, 2.01, ..)

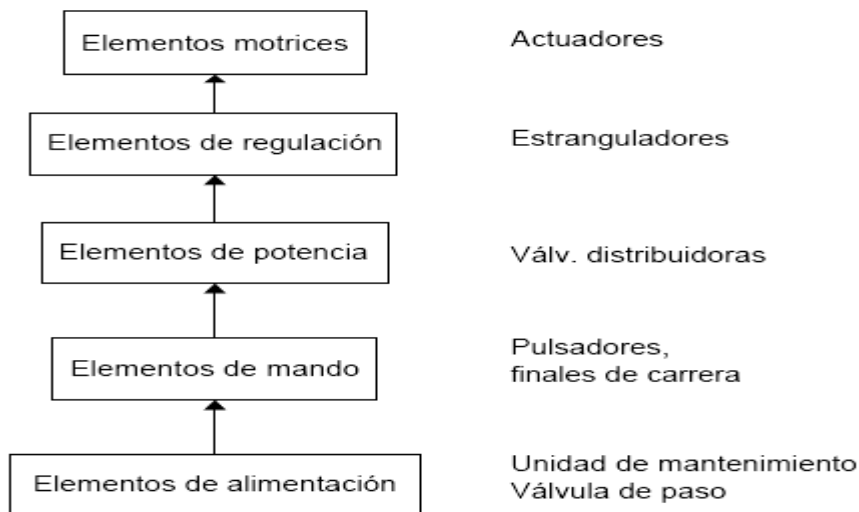
### Elementos de alimentación

- Se utiliza como primer dígito el 0 (0.1, 0.2, ..)

### Tuberías

- Para la tuberías de potenciase utiliza línea continua
- Si se desea diferenciar las tuberías de potencia de las de pilotaje, se utiliza línea discontinua para estas últimas.

## DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS

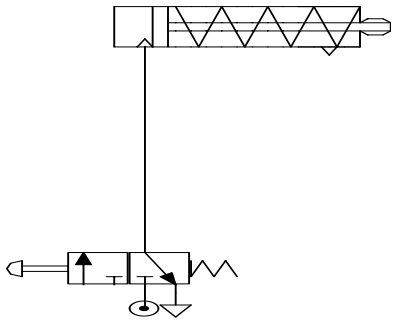


## 7. ESQUEMAS NEUMATICOS BASICOS

### Mando de un cilindro de simple efecto

Ejercicio:

El vástago de un cilindro de simple efecto debe salir al accionar un pulsador y regresar inmediatamente al soltarlo.



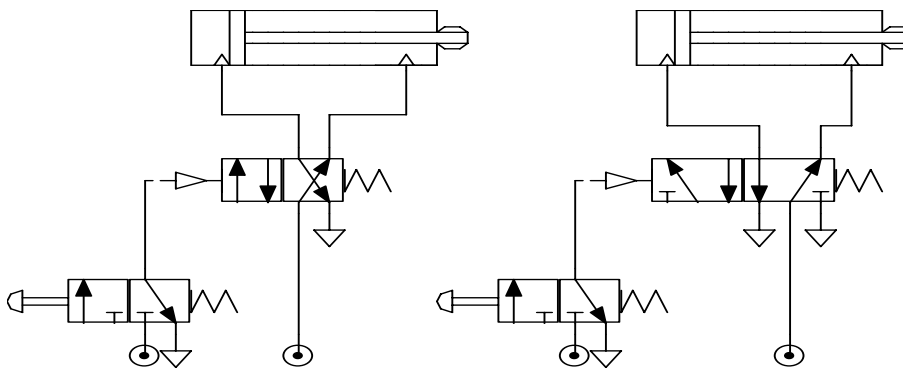
solución:

Para realizar este mando se precisa una válvula distribuidora 3/2 cerrada en posición de reposo. Al accionar dicha válvula, el aire comprimido pasa de P hacia A; el conducto R está cerrado. Por el efecto del muelle de reposición de la válvula, el cilindro es pone en escape de A hacia R; el empalme de alimentación P se cierra.

### Mando de un cilindro de doble efecto

Ejercicio:

El vástago de un cilindro de doble efecto debe salir o entrar según se accione una válvula.



MANDO DE CILINDROS DE DOBLE EFECTO  
CON VALVULAS MONOESTABLES 4/2 Y 5/2 NC  
REALIZADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES

Solución:

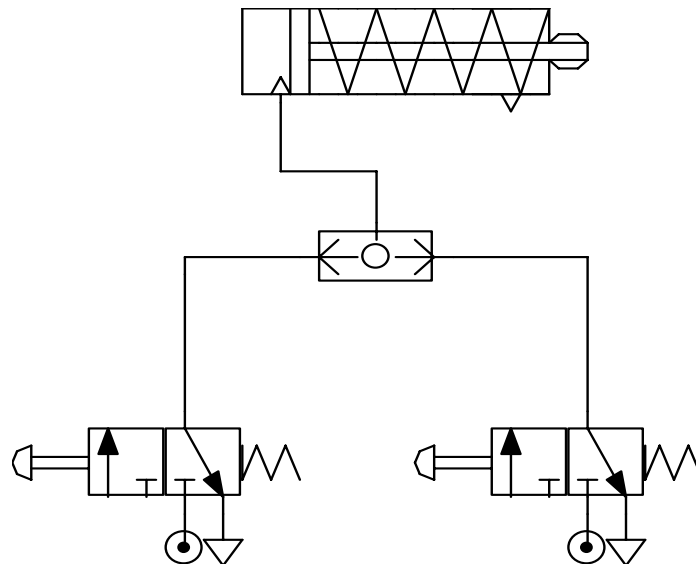
Este mando de cilindro puede realizarse tanto con una válvula distribuidora 4/2 como con una 5/2. La unión de los conductos de P hacia B y de A hacia R en la 4/2 mantiene el

vástago entrado en la posición final de carrera. Al accionar el botón de la válvula se establece la unión de P hacia A y de B hacia R. El vástago del cilindro se desliza hasta la posición final de carrera. Al soltar el botón, el muelle recuperador de la válvula hace regresar ésta a la posición inicial. El vástago del cilindro vuelve a entrar hasta la posición final de carrera.

Si se emplea una válvula distribuidora 5/2, el escape se realiza por R ó S. Para regular la velocidad, basta incorporar válvulas de estrangulación.

### **Mando con selector de circuito (válvula OR)**

El vástago de un cilindro debe poderse hacer salir de dos puntos diferentes.



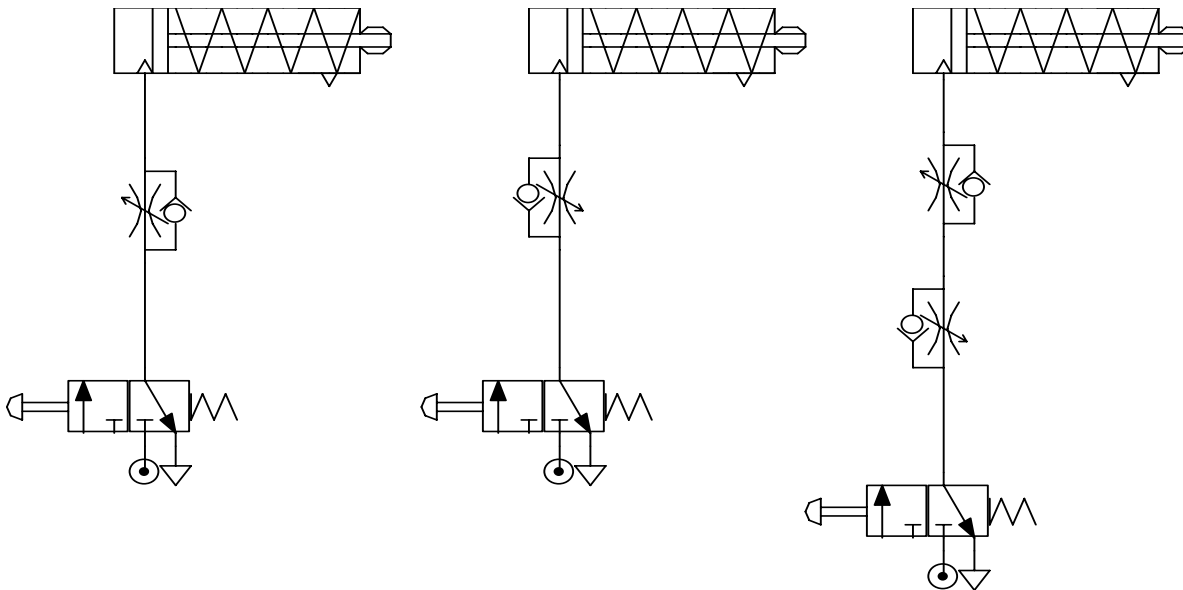
MANDO DE CILINDROS DE SIMPLE EFECTO  
CON VALVULAS SELECTORA OR  
REALIZADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES

Al accionar la primera válvula el aire comprimido circula de P hacia A, y en el selector de circuito o válvula OR de X hacia A y pasa al cilindro. Lo mismo ocurre cuando con la segunda válvula. Pulsando cualquiera de los pulsadores el embolo del cilindro se desplaza.

### **Regulación de la velocidad en cilindro de simple efecto**

#### **Ejercicio**

Caso 1: Debe poderse regular la velocidad de salida del vástago de un cilindro de simple efecto.



**MANDO DE CILINDROS DE DOBLE EFECTO  
REGULACION DE VELOCIDAD DEL ACTUADOR  
CASO 1  
CASO 2  
CASO 3**

*Solución: En el caso de cilindros de simple efecto, la velocidad sólo puede aminorarse estrangulando el aire de alimentación.*

#### **Caso 2**

*Debe poderse ajustar la velocidad de retorno del vástago del cilindro.*

*Solución: En este caso hay que aplicar forzosamente la estrangulación del aire de escape.*

#### **Caso 3**

*Debe poderse ajustar y aminorar separadamente la velocidad del vástago de un cilindro de simple efecto, en la salida y en el retorno.*

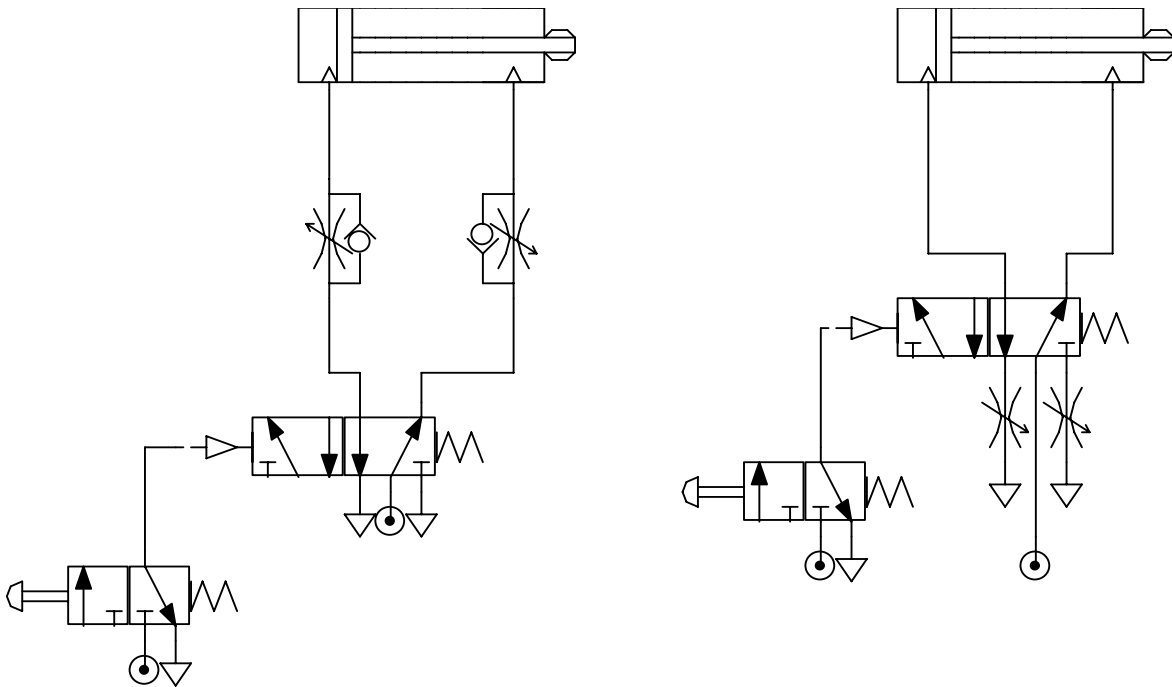
*Solución:*

*En este caso, para efectuar un ajuste exacto y separado se necesitan dos reguladores unidireccionales (válvulas antiretorno y de estrangulación).*

#### **Regulación de la velocidad en cilindro de doble efecto**

*Ejercicio:*

*Debe poderse regular las velocidades de salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto.*



MANDO DE CILINDROS DE DOBLE EFECTO  
REGULACION DE VELOCIDAD DEL ACTUADOR  
REALIZADO POR LUIS B. GOMEZ FLORES

*Solución a:*

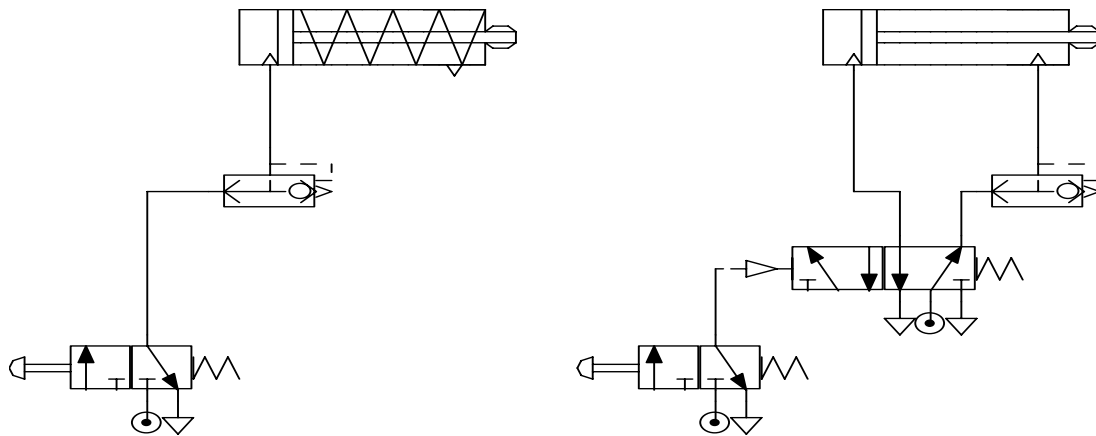
*Estrangulación del aire de escape, regulable separadamente para la salida y el retorno. Se produce una sacudida en el arranque hasta que se equilibran las fuerzas; luego se dispone empero de una mejor posibilidad de regulación (independientemente de la carga). Si se emplea una válvula distribuidora 5/2, es pueden disponer simples estranguladores en los empalmes de escape de la válvula.*

### **Aumento de la velocidad en cilindros de simple y doble efecto**

*Ejercicio a:*

*La velocidad do retorno del vástago de un cilindro de simple efecto ha de ser elevada por medio de una válvula de escape rápido.*

*Ejercicio b:*



**MANDO DE CILINDROS DE SIMPLE Y DOBLE EFECTO  
AUMENTO DE VELOCIDAD DEL ACTUADOR  
VALVULA DE ESCAPE RAPIDO**

*Ha de elevarse la velocidad de salida del vástago de un cilindro de doble efecto.*

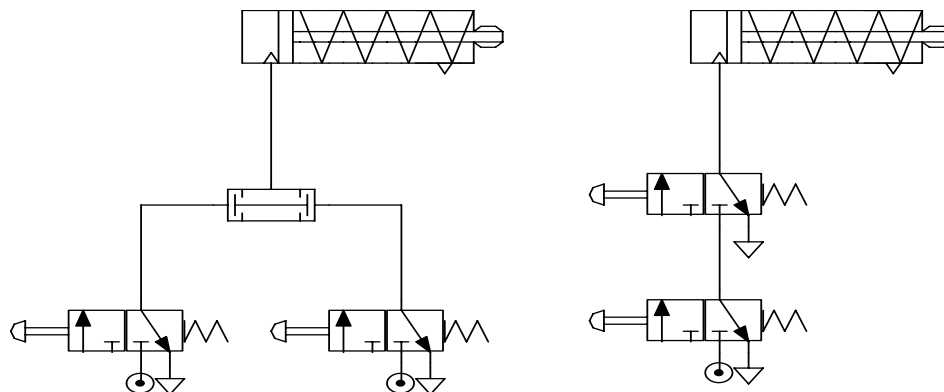
*solución:*

*Al invertir la válvula el aire debe escapar muy rápidamente de la cámara delantera del cilindro. La válvula de escape rápido hace salir el aire Inmediatamente a la atmósfera. El aire no tiene que recorrer toda la tubería ni atravesar la válvula.*

### **Mando con una válvula de simultaneidad (AND)**

*Ejercicio:*

*El vástago de un cilindro de simple efecto ha de salir sólo cuando se accionan simultáneamente dos válvulas distribuidoras 3/2.*



**MANDO DE CILINDROS DE SIMPLE  
VALVULA DE SIMULTANEIDAD AND  
REALIZADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES**

**Ejercicio 1**

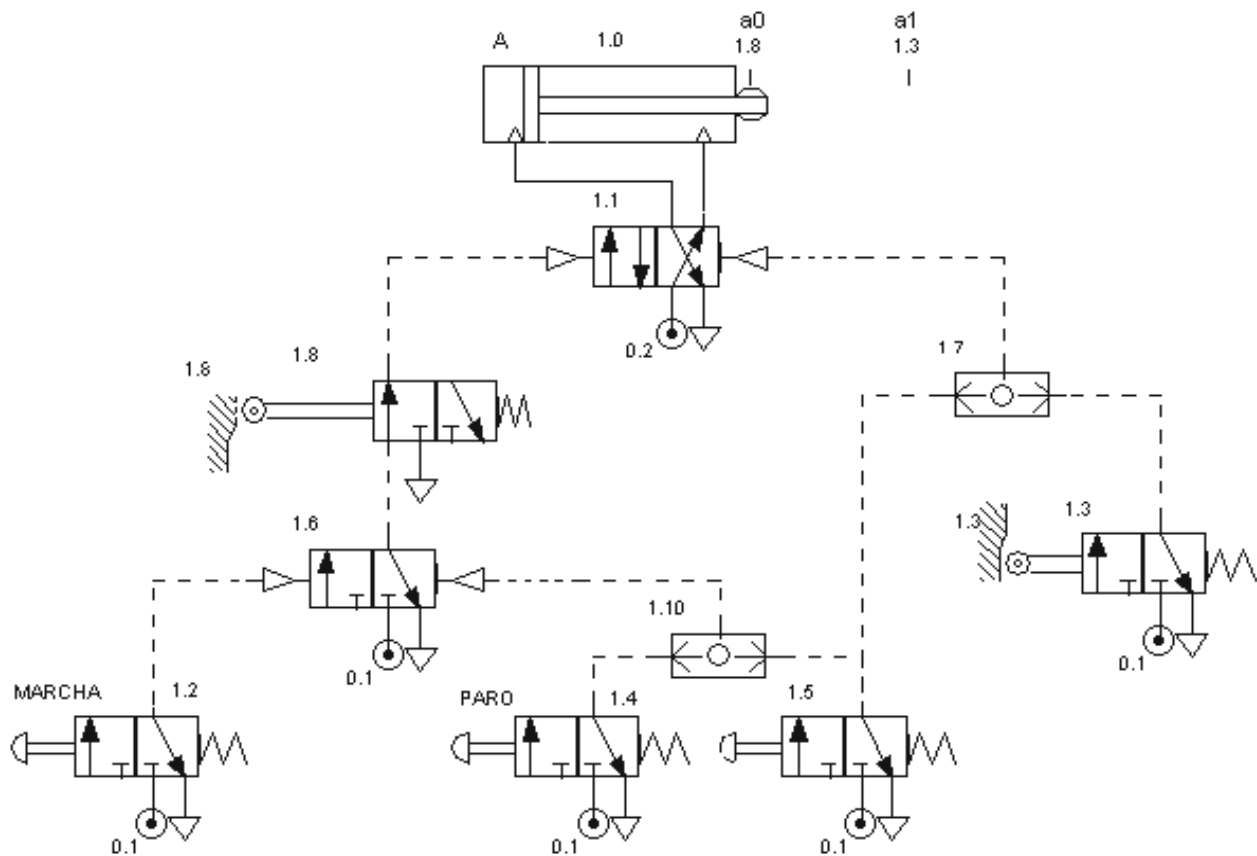
Para el gobierno de un cilindro de doble efecto disponiendo de tres pulsadores.

**MARCHA:** Vaivén permanente

**PARO:** Permite terminar el ciclo en curso y para el automatismo

**RESET:** Hace que el cilindro vuelva a la posición de reposo de manera inmediata.

Para el funcionamiento, necesitamos memorizar la orden de MARCHA y anularla con PARO o RESET. Para ello utilizamos una válvula biestable 4/2



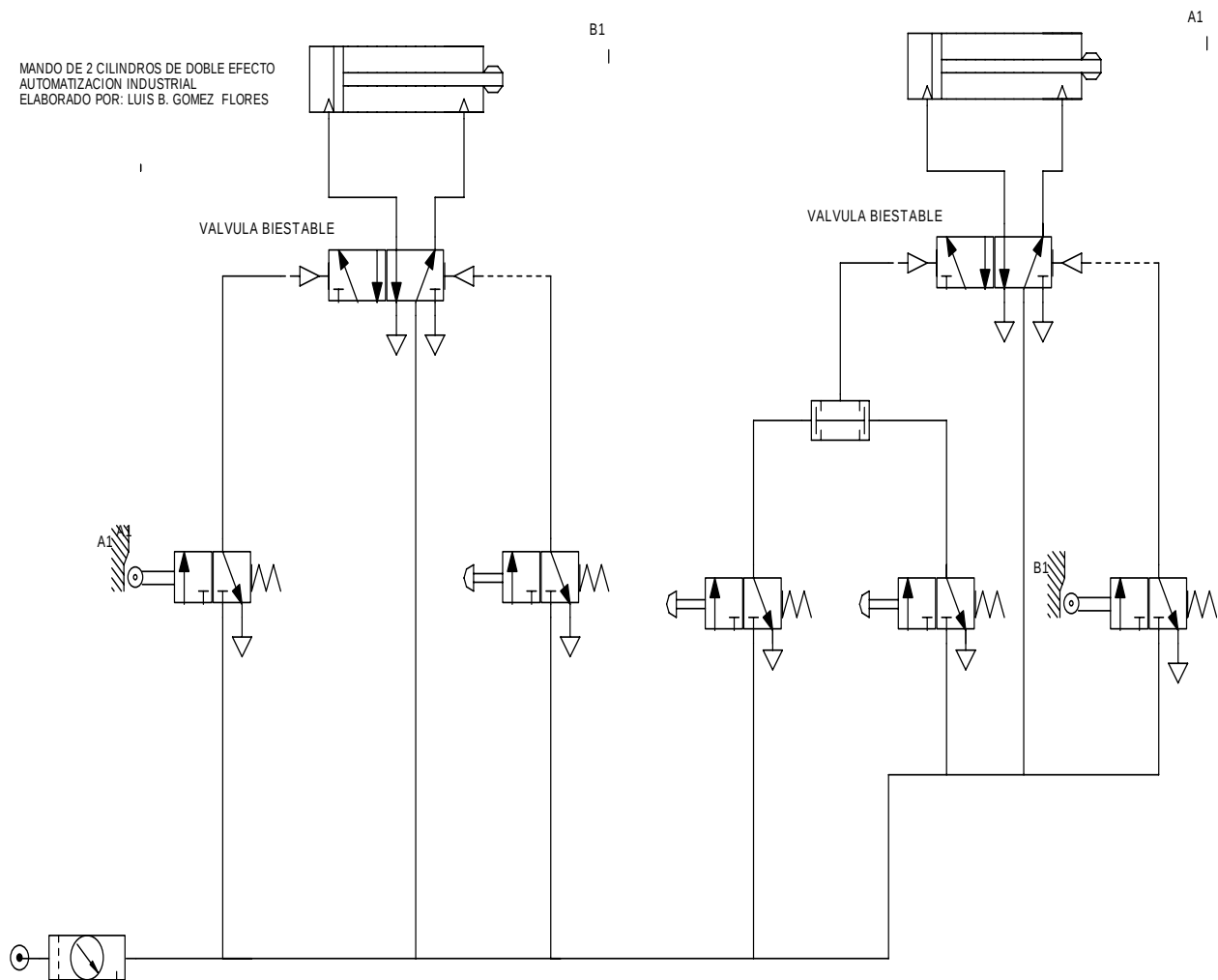
No se deben unir dos salidas para realizar la "función O", ya que una de ellas normalmente irá a escape.

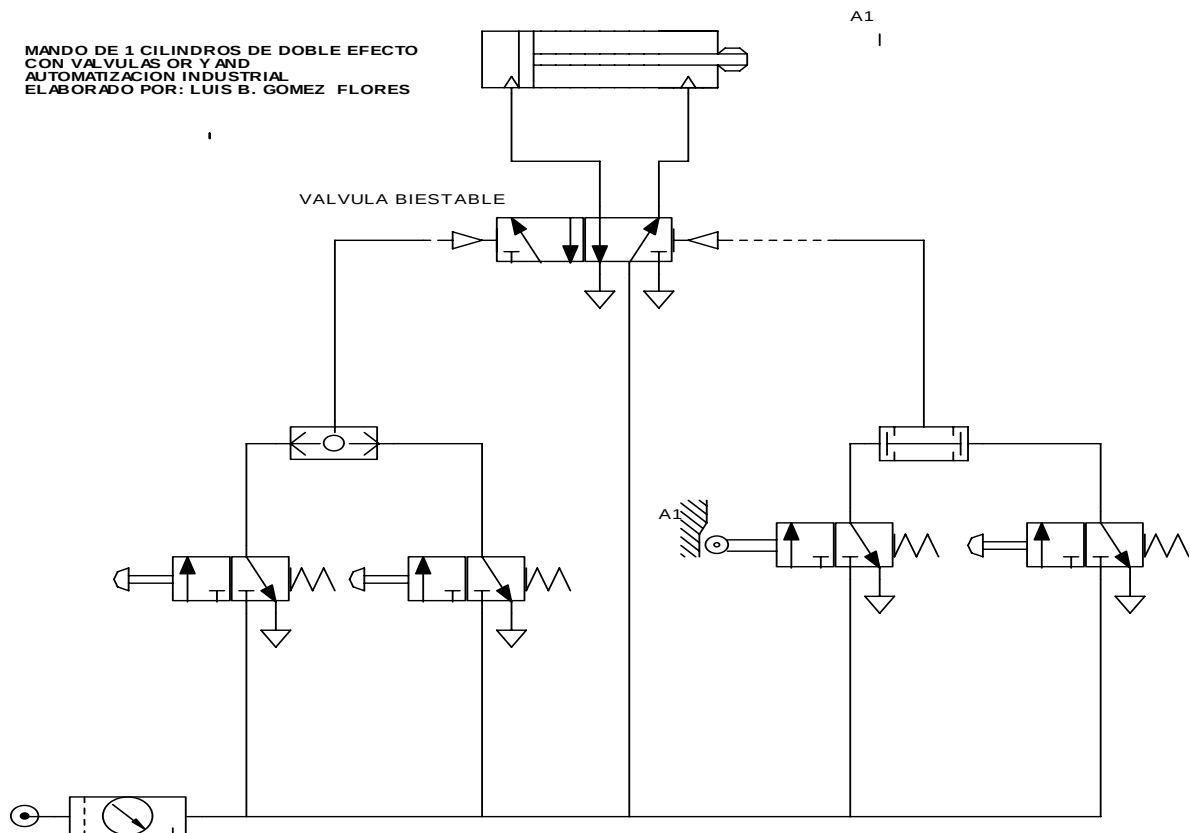
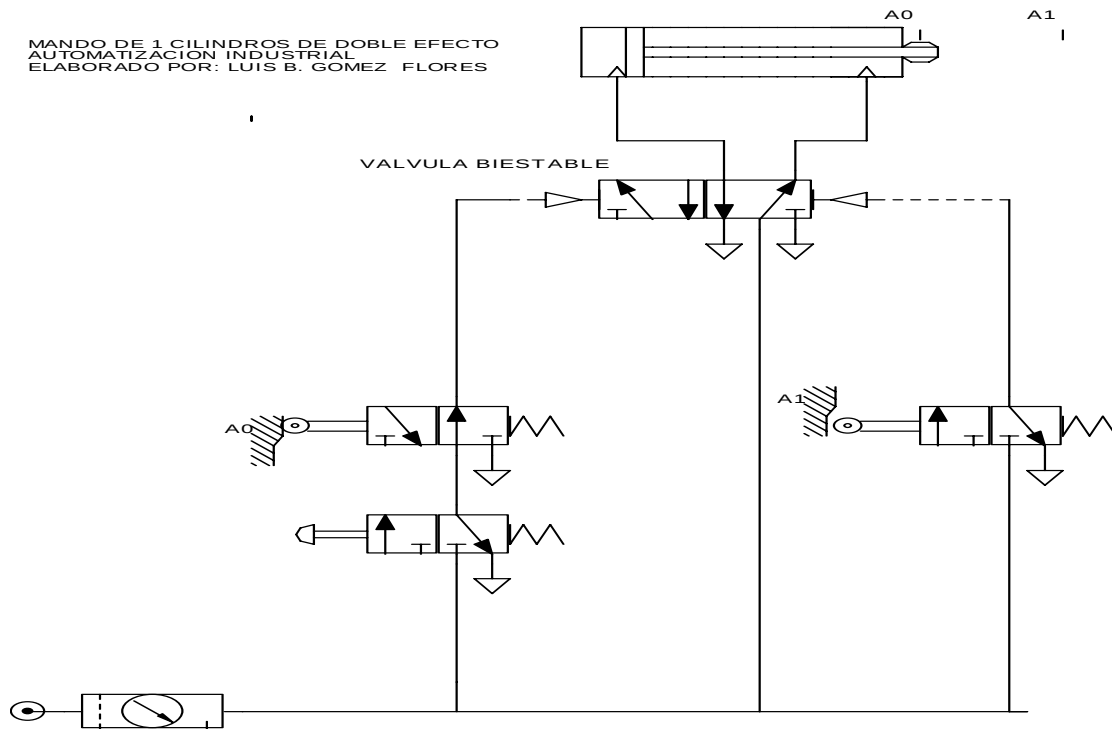
## 8. CIRCUITOS NEUMATICOS

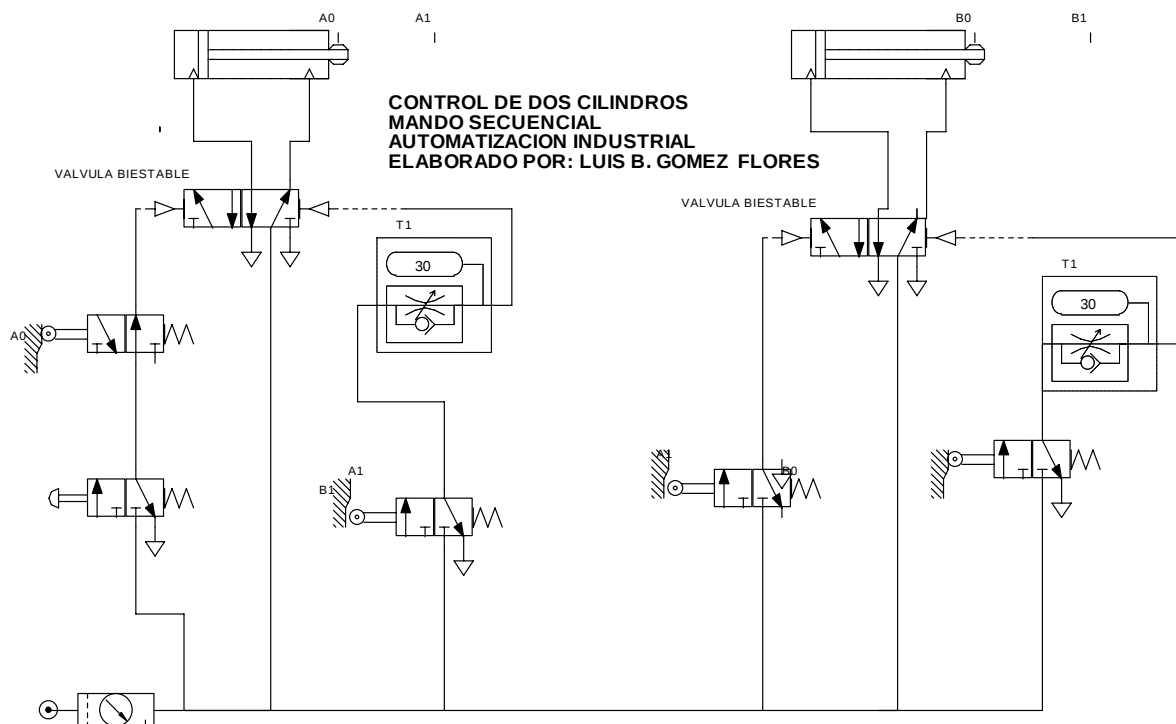
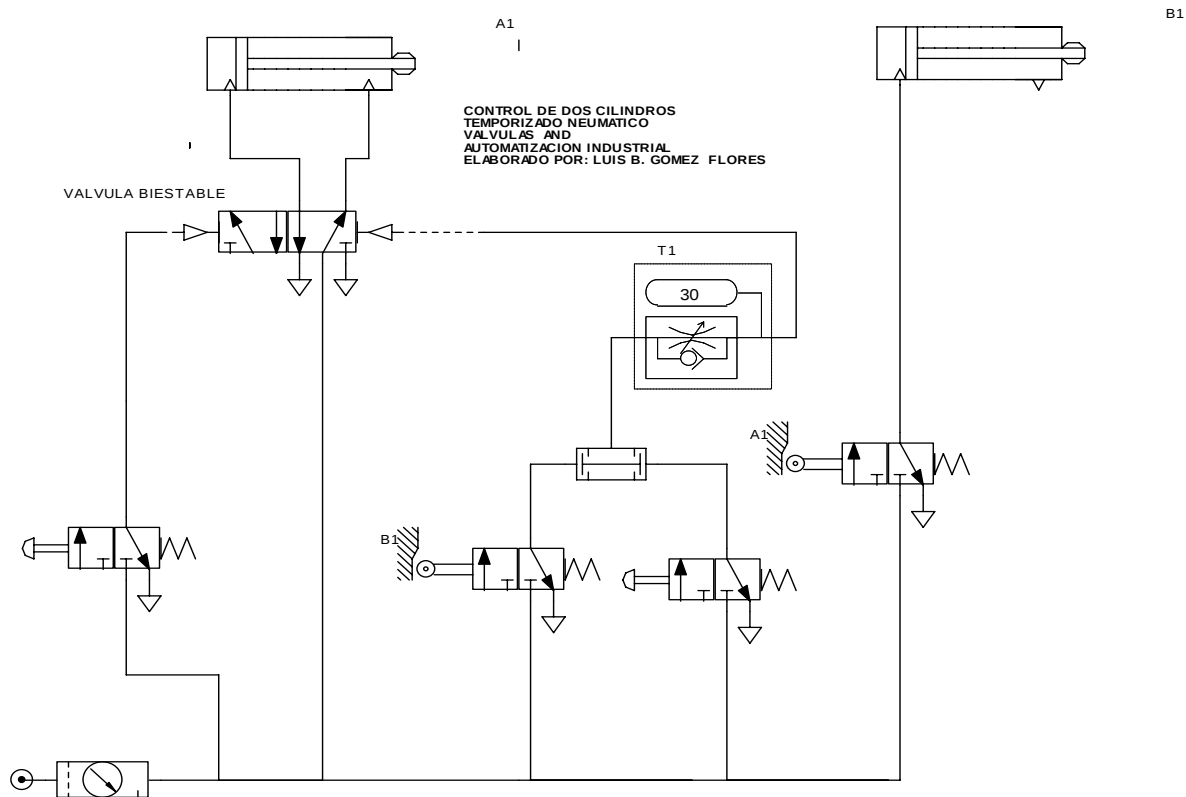
Los siguientes esquemas neumáticos se desarrollaron en el *Automatización Studio*. Luego se cableará el circuito en el tablero correspondiente para su respectivo armado.

El estudiante debe conocer:

- Simbología neumática según la norma ISO 1219
- Conocimiento de física básica, electrónica, automatismos eléctricos.







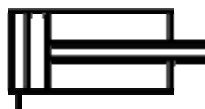
## ACTUADORES

**Símbolo: ISO 1219**

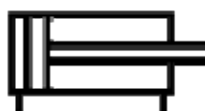
**Descripción:**



*De simple efecto. Retorno por muelle.*



*De simple efecto. Retorno por fuerza externa.*



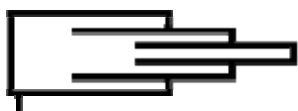
*De doble efecto.*



*De doble efecto con amortiguador.*



*De doble efecto con doble vástago.*



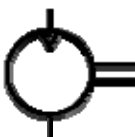
*De simple efecto telescópico.*



*Lineal sin vástago.*



*Accionador angular.*



*Motor neumático de un solo sentido de giro.*



*Motor neumático de dos sentidos de giro.*

## **UNIDADES DE TRATAMIENTO DEL AIRE**

**Símbolo:**

**Descripción:**



*Filtro con purga de agua manual.*



*Filtro con purga de agua automática.*



*Filtro en general.*



*Refrigerador.*



*Secador.*



*Lubrificador.*



*Unidad de acondicionamiento.*



*Compresor.*



*Generador de vacío.*



*Termómetro.*



*Manómetro.*



*Silenciador.*



*Tanque.*

## VÁLVULAS

**Símbolo:**

**Descripción:**



*Regulador de caudal unidireccional.*



*Válvula selectora.*



*Escape rápido.*



*Antirretorno.*



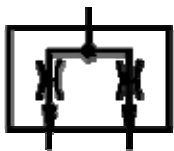
*Antirretorno con resorte.*



*Regulador de presión.*



*Regulador de presión con escape.*



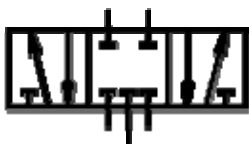
*Bifurcador de caudal.*



*Regulador de caudal.*



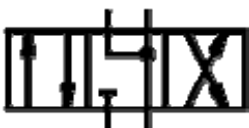
*Regulador constante de cauda.*



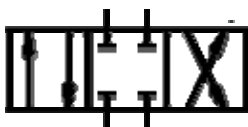
*Válvula 5/3.*



*Válvula 5/2.*



*Válvula 4/3.*



*Válvula 4/3.*



*Válvula 4/2.*



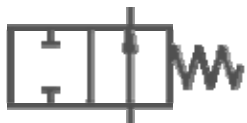
*Válvula 3/3.*



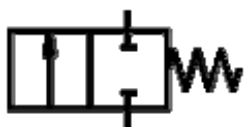
*Válvula 3/2.*



Válvula 3/2.



Válvula 2/2.

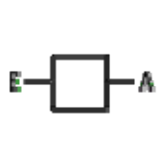


Válvula 2/2.

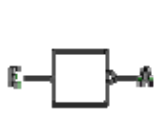
## LÓGICA

**Símbolo:**

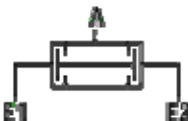
**Descripción:**



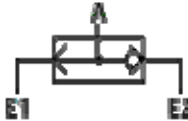
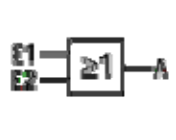
Función igualdad.



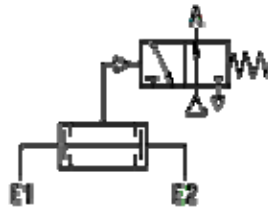
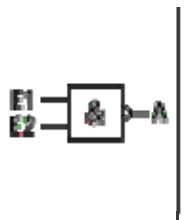
Función negación.



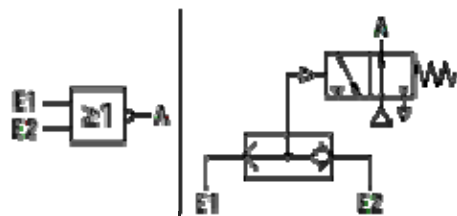
Función AND.



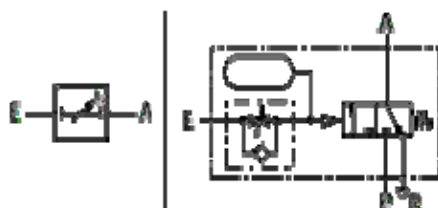
Función OR.



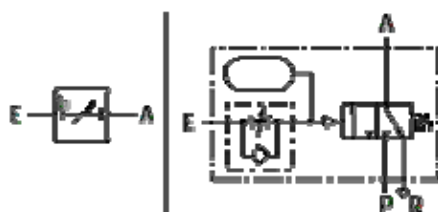
Función NAND.



Función NOR.



Temporizador a la conexión.



Temporizador a la desconexión.



Biestable.  
Memoria S-R.

## ACCIONAMIENTOS

**Símbolo:**

**Descripción:**



Enganche con enclavamiento.



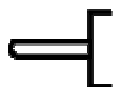
Pulsador de emergencia. Seta.



Pulsador en general.



Tirador.



*Accionamiento por leva.*



*Accionamiento por rodillo.*



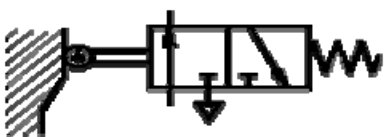
*Accionamiento por presión.*



*Accionamiento por rodillo escamoteable.*



*Electroválvula.*



*Final de carrera accionado.*



*Accionamiento por Palanca.*



*Accionamiento por Pedal*



*Retorno por muelle.*



*Electroválvula servopilotada.*



*Electroválvula servopilotada gobernable manualmente.*



*Detector neumático.*

## 8. ELECTRONEUMATICA

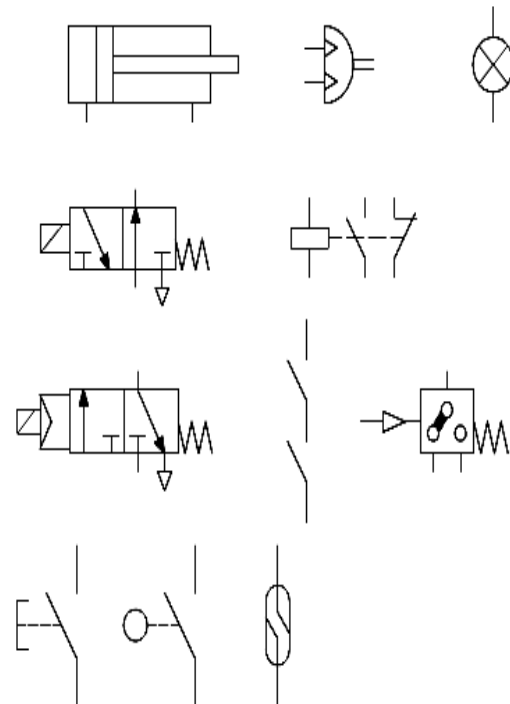
*La válvula de control accionada por solenoide combina en si misma las ventajas de dos formas de energía eléctrica y neumática. Por lo tanto, estas válvulas se usan mucho en los sistemas de control. Los sistemas de neumáticos de control en los que se usa la electricidad como medio actuador pueden denominarse sistemas electroneumáticos.*

*La energía eléctrica tiene ciertas ventajas específicas sobre las demás formas de energía para control. Por ejemplo, el flujo de electricidad se puede controlar con facilidad. Esta única propiedad por si sola hace de la energía eléctrica un contendiente muy importante para la aplicación en todos los sistemas de control, incluyendo los sistemas neumáticos. Las válvulas de control de direccion solo se controlan eléctricamente.*

*En los circuitos de control electroneumáticos comunes se usan válvulas de control accionadas por solenoide, interruptores limitadores, relevadores de corriente continua de 24 VDC.*

### ESTRUCTURA DE UN SISTEMA ELECTRONEUMATICO

|                             |
|-----------------------------|
| <b>ACTUADORES</b>           |
| Cilindros Neumáticos        |
| Actuadores Rotativos        |
| Pilotos, Zumbadores         |
| <b>ELEMENTOS DE CONTROL</b> |
| Electroválvulas             |
| Relés                       |
| <b>PROCESADORES</b>         |
| Electroválvulas             |
| Relés                       |
| Convertidores E / P         |
| <b>SENSORES</b>             |
| Pulsadores                  |
| Finales de Carrera          |
| Sensores de Proximidad      |



## INTERRUPTORES SIN CONTACTO

- Contacto de cierre (normalmente abierto)  
NO = Normally Open



- Contacto de apertura (normalmente cerrado)  
NC = Normally Closed



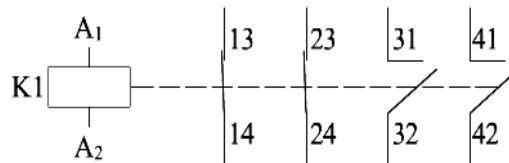
- Contacto múltiple o conmutador. (NO - NC)



## RELES

*El rele es un interruptor de accionamiento electromagnético que encuentra aplicación fundamental en el campo de las tensiones y corrientes bajas.*

*Son elementos que conmutan y controlan con poca energía. Los relés son utilizados principalmente en técnicas de transmisión de señales.*



Los relés son denominados **K1, K2, K3, ..., Kn.**

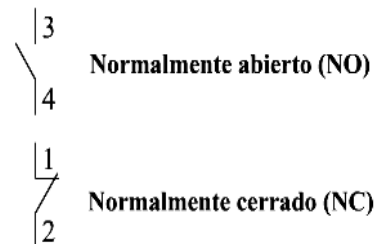
El significado de las cifras es el siguiente  
**1ª cifra**

Las conexiones eléctricas (en la bobina) se llaman ..... **A1 y A2**

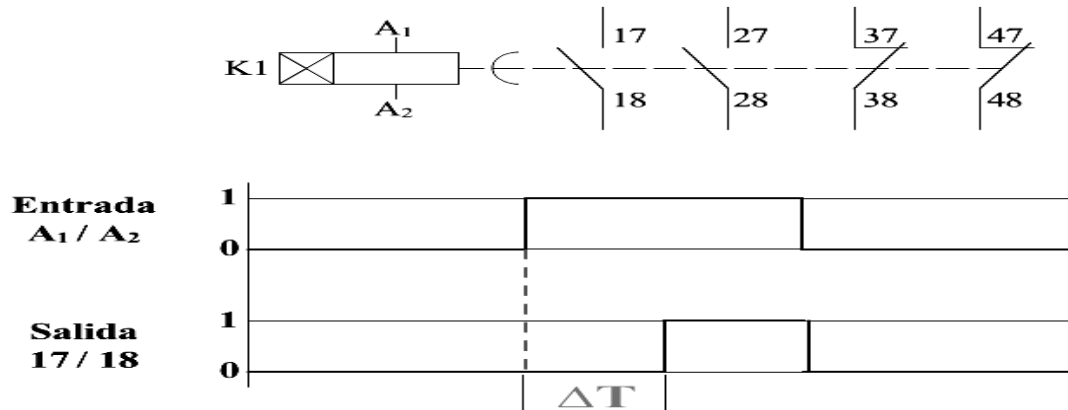
Numeración correlativa de los contactos ..... **1, 2, 3, ..., n.**

**2ª cifra**

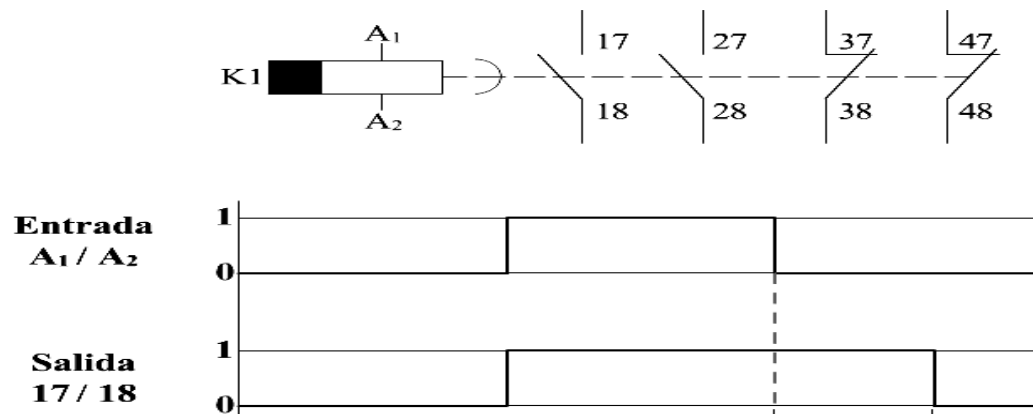
El relé (del símbolo) tiene dos contactos NO y dos NC, así mismo se utilizan los números ..... **1, 2, 3, ..., n.**



### TEMPORIZADOR CON RETARDO A LA CONEXIÓN



### TEMPORIZADOR CON RETARDO A LA DESCONEXION



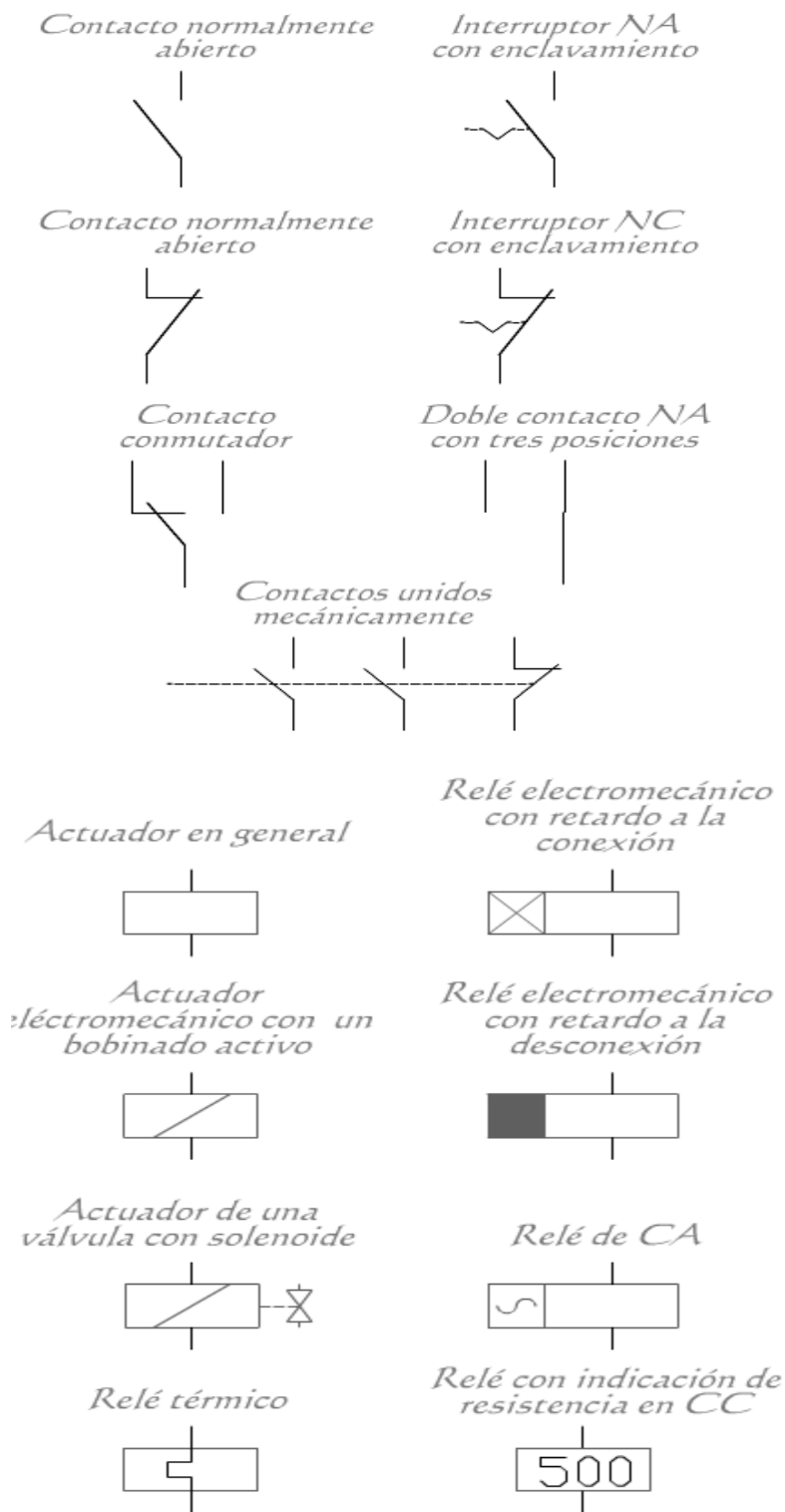
### VALVULAS MONOESTABLES Y BIESTABLES

El control de los estados de conmutación de las válvulas es muy importante en los circuitos de control, sobre todo en aquellos con varios actuadores. Por ello es importante comprender las características de conmutación que nos permiten tener efectividad en los circuitos electroneumáticos.

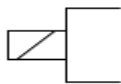
Las válvula monoestables no tiene memoria, pero las biestables si.



## SIMBOLOGIA ISO 1219



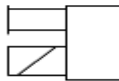
*Solenoide con un bobinado*



*Doble solenoide*



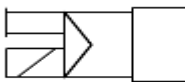
*Doble solenoide*



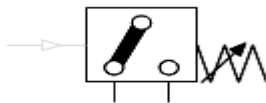
*Solenoide con retorno por muelle*



*Solenoide con servo y accionamiento manual*



*Convertidor neumático - eléctrico*



*Corriente continua*



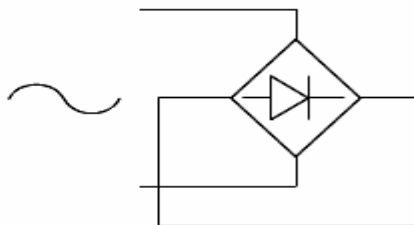
*Corriente alterna*



*Batería*



*Rectificador*



*Transformador con dos bobinados separados*

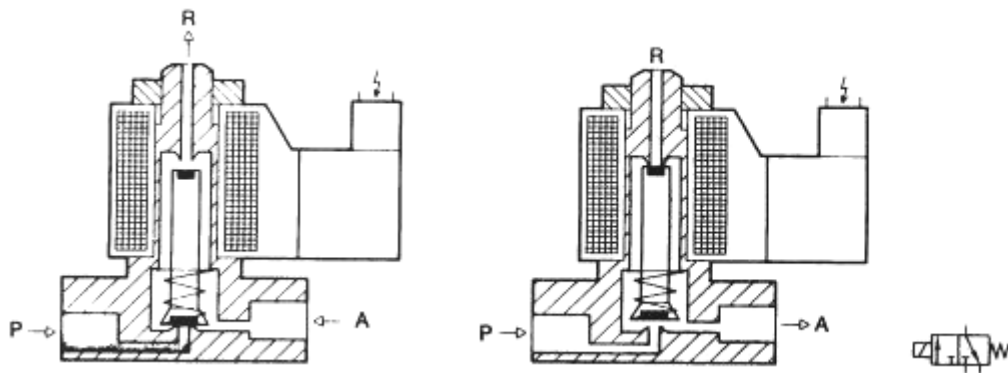


## **Electroválvulas (válvulas electromagnéticas)**

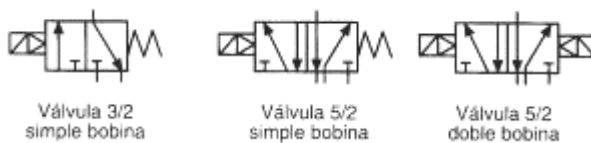
Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)



Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas,



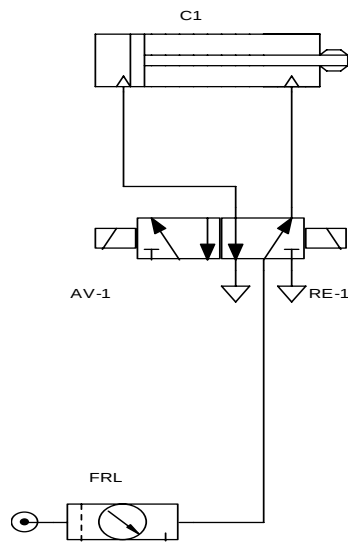
**Electroválvulas de doble solenoide.** Existen válvulas que poseen dos bobinas y cuyo funcionamiento es similar a los flip-flops electrónicos. Con este sistema, para que la válvula vaya de una posición a la otra basta con aplicar un pequeño pulso eléctrico a la bobina que está en la posición opuesta. Allí permanecerá sin importar que dicha bobina siga energizada y hasta que se aplique un pulso en la bobina contraria. La principal función en estos sistemas es la de "memorizar" una señal sin que el controlador esté obligado a tener permanentemente energizada la bobina.

## MANDOS ELECTRONEUMATICOS

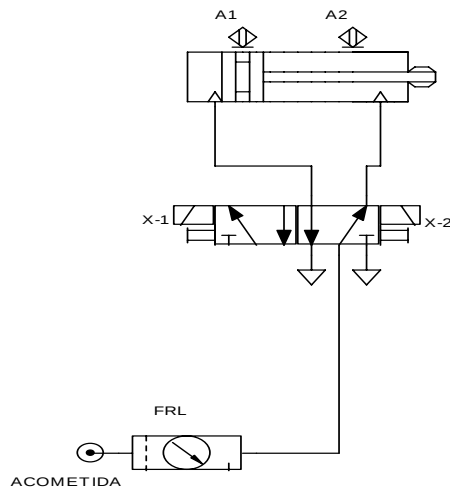
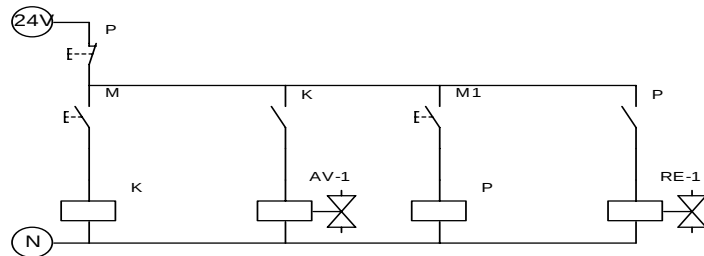
La combinación de la electricidad con la neumática.

Los respectivos circuitos electroneumáticos se verificara en el simulador Automación Studio 3.5, FluidSIM 3.6

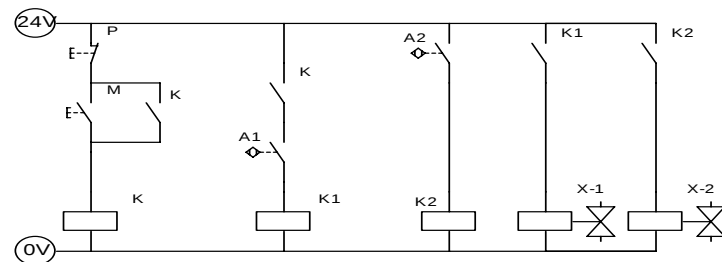
- Es recomendable que se lea sobre los detectores de proximidad, sensores magnéticos, etc



CIRCUITO ELECTRONEUMATICO BASICO  
VALVULA 5V/2P CON ACCIONAMINEYO ELECTRICO  
MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO  
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL  
ELABORADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES

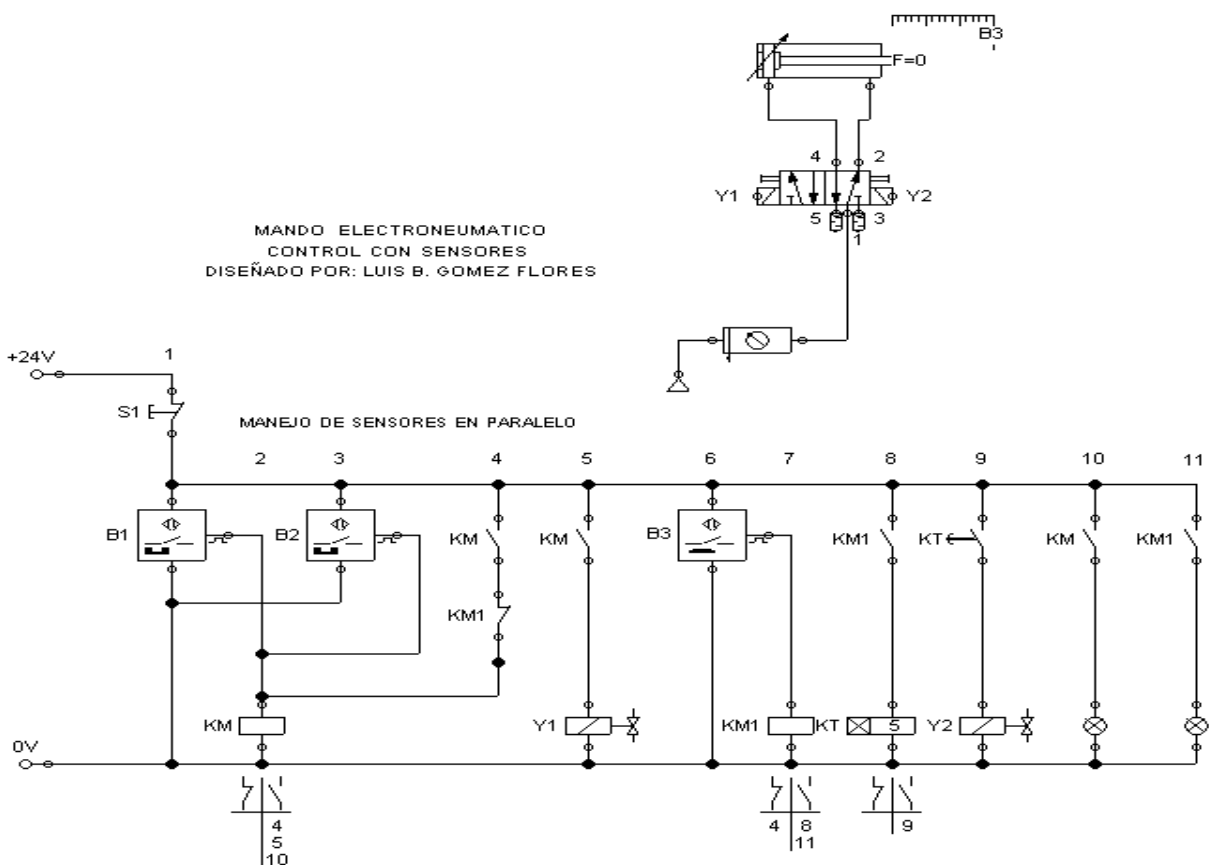
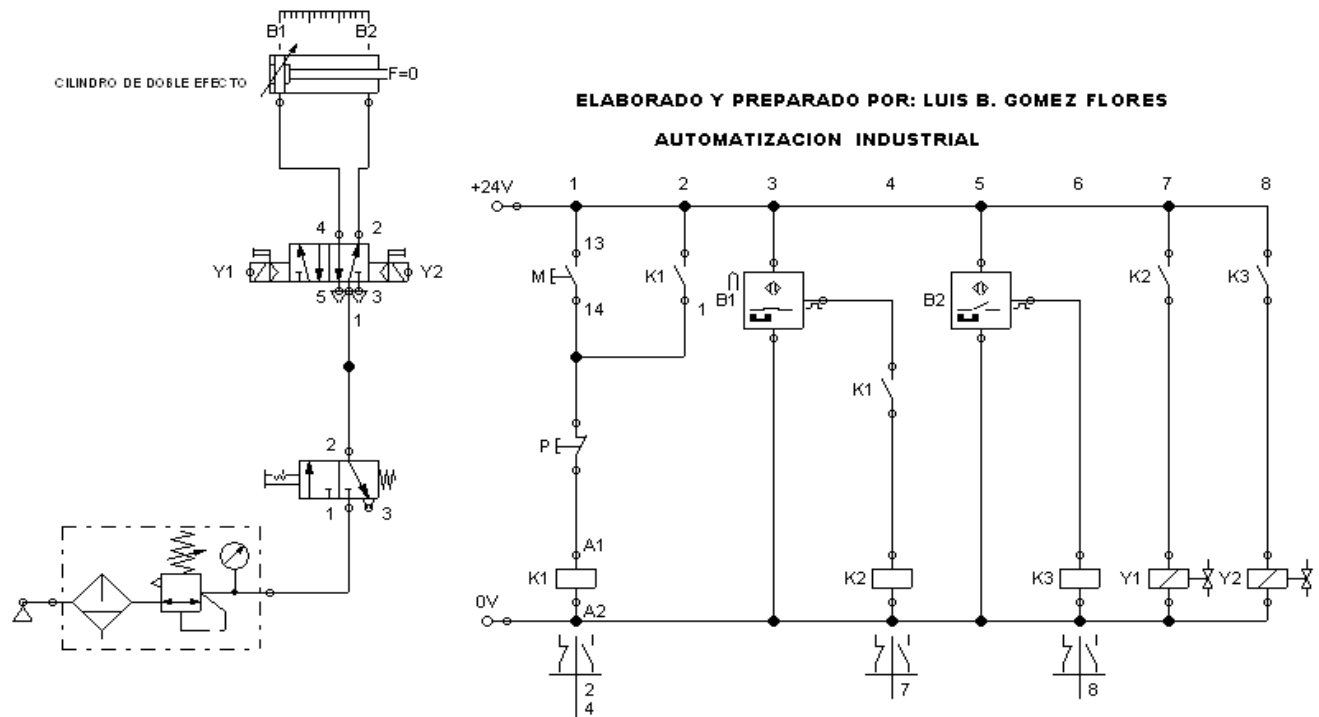


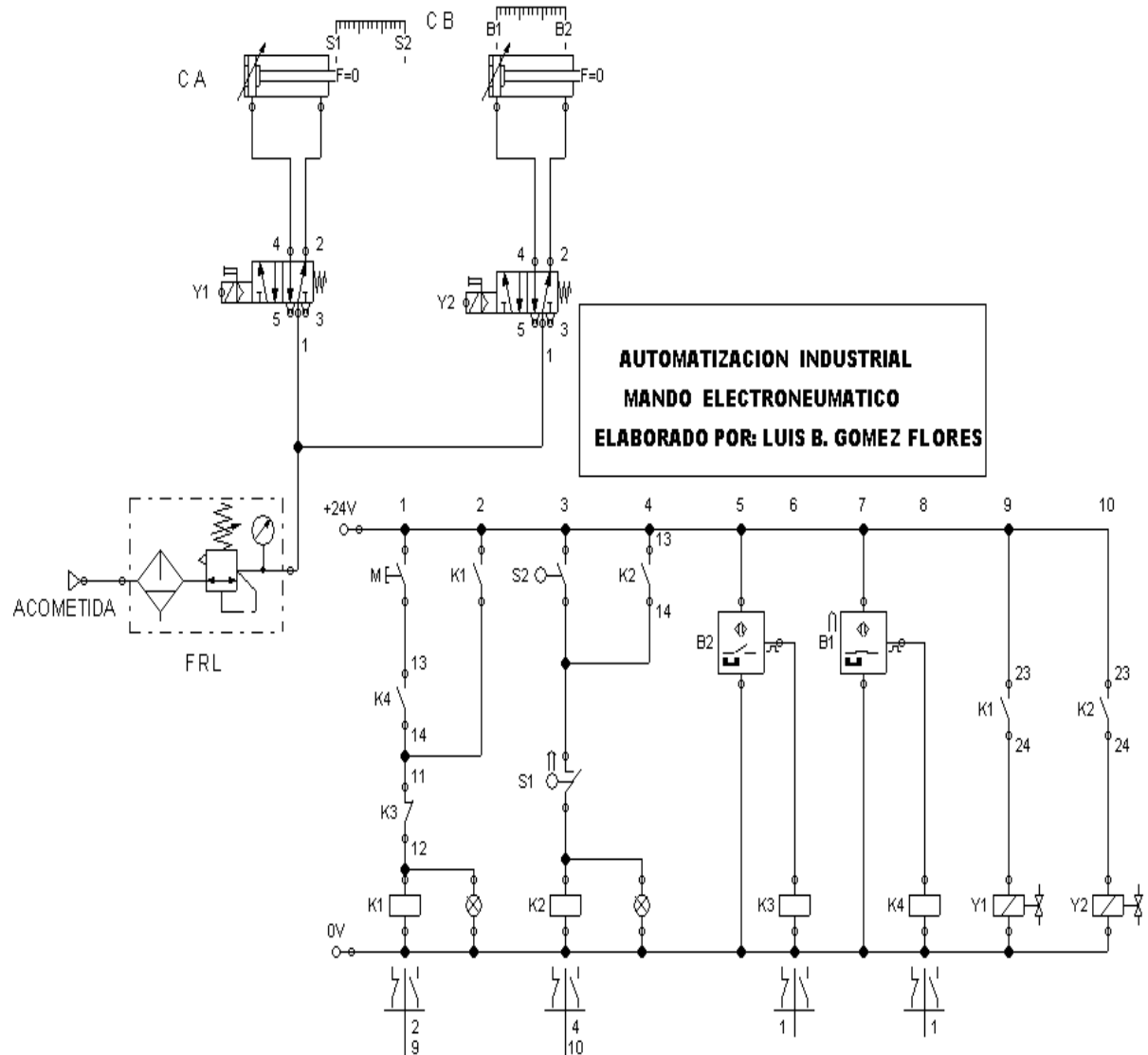
CIRCUITO N°2  
SON DETECTORES DE PROXIMIDAD MAGNETICOS  
MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO  
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL ETM-392  
ELEBORADO Y PREPARADO POR:  
LUIS B. GOMEZ FLORES





**MOVIMIENTO VAIVEN DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON MANDO ELECTRONEUMATICO CON SENSORES MAGNETICOS**





## 9. AUTOMATISMOS NEUMATICOS SECUENCIALES

Para conseguir un automatismo se debe realizar la secuencia de los movimientos de los órganos de trabajo (elementos de potencia) estableciendo la sucesión ordenada de los movimientos que deben realizar dichos elementos.

### Diagrama de Movimientos

Se pueden representar los procesos y estados de los elementos de trabajo en función del orden cronológico de las fases, o bien el orden de estas fases, pero teniendo en cuenta el tiempo que tarda en realizar cada una de ellas.

### Diagrama espacio-fase

Sobre los ejes de coordenadas se representan:

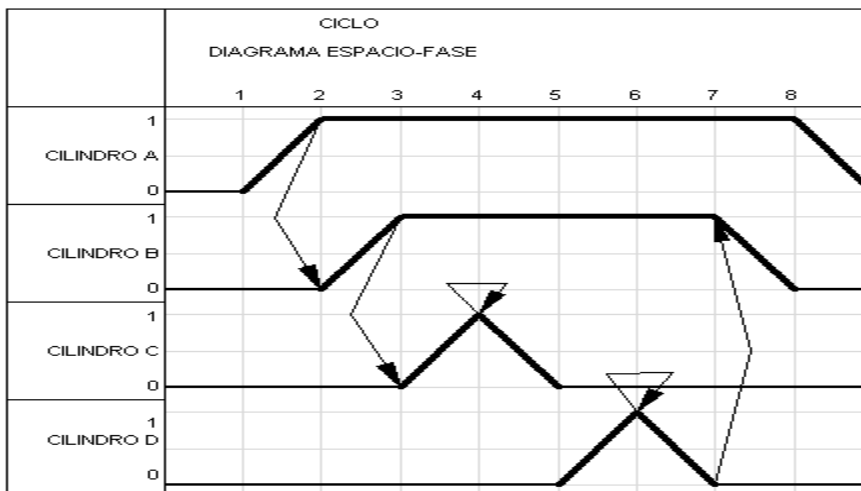
- En el eje de las abscisas las fases
- En el eje de las ordenadas la longitud de la carrera

Si en el circuito interviene mas de un cilindro, se trazan los diagramas correspondientes a cada uno de ellos, uno debajo del otro, atendiendo al orden de funcionamiento, con lo que se puede visualizar fácilmente la posición de los cilindros en cada fase.

**El estado + representa vástago extendido**

**El estado - representa vástago retraído**

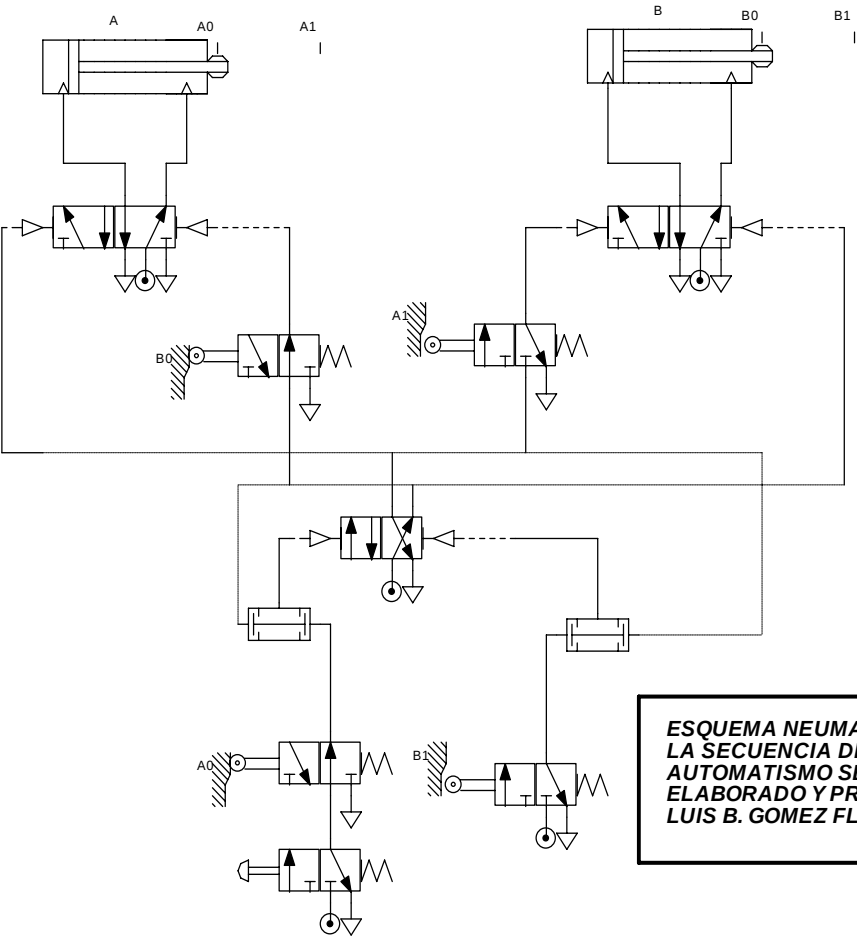
Sea: la secuencia de movimientos **A+B+C+C-D+D-A-** realice el diagrama espacio fase.



Sea la secuencia de movimientos A+B+B-A-, elabore el diagrama espacio-fase y diseñe el circuito de control neumático para dicha secuencia.

**Solucion:**

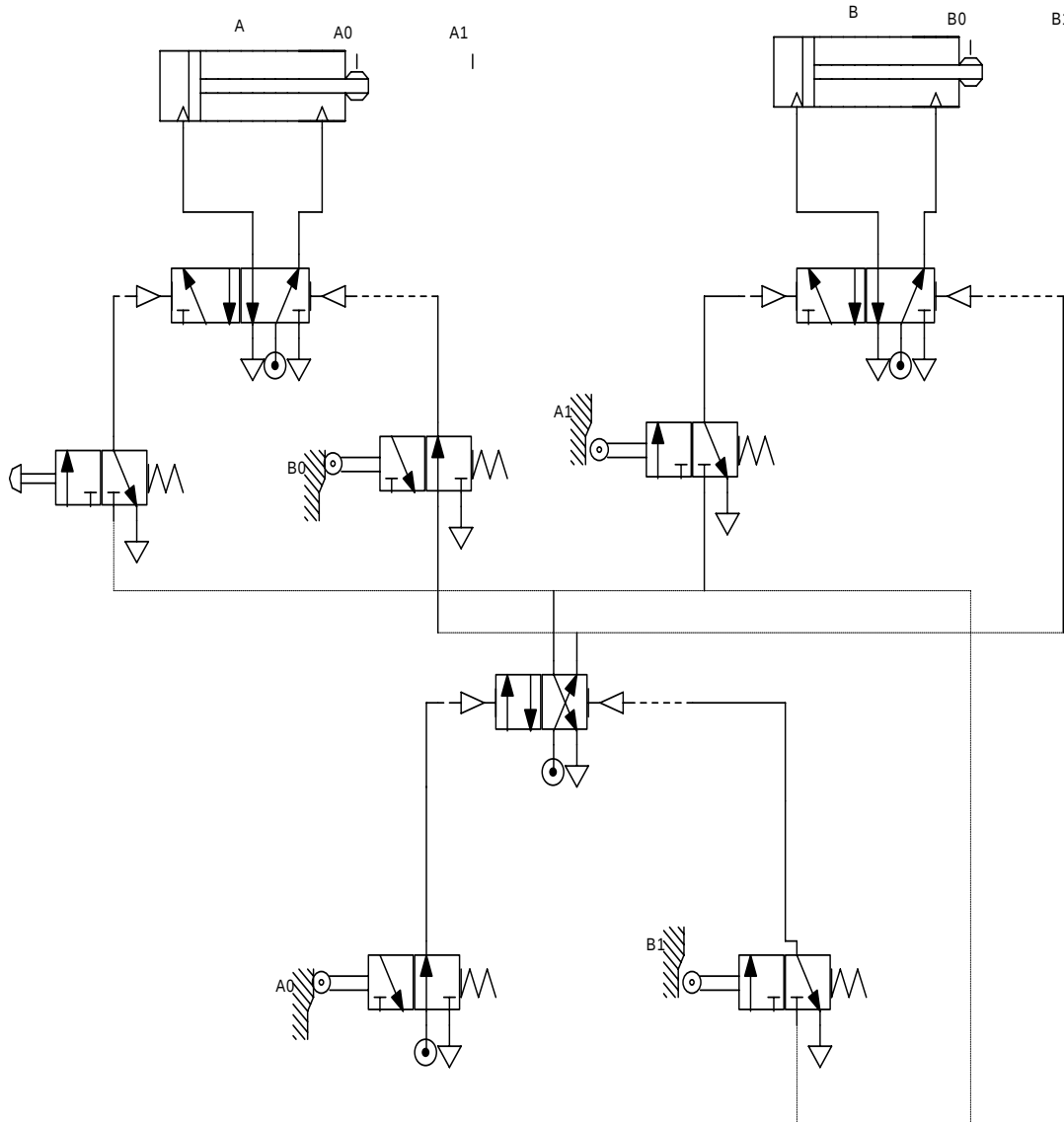
|  |     |                        |                       |       |   |   |   |   |
|--|-----|------------------------|-----------------------|-------|---|---|---|---|
|  | No. | DETECTORES DE POSICION | DIAGRAMA ESPACIO-FASE |       |   |   |   |   |
|  |     | Pos.                   |                       | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | A   |                        | a1                    | Start |   |   |   |   |
|  |     |                        | a0                    |       |   |   |   |   |
|  | B   |                        | b1                    |       |   |   |   |   |
|  |     |                        | b0                    |       |   |   |   |   |



ESQUEMA NEUMATICO N°1  
LA SECUENCIA DE MOVIMIENTOS A+B+B-A-  
AUTOMATISMO SECUENCIAL NEUMATICO  
ELABORADO Y PREPARADO POR:  
LUIS B. GOMEZ FLORES

## **CIRCUITOS NEUMATICOS SECUENCIALES**

*En los siguientes ejemplos se muestra como se elabora el diseño del circuito de control neumático a base de la secuencia de movimientos.*



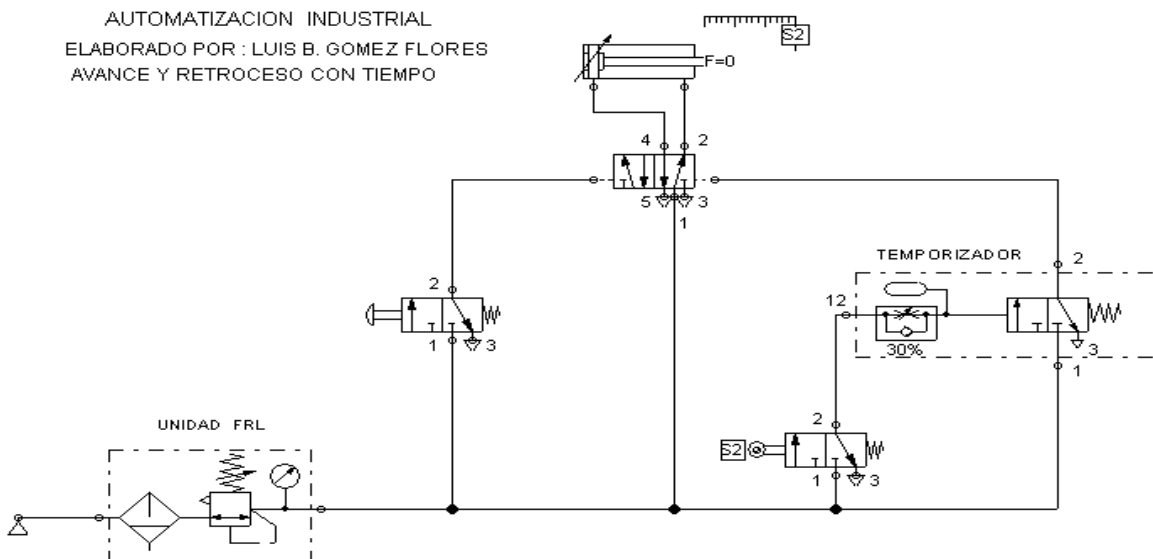
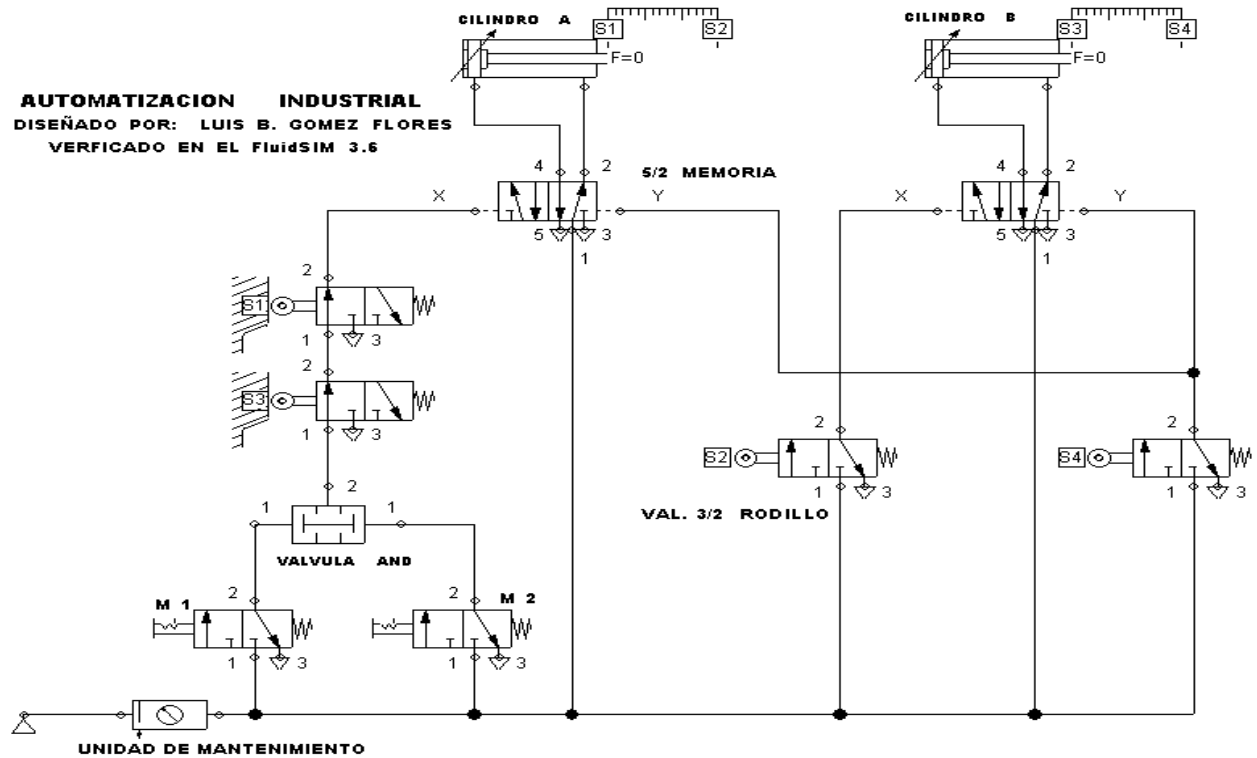
**ESQUEMA NEUMATICO N°2**  
**LA SECUENCIA DE MOVIMIENTOS A+B+B-A-**  
**AUTOMATISMO SECUENCIAL NEUMATICO**  
**ELABORADO Y PREPARADO POR:**  
**LUIS B. GOMEZ FLORES**  
**UMSA**

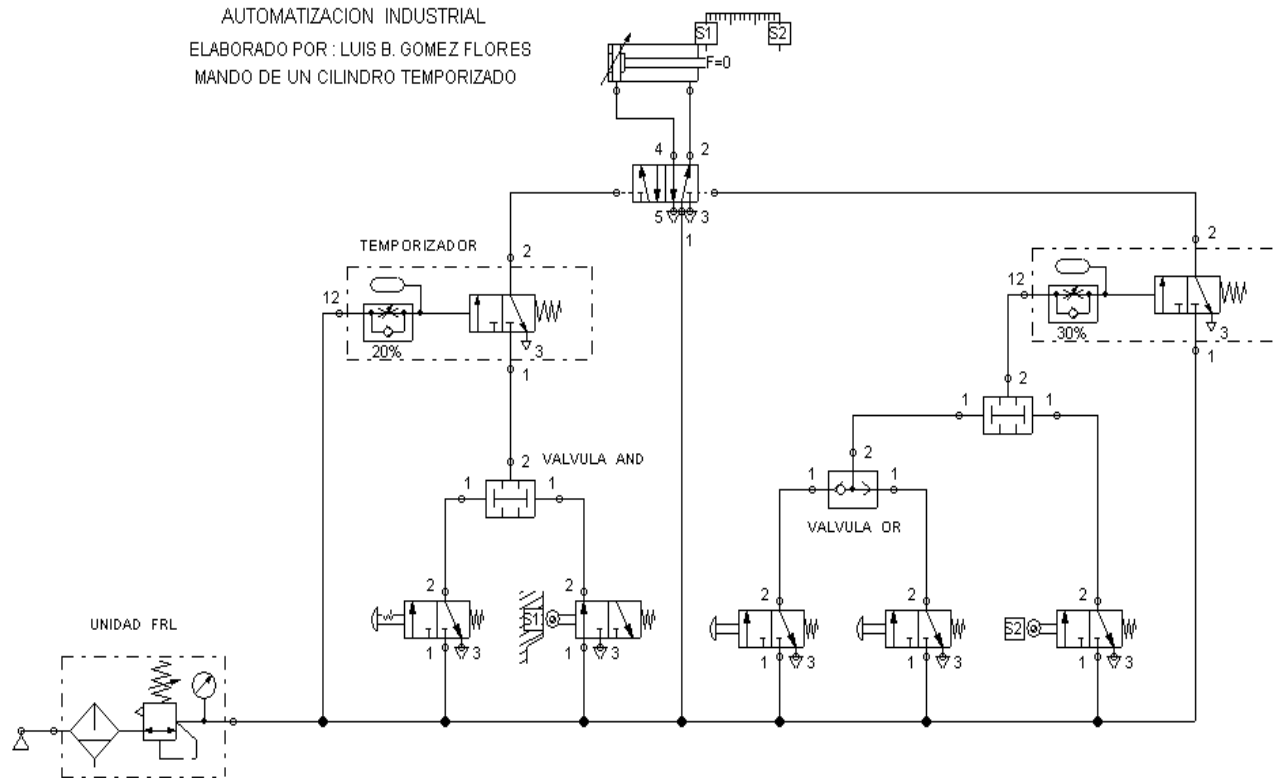
o

## MANDOS NEUMATICOS SECUENCIALES

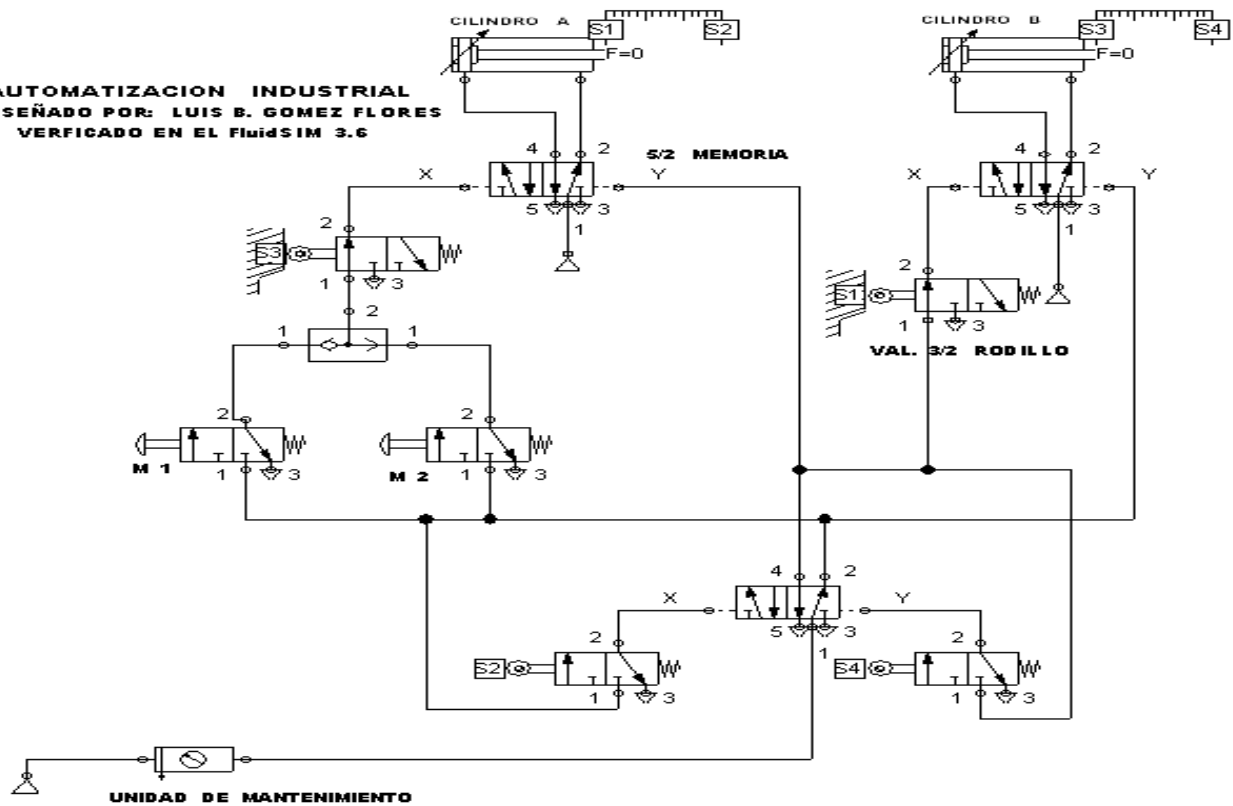
En los siguientes circuitos neumáticos realice lo siguiente:

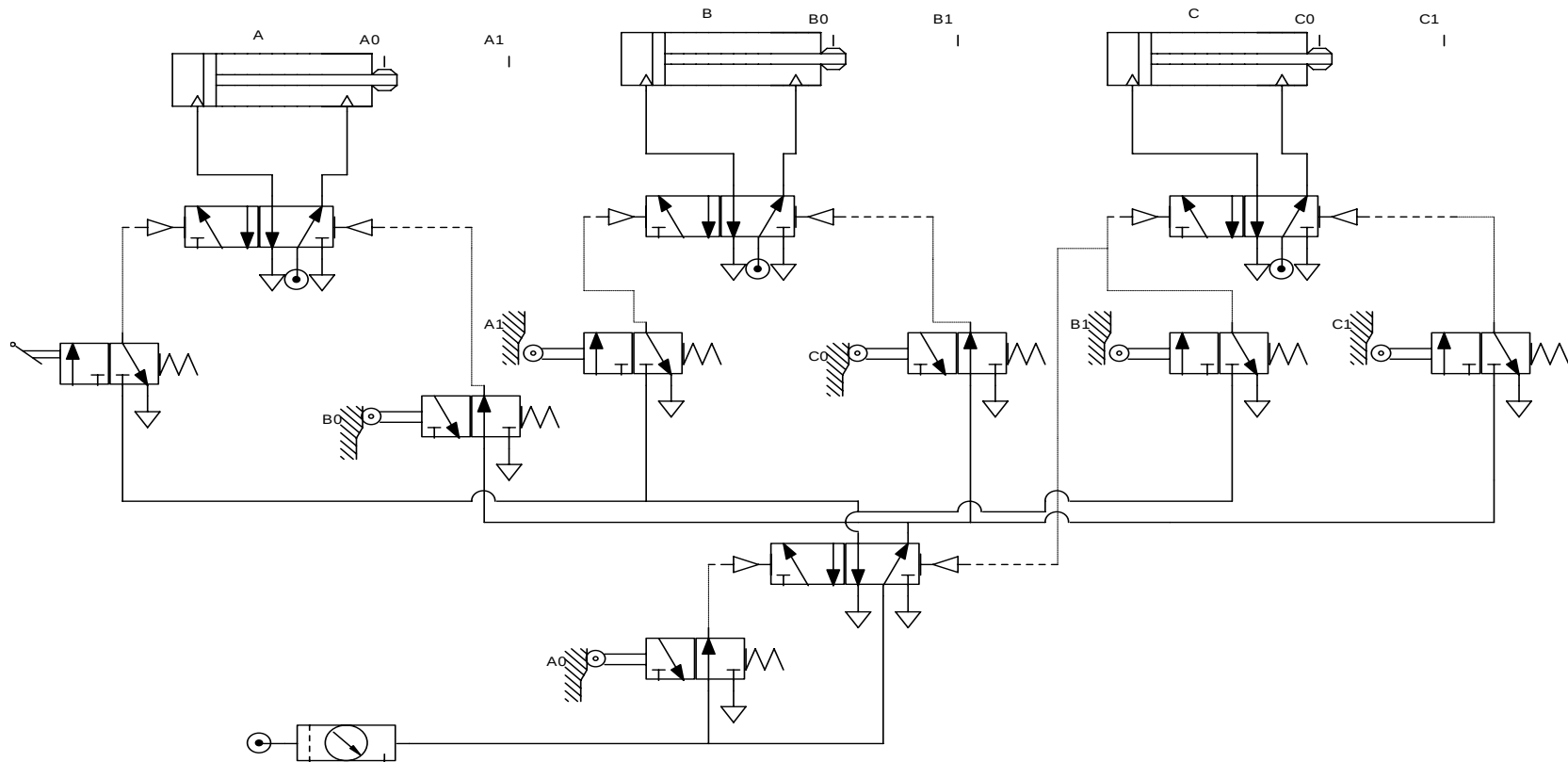
- Identifique los dispositivos
- Realice el diagrama de funcionamiento
- Explique el ciclo de funcionamiento
- De sus conclusiones



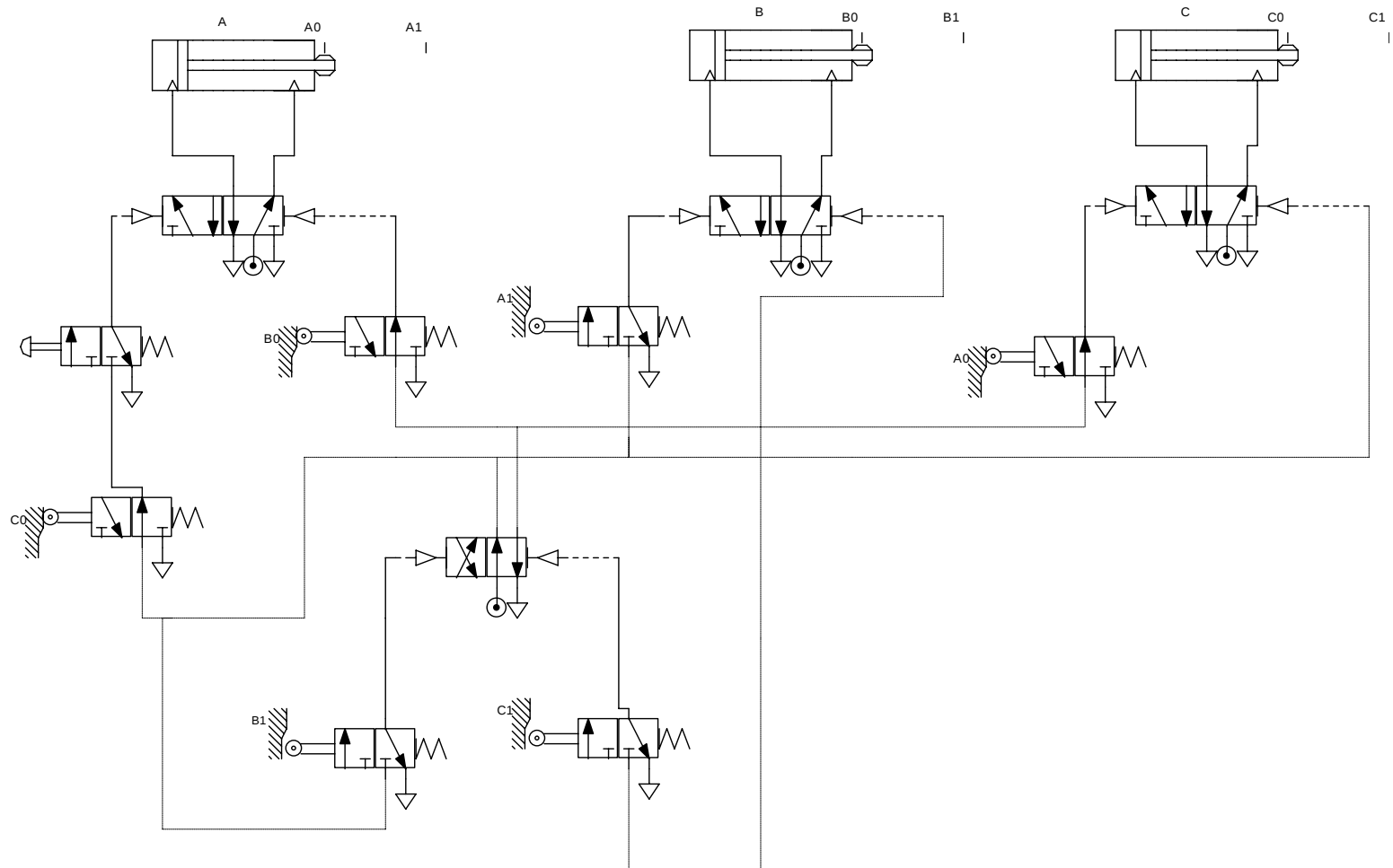


**AUTOMATIZACION INDUSTRIAL**  
**DISEÑADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES**  
**VERIFICADO EN EL FluidSIM 3.6**

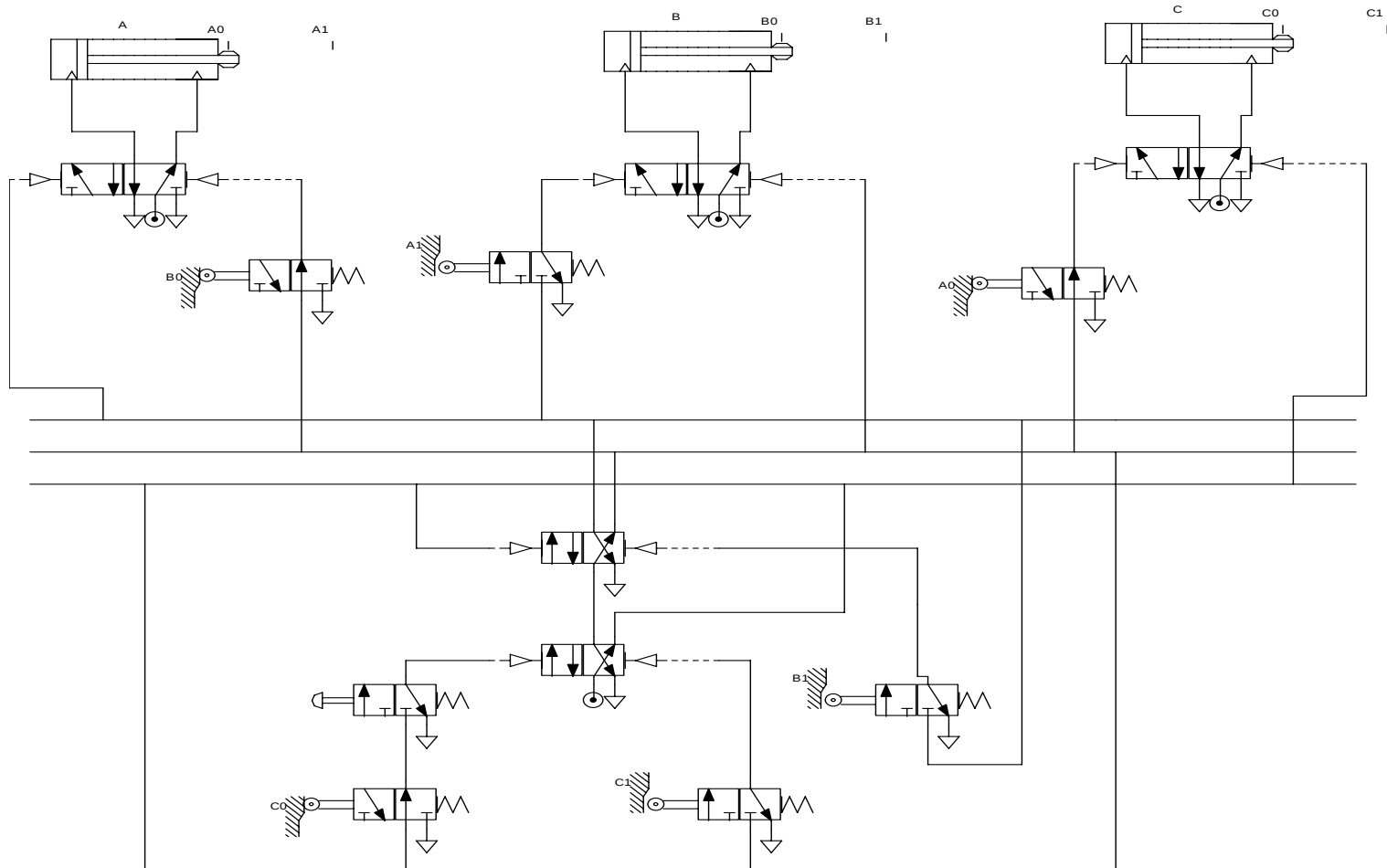




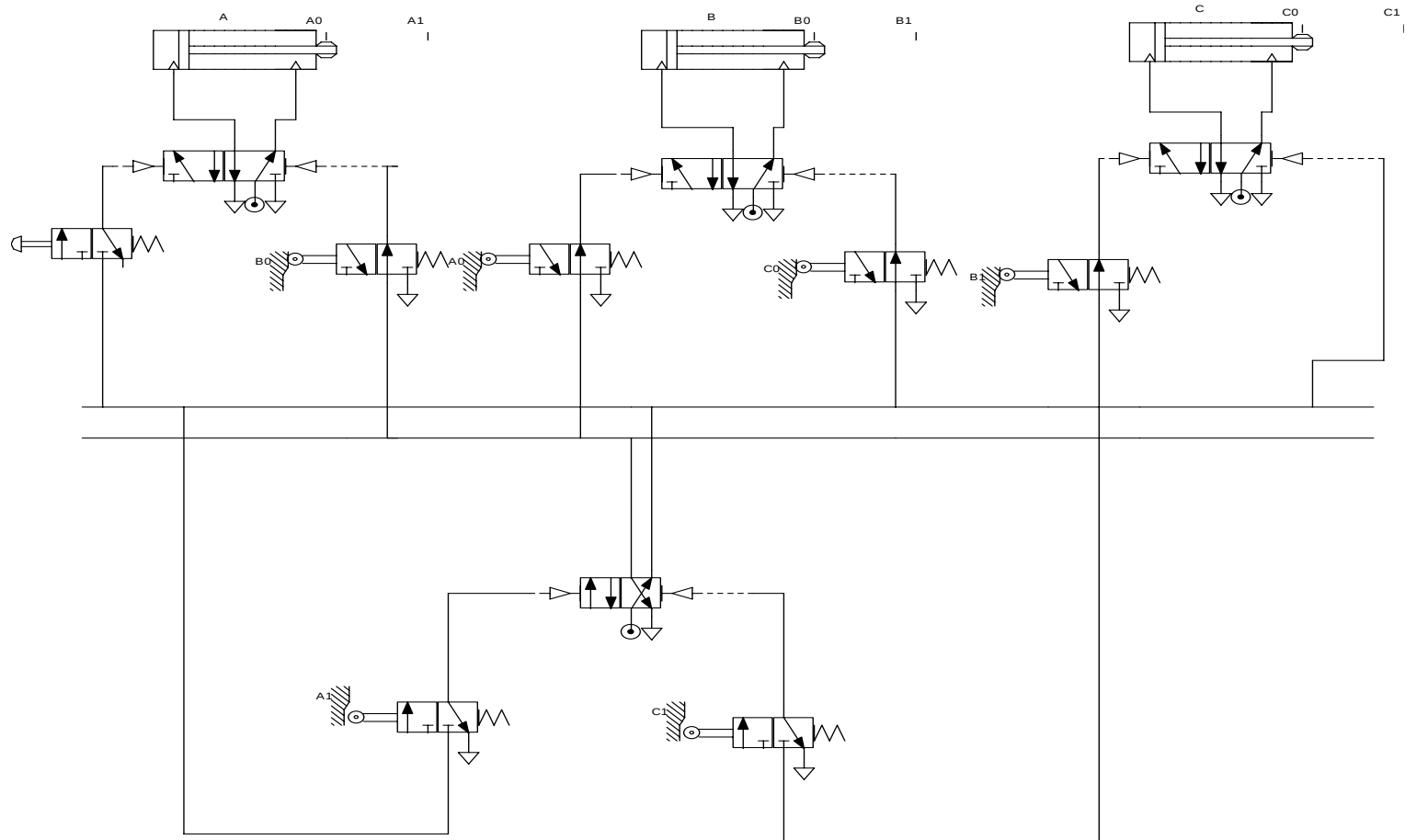
**AUTOMATISMO NEUMATICO SECUENCIAL  
MANDO DE TRES CILINDROS DE DOBLE EFECTO  
MANDO SECUENCIAL  
AUTOMATIZACION NEUMATICA  
ELABORADO Y PREPARADO POR:  
LUIS B. GOMEZ FLORES**



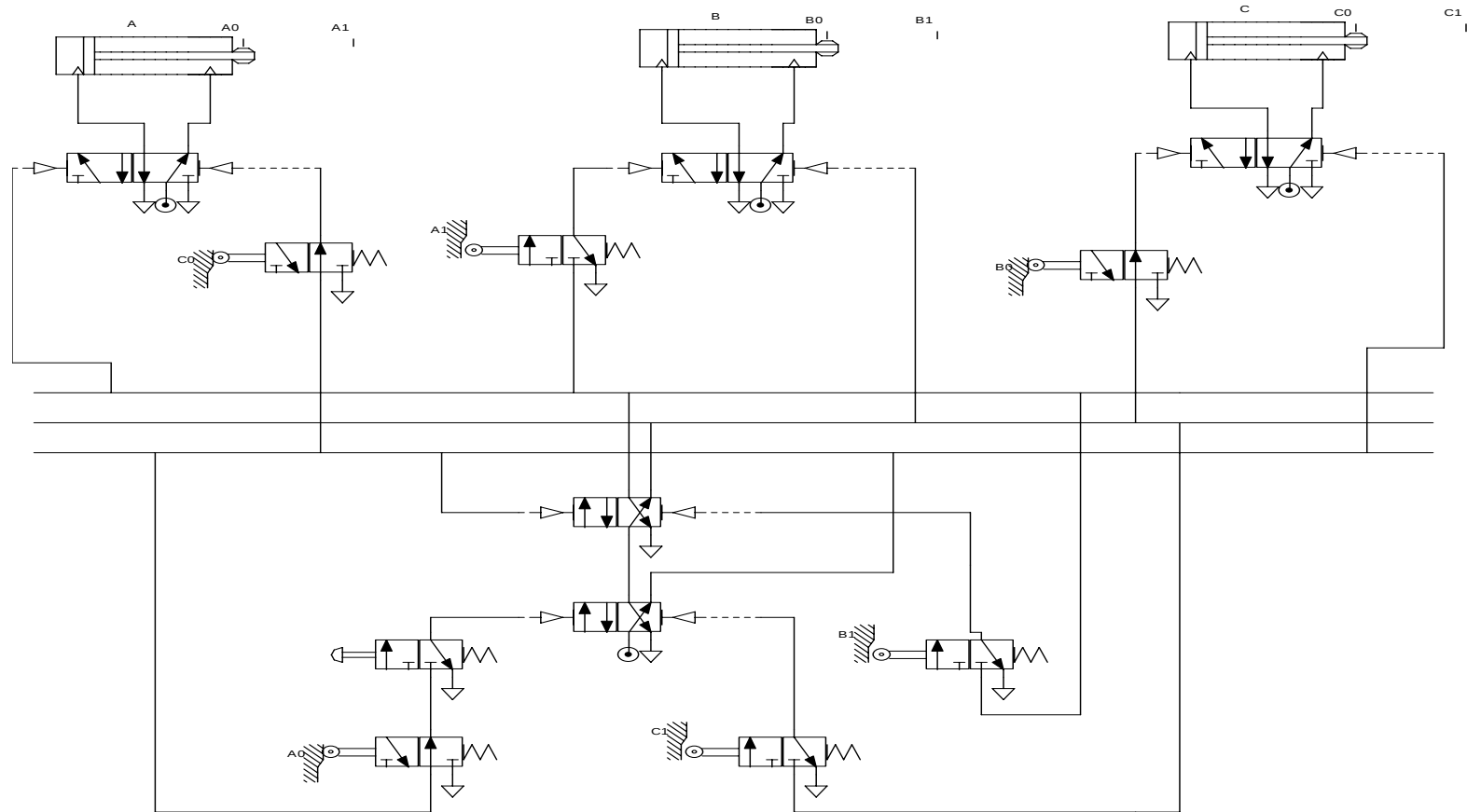
**ESQUEMA NEUMATICO N°3**  
**LA SECUENCIA DE MOVIMIENTOS ES A+B-B-A-C+C-**  
**AUTOMATISMO SECUENCIAL NEUMATICO**  
**ELABORADO Y PREPARADO POR:**  
**LUIS B. GOMEZ FLORES**  
**UMSA**



**ESQUEMA NEUMATICO N°4  
METODO EN CASCADA CON TRES LINEAS  
LA SECUENCIA DE MOVIMIENTOS ES A+B+B-A-C+C-  
AUTOMATISMO SECUENCIAL NEUMATICO  
ELABORADO Y PREPARADO POR:  
LUIS B. GOMEZ FLORES  
UMSA**



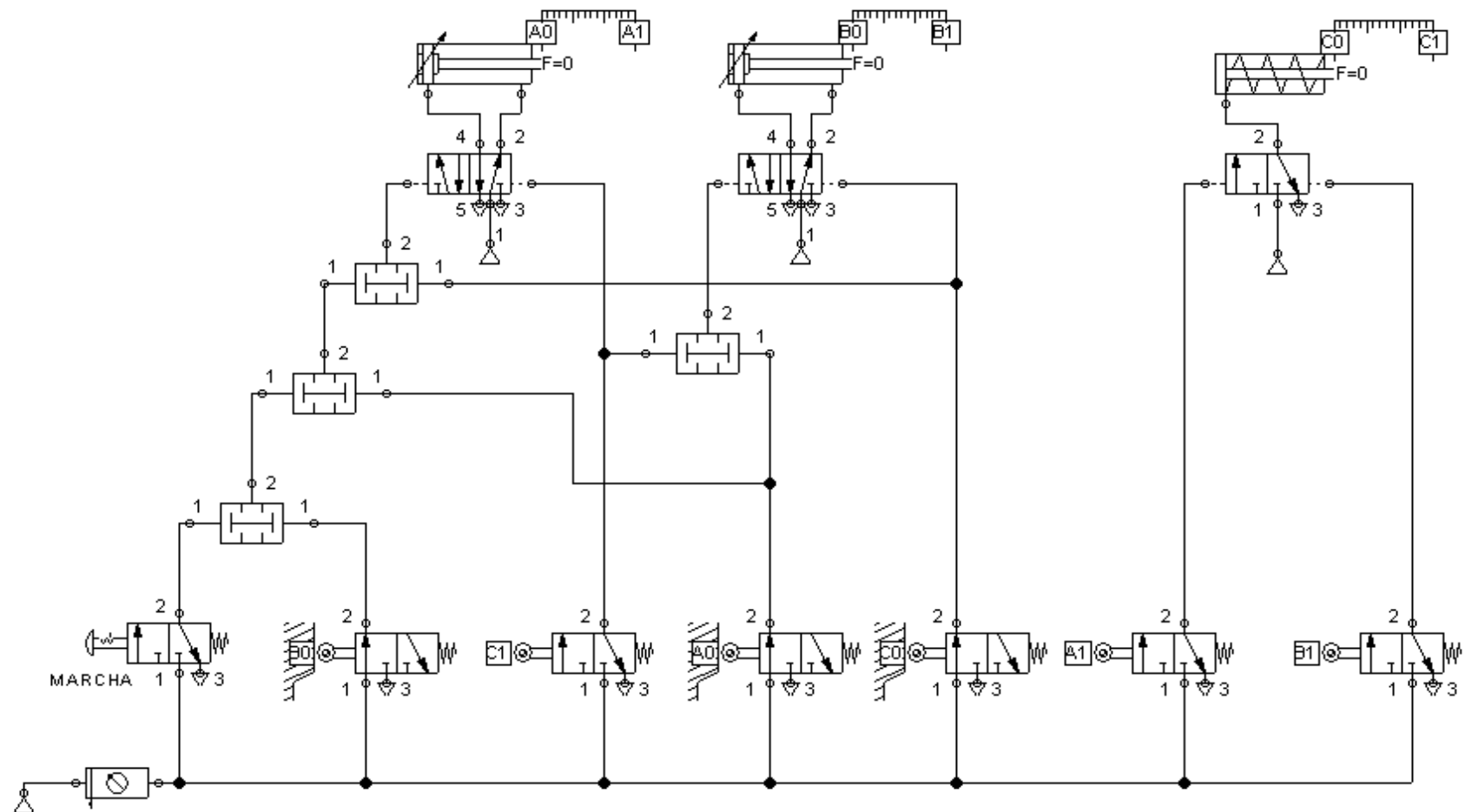
**ESQUEMA NEUMATICO N°6  
METODO EN CASCADA CON DOS LINEAS  
LA SECUENCIA DE MOVIMIENTOS ES A+A-B+C+C-B-  
AUTOMATISMO SECUENCIAL NEUMATICO  
ELABORADO Y PREPARADO POR:  
LUIS B. GOMEZ FLORES**

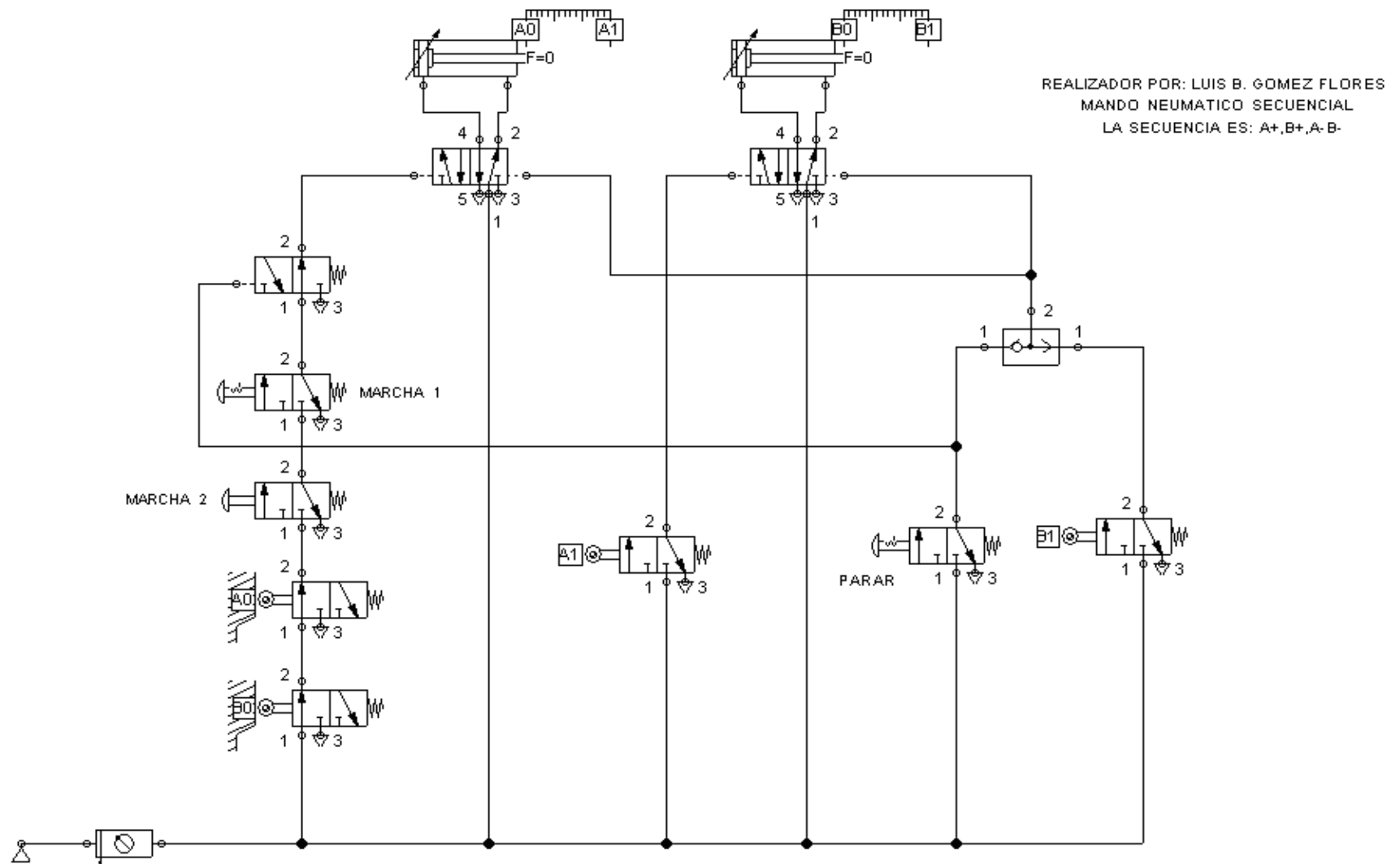


**ESQUEMA NEUMATICO N°5  
METODO EN CASCADA CON TRES LINEAS DE PRESION  
LA SECUENCIA DE MOVIMIENTOS ES A+B+B-C+C-A-  
AUTOMATISMO SECUENCIAL NEUMATICO  
ELABORADO Y PREPARADO POR:  
LUIS B. GOMEZ FLORES**

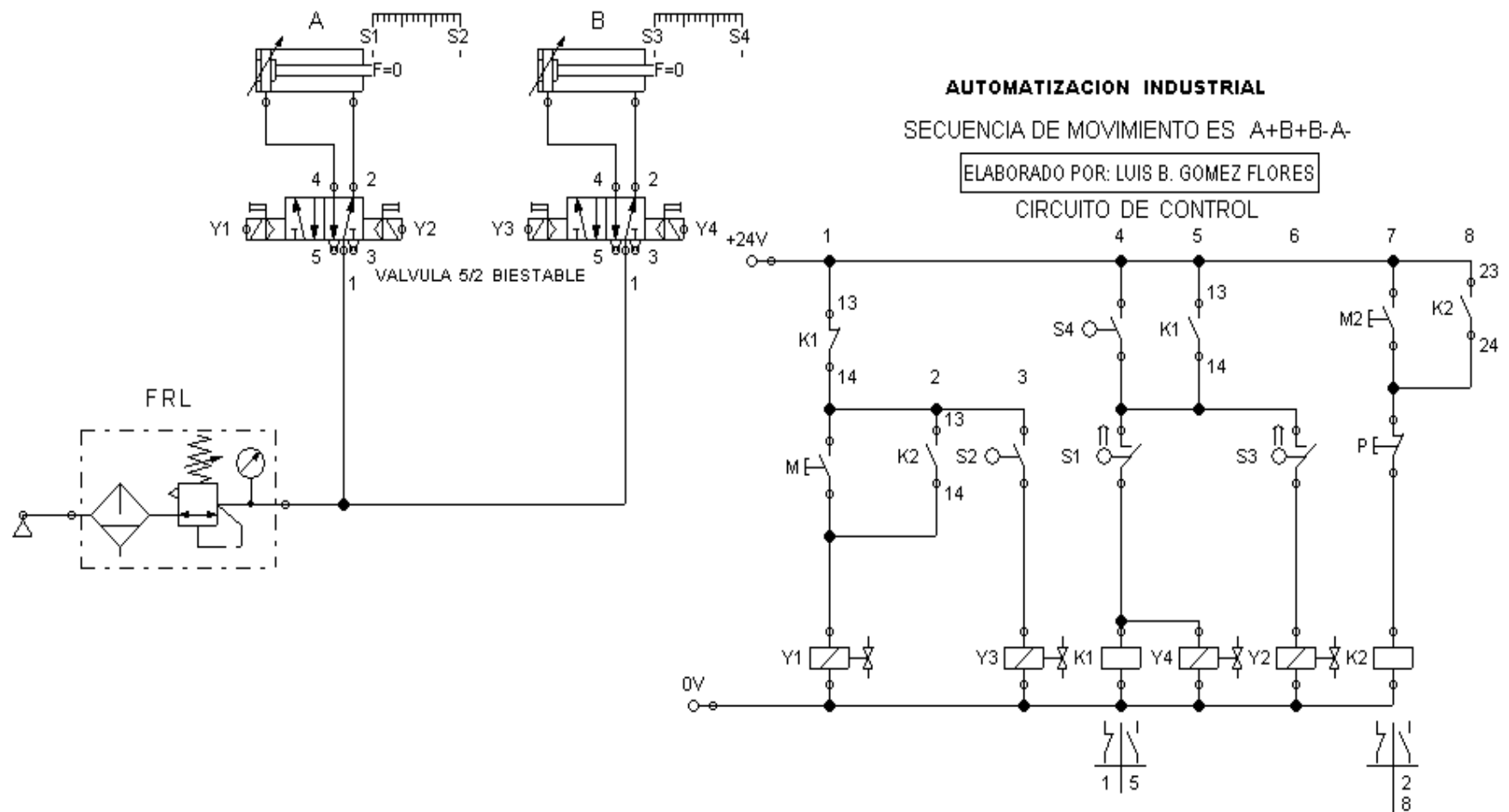
REALIZADO POR: LUIS B. GOMEZ FLORES

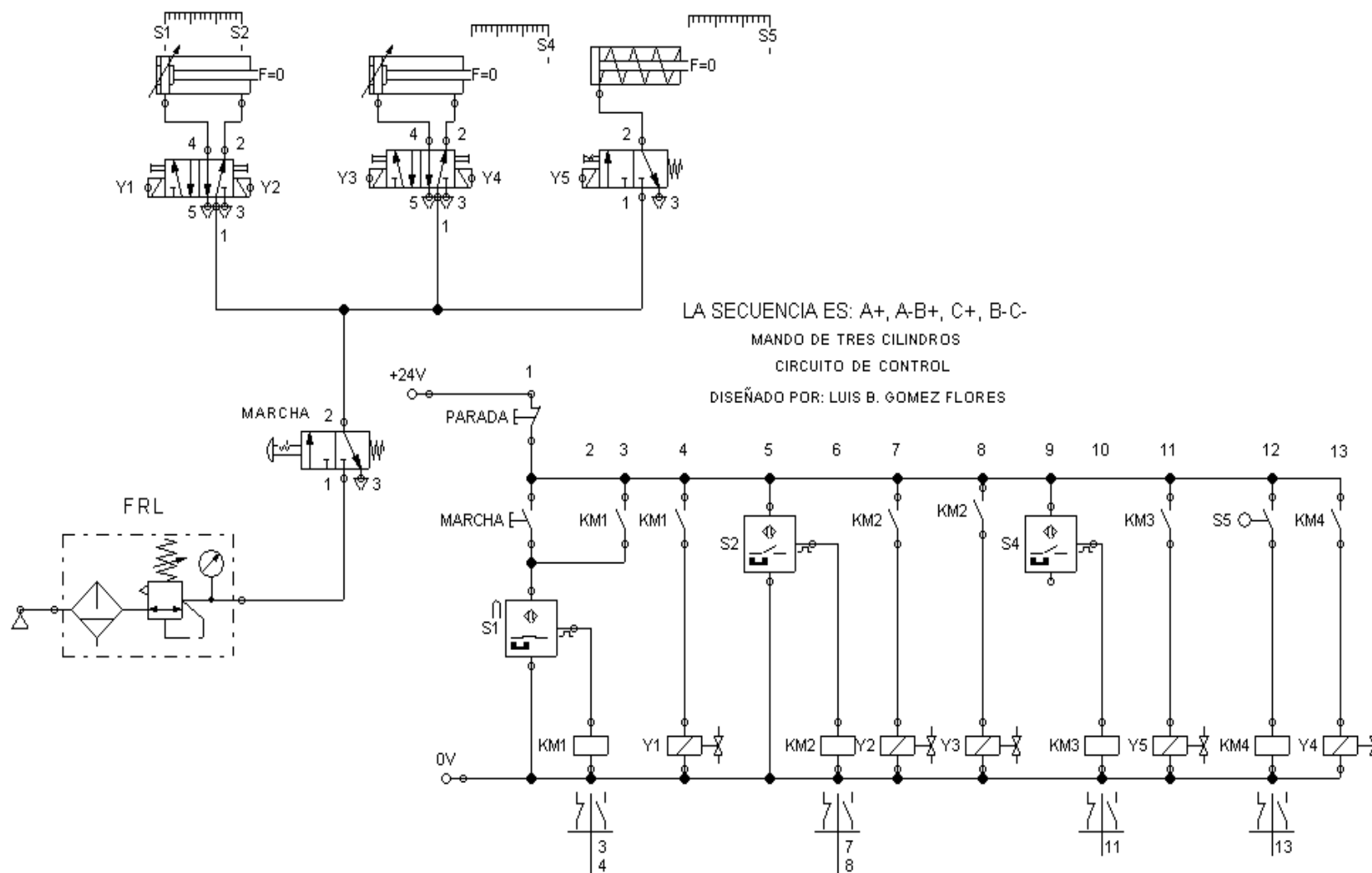
LA SECUENCIA ES : A+,C+,A-,B+,C-,B-

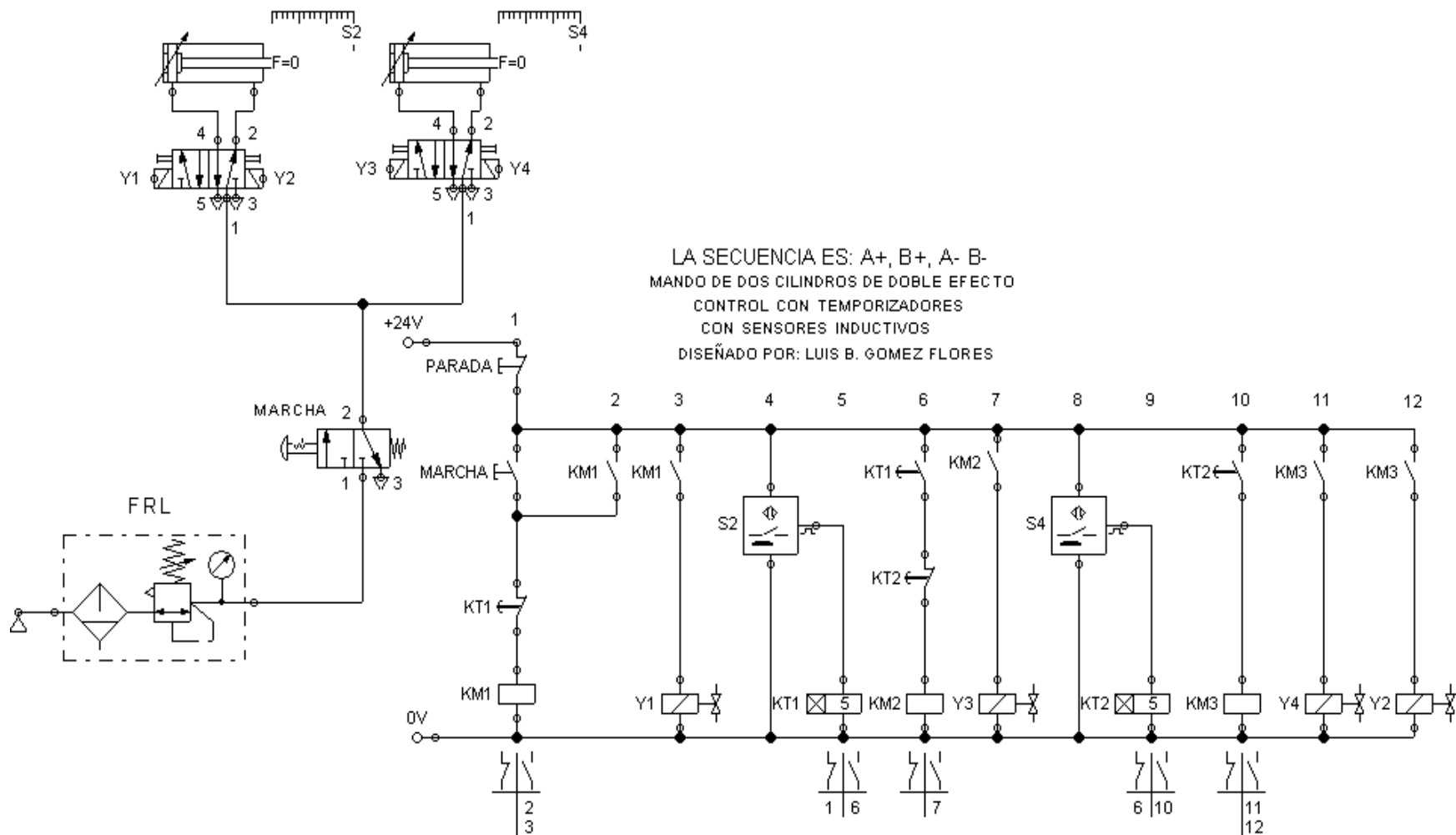


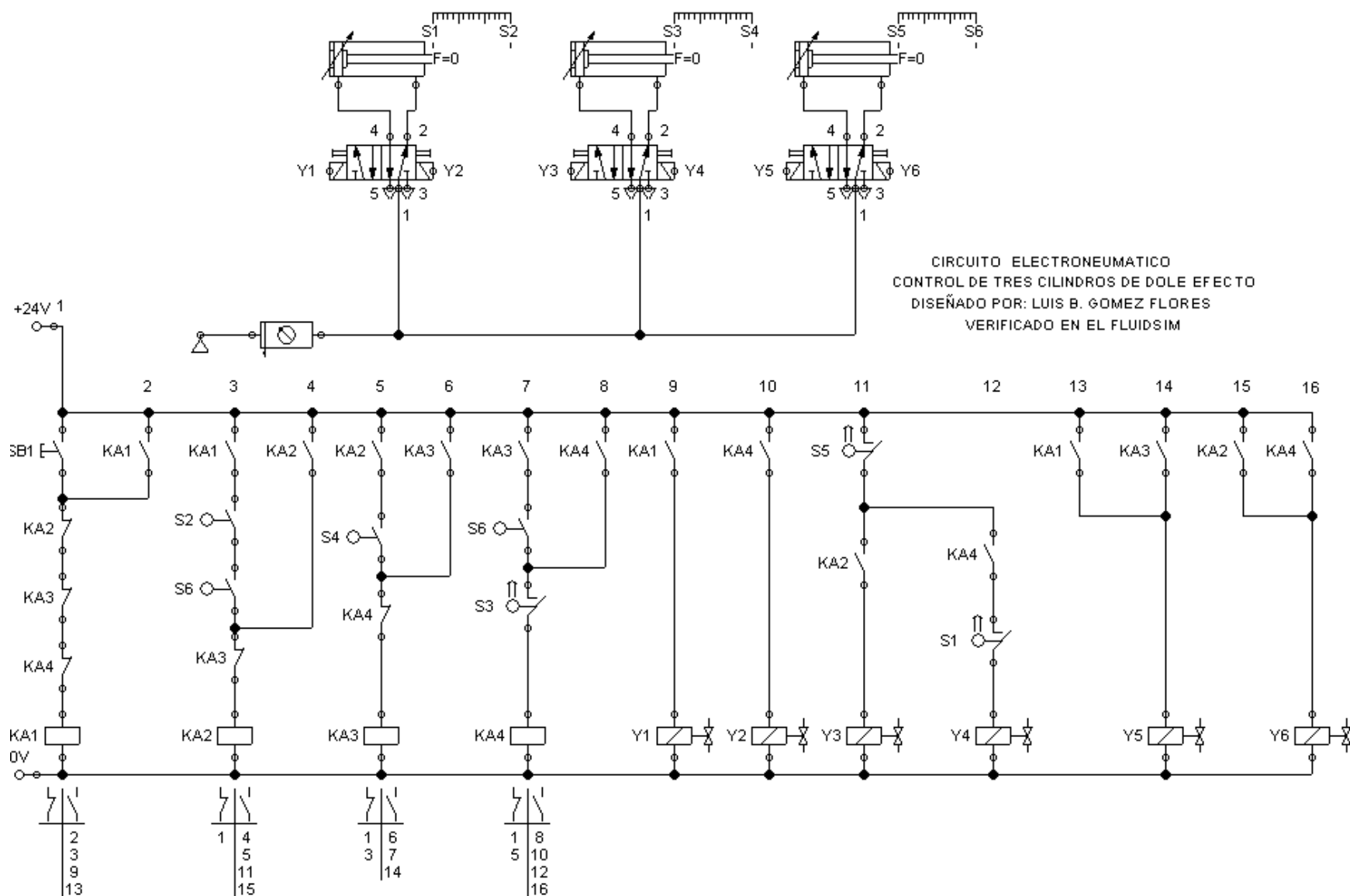


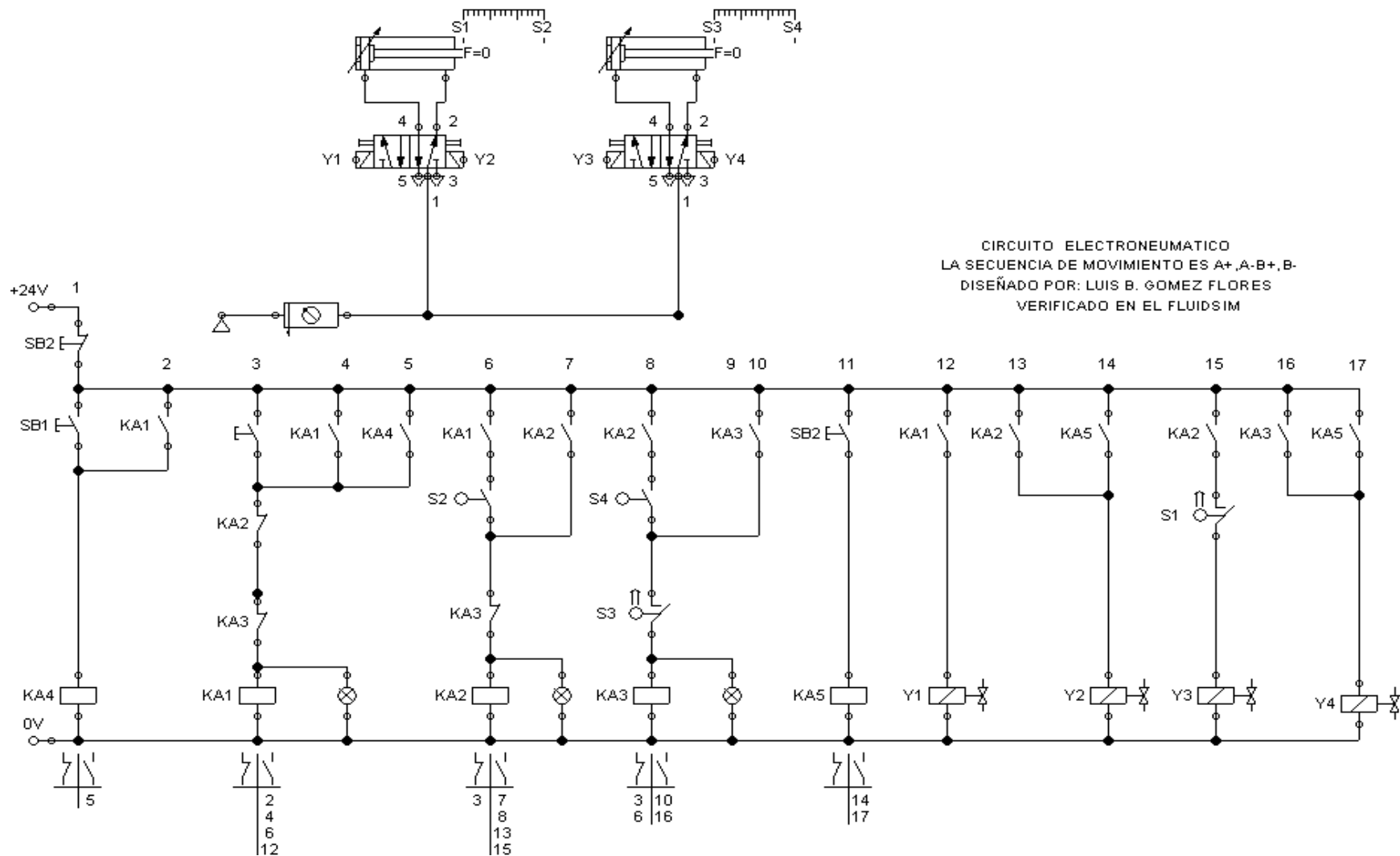
**EL EJEMPLO MUESTRA UN CIRCUITO DE CONTROL CON FINALES DE CARRERA PARA EL ACCIONAMIENTO DE 2 CILINDROS DE DOBLE EFECTO. VERIFICADO EN EL FluidSIM 3.6**











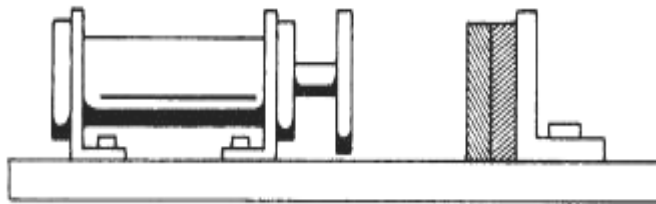
## **SISTEMAS NEUMATICOS**

### **PROBLEMAS DE DISEÑO**

#### **1. Maquina automática para pegar piezas de plástico**

*Un pulsador manual da la señal de marcha. Al llegar a la posición final de carrera, el vástago del émbolo tiene que juntar las piezas, apretándolas durante 20 segundos, y volver luego a su posición inicial. Este retroceso tiene que realizarse en todo caso, aunque el pulsador manual todavía esté accionado. La nueva señal de salida puede darse únicamente después de soltar el pulsador manual y cuando el vástago del cilindro haya vuelto a su posición inicial.*

*Esquema de posición:*



*2. Un cilindro de doble efecto se debe comandar desde un pulsador T1 de tal forma que al accionarlo el cilindro avance y permanezca en esta posición, hasta que otro pulsador T2 le entregue la señal de retorno. Elabore el circuito neumático y ubique los dispositivos que crea que sea necesario.*

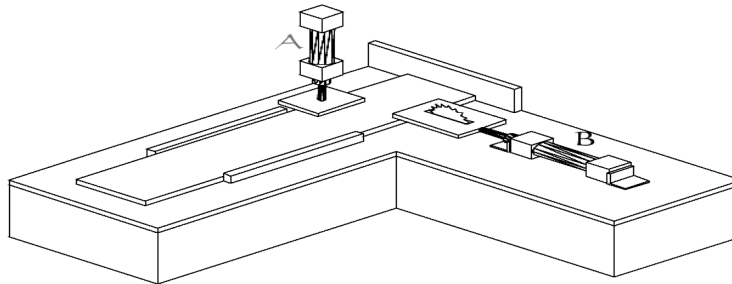
*3. Un cilindro de doble efecto debe avanzar al activar un pulsador T1, en el movimiento de retorno debe retornar automáticamente al alcanzar la posición del final de carrera. Elabore el circuito neumático y ubique los dispositivos que crea que sea necesario.*

*4. Un cilindro de doble efecto debe avanzar por medio de un pulsador, luego de alcanzar su posición final el cilindro debe permanecer un tiempo determinado ajustable en esta posición y posteriormente regresar automáticamente. Elabore el circuito neumático.*

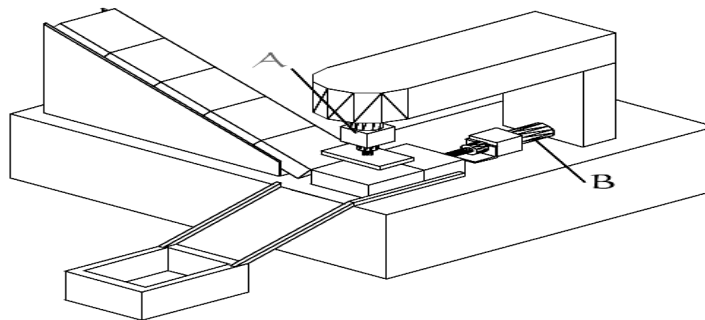
*5. Un cilindro de doble efecto debe comandarse en forma indistinta por medio de un pulsador T1 o T2 para el desplazamiento del émbolo, luego de llegar al final de carrera el retroceso puede realizarse apenas cuando se haya presionado el pulsador T3. Elabore el circuito neumático.*

**AUTOMATISMOS NEUMATICOS SECUENCIALES**

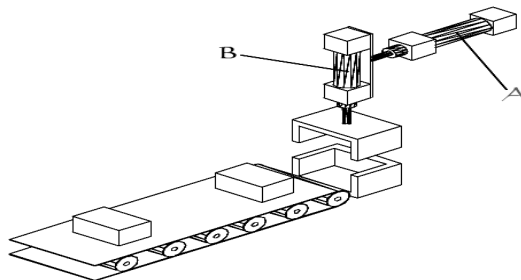
6. Sobre un aserradero semiautomático se cortan tablas, al mover el tope de la sierra se activa el proceso de aserrado . El arranque se logra a travez de una entrada de una tabla que es fijada por el cilindro A, el cilindro B transporta la sierra. Diseñe el circuito de control neumático.



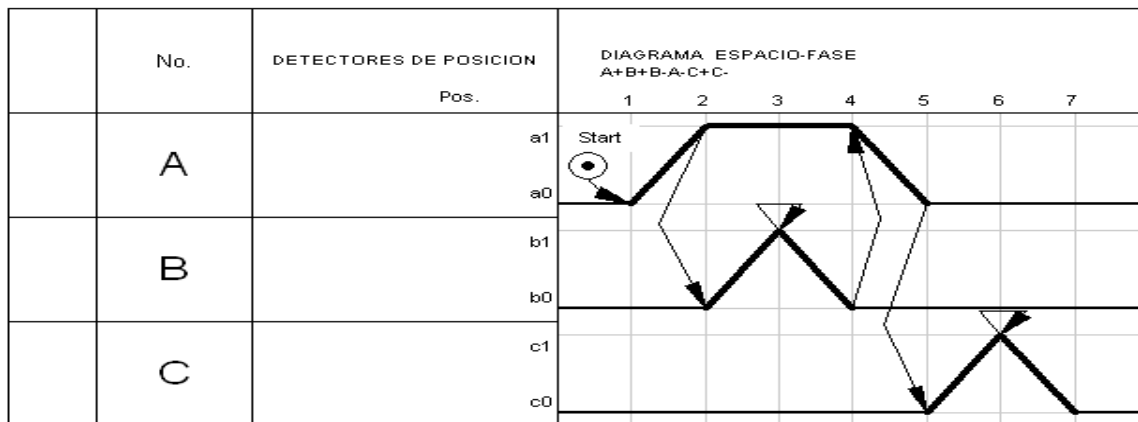
7. Sobre una máquina automática se estampa piezas. La alimentación se produce por medio de un magazín de caída. El equipo de estampado avanza y retrocede por medio del cilindro A. El cilindro B expulsa la pieza luego del proceso de estampado y liberación de la misma. Diseñe el circuito de control neumático.



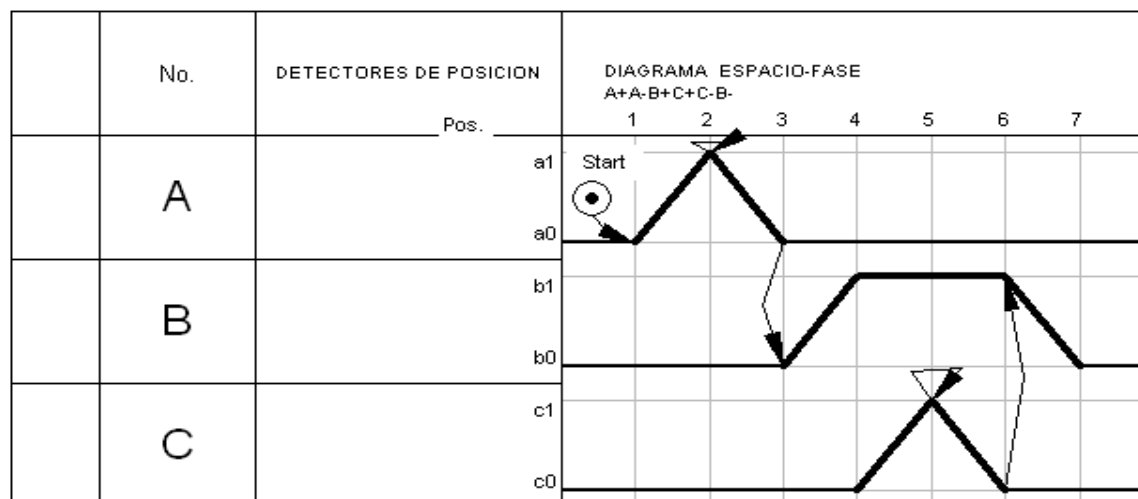
8. Las piezas que se acercan sobre una cinta transportadora se depositan dentro de un recipiente por medio de un dispositivo de traslación. La pieza se sujeta por un dispositivo magnetico , el cilindro B la levanta y el cilindro A realiza la traslación lateral. Luego de depositar la pieza el dispositivo vuelve a su posición original. Diseñe el circuito de control neumático



9. Del diagrama espacio- fase diseñe el circuito neumático.



10. Del diagrama espacio fase diseñe el circuito neumático



11. El cilindro A de la máquina del ejercicio anterior tiene una longitud de 100 mm y un vástago de 10 mm, debiendo levantar durante su movimiento de retorno una pieza de 20 kg con una presión de trabajo de 7 bar.

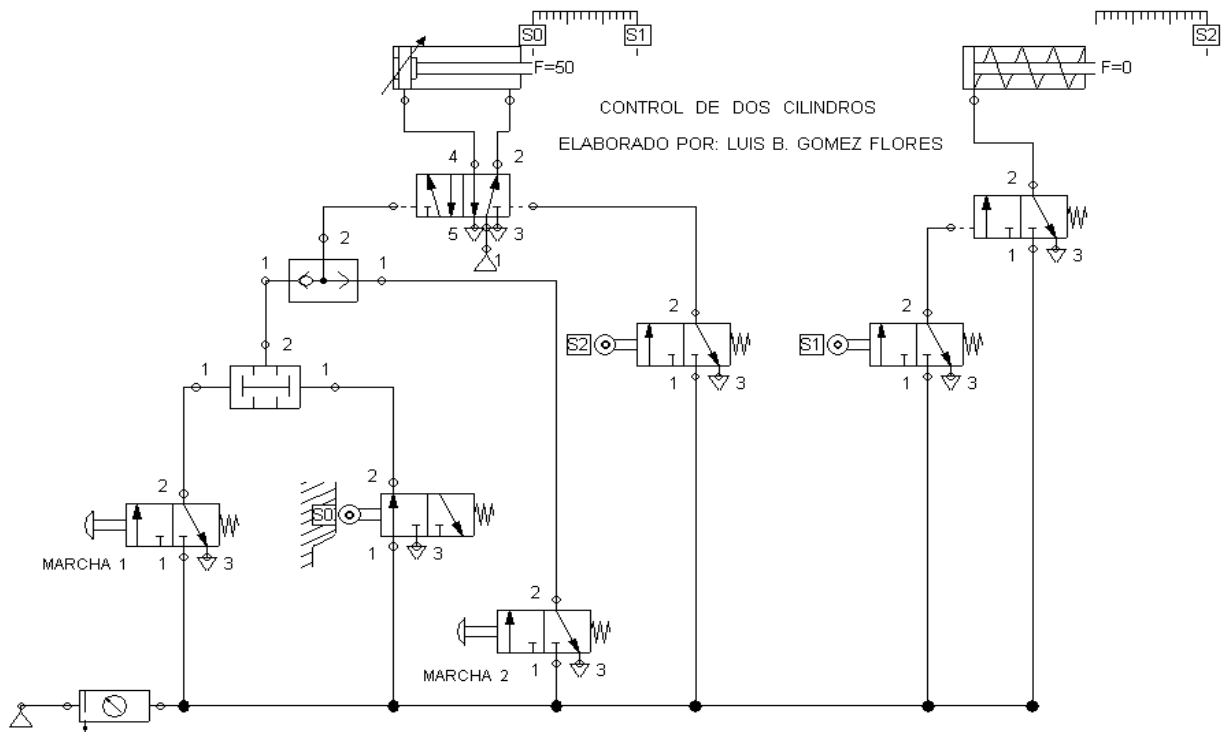
Se pide:

- Calcular el diámetro mínimo del cilindro para que pueda levantar el peso.
- Suponiendo que todos los cilindros tiene las mismas dimensiones y hemos elegido para ellos un diámetro de 25 mm, calcular el consumo de aire a presión atmosférica, que tiene la máquina en cada hora, si se producen 2 ciclos completos por minuto.

12. El circuito de la figura representa la situación de desconexión de un circuito neumático. Primeramente identifica los componentes.

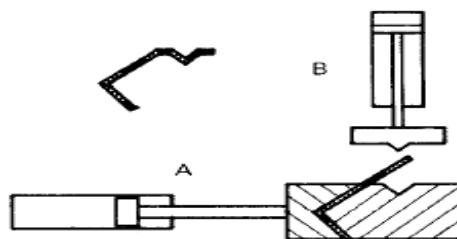
- Estudia y representa mediante un diagrama espacio-fase (actuadores y válvulas) su situación al poner el circuito bajo presión.

- *Estudia y representa mediante un diagrama espacio-fase (actuadores y válvulas) su funcionamiento al actuar sobre el pulsador de marcha (M)*



13. Un mecanismo para el conformado de chapas de acero, utiliza 2 cilindros neumáticos de doble efecto, cuyo funcionamiento viene expresado por el dibujo y el diagrama de movimientos adjunto. Realizar el diseño del circuito neumático, que realice dicha secuencia, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Para el avance, por seguridad, es necesario pulsar simultáneamente dos pulsadores.
- Debe incluir una señal de STOP, que al ser pulsada obligue a los cilindros a situarse en la posición de reposo (dentro).



| Actuador | Posición | Fase |   |   |       |
|----------|----------|------|---|---|-------|
|          |          | 0    | 1 | 2 | 3 = 0 |
| A        | +        |      |   |   |       |
|          | -        |      |   |   |       |
| B        | +        |      |   |   |       |
|          | -        |      |   |   |       |

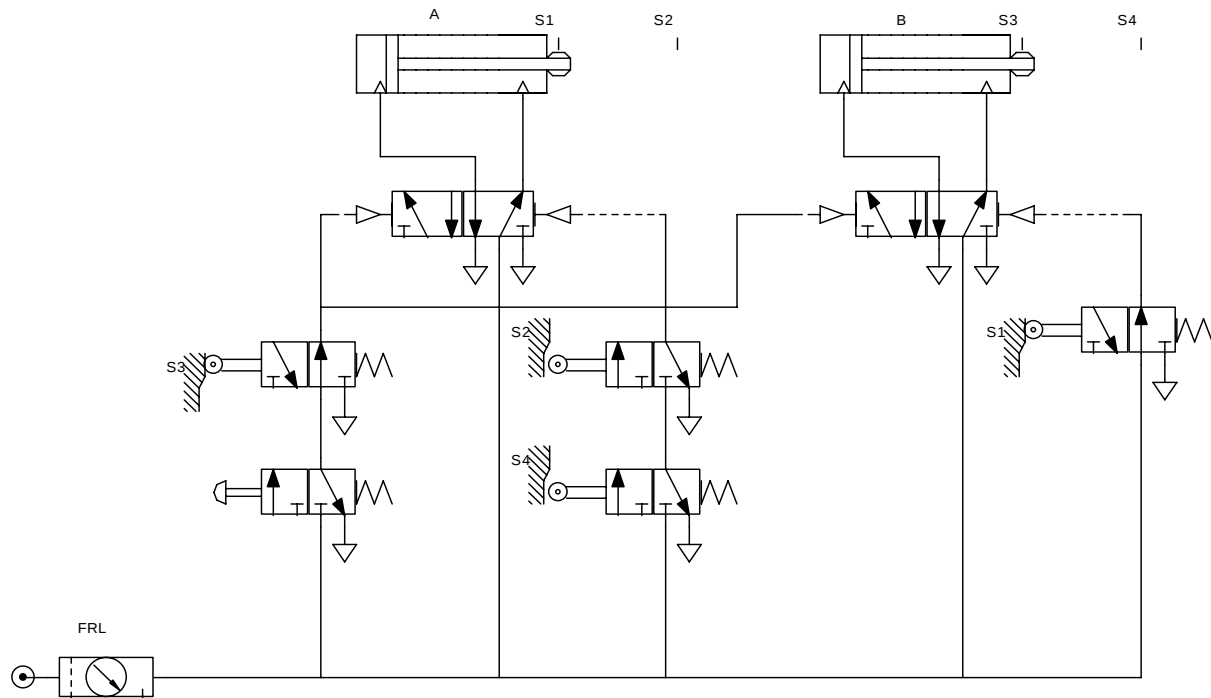
14. Diseñar, **por el método intuitivo**, el automatismo neumático que responda al siguiente diagrama de movimientos:

La orden de comienzo de la secuencia se dará actuando sobre un pulsador. Esta orden sólo se atenderá si el cilindro A está en reposo.

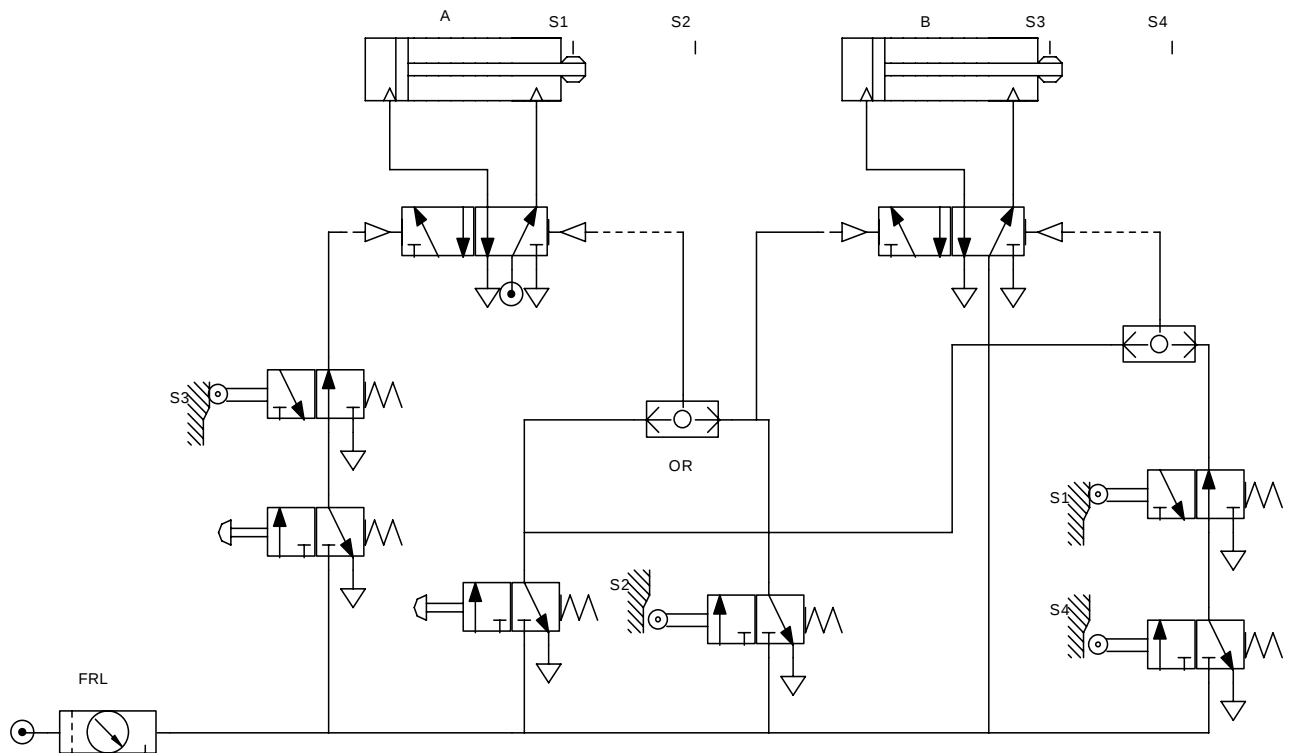
Modificar el circuito anterior para que el cilindro B entre lentamente y salga lo más rápido posible.

A+, B+, A-, A+, B-, A

15. Explique el funcionamiento y dibuje el diagrama espacio/fase de los siguientes circuitos neumáticos



**AUTOMATISMO NEUMATICO  
CIRCUITO DE MANDO  
ELABORADO POR LUIS B. GOMEZ FLORES**



**AUTOMATISMO NEUMATICO  
CIRCUITO DE MANDO  
ELABORADO POR LUIS B. GOMEZ FLORES**

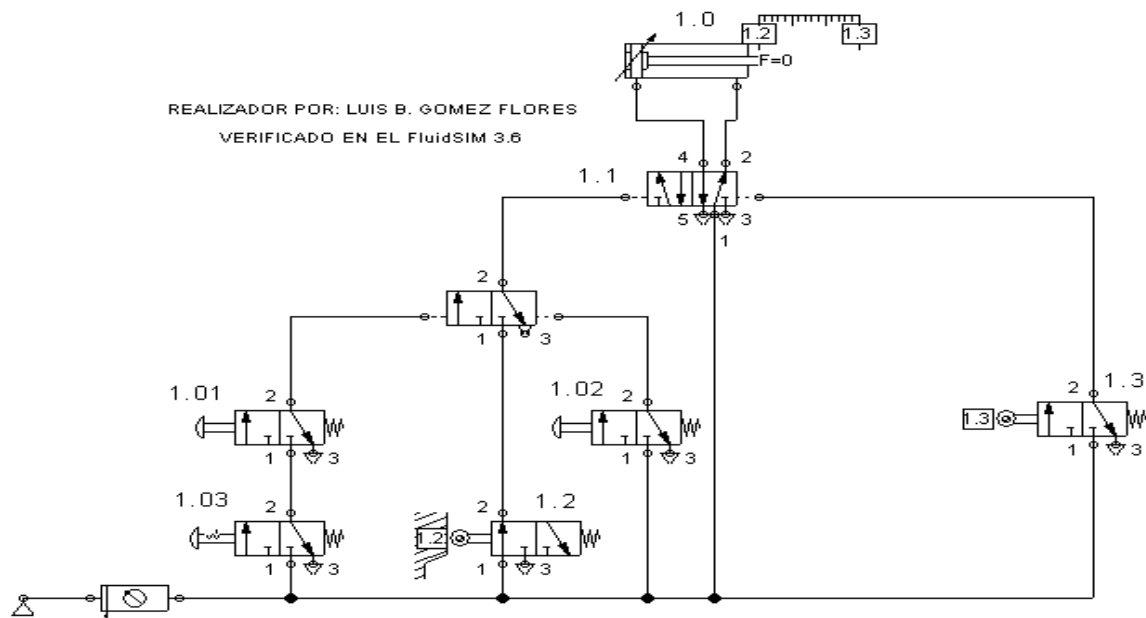
16. En la figura se representan tres cilindros, dos de doble efecto y uno de simple efecto junto a seis finales de carrera. Diseñar un automatismo para que al accionar un pulsador de puesta en marcha (M), se realice el ciclo indicado

**$A+, C+, A-, B+, C-, B-$**

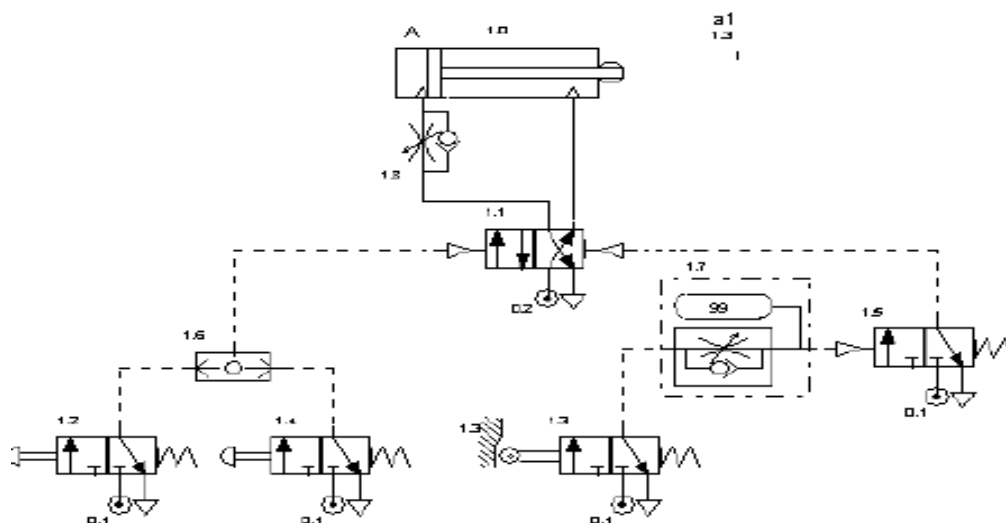
*Se suponen inicialmente los tres cilindros dentro.*

17. Dibuja el/los diagramas espacio - fase correspondientes al circuito neumático adjunto, incluyendo la activación y desactivación de las válvulas y finales de carrera que incorpora. Explica su funcionamiento (una línea por cada caso)

- Al pulsar 1.01
- Al pulsar 1.02
- Al pulsar las 2 válvulas simultáneamente.



18. Dibuje el diagrama de funcionamiento del circuito neumático



**BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA**

|                                                      |                                |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Sistemas Digitales</i>                            | <i>Ronald Tocci</i>            |
| <i>Electrónica Digital</i>                           | <i>Enrique Mandado</i>         |
| <i>Instalaciones Industriales</i>                    | <i>Enrique Harper</i>          |
| <i>Maquinas Eléctricas</i>                           | <i>Kosov</i>                   |
| <i>Control de Maquinas Eléctricas</i>                | <i>Kosov</i>                   |
| <i>Telesquémario de Schneidereléctric</i>            | <i>ver pagina Web</i>          |
| <i>Manual de hillerelectric 2005</i>                 |                                |
| <i>Manual de PLCs Moeller</i>                        |                                |
| <i>Manual del Simatic S7-200 Siemens</i>             |                                |
| <i>Manual del Logo MicroPLc</i>                      |                                |
| <i>Automatismos Eléctricos Industriales</i>          | <i>Ignacio Suñol</i>           |
| <i>Electricidad Industrial</i>                       | <i>Roldan Viloría</i>          |
| <i>Neumática ,Hidraulica, electricidad Aplicada</i>  | <i>Roldan Viloría</i>          |
| <i>Automatización de Procesos Industriales</i>       | <i>Emilio García Moreno</i>    |
| <i>Manual de Neumática</i>                           | <i>Festo</i>                   |
| <i>Neumática e Hidráulica</i>                        | <i>Gil Espinóza</i>            |
| <i>Autómatas Programables</i>                        | <i>Alejandro Porras Criado</i> |
| <i>Ingeniería de Control Moderna</i>                 | <i>Katshuhiko Ogata</i>        |
| <i>Mas Información Buscar en internet</i>            |                                |
| <i>IEC (Comisión Internacional de electrotecnia)</i> |                                |



