

Prepráctica: Autómatas Programables

Sistemas Automáticos

Curso 2006-2007

1. Evaluación

Esta práctica, por sus características, seguirá un procedimiento de evaluación diferente al de las demás, como ya se ha comentado en clase. **No habrá un test al comienzo**. En su lugar los elementos susceptibles de evaluación serán la prepráctica y la realización de la sesión práctica. Así pues, en este caso, si no obligatoria, sí es conveniente la entrega de la solución de la prepráctica a la entrada de la sesión práctica, ya que influirá en la nota. Dicha solución deberá ser **manuscrita** y ocupará **una sola hoja**. En ejecución de la práctica se cargarán en el autómata los diseños propuestos en la prepráctica (lleve una copia, pues el original se lo queda el profesor) y se probará su correcto funcionamiento, respondiendo a las preguntas y modificaciones planteadas por los profesores.

2. Materiales

Para realizar la prepráctica es altamente recomendable haber asistido a la impartición en clase del tema Sistemas de control secuencial (martes 27 de febrero). Las transparencias del tema se pueden encontrar en la web de la asignatura.

Encontrará más información en los siguientes manuales que puede descargar de la web de Siemens:

- Introducción y ejercicios prácticos

http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/18652511/S7gsv54_s.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=18652957&forcedownload=true

- Esquema de contactos (KOP) para S7-300 y S7-400

http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/18654395/KOP_s.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=18652981&forcedownload=true

3. Introducción

Los autómatas programables son dispositivos electrónicos de control diseñados para tener un excelente interfaz con los elementos de campo (sensores, actuadores, ...). Su éxito está basado en sus características de robustez (adaptados al ambiente industrial), seguridad de funcionamiento, capacidad de control en tiempo real, flexibilidad (tanto en su hardware dispuesto en módulos como en la facilidad de modificación del programa) y coste relativamente bajo.

Aunque en un principio los autómatas programables fueron destinados a tareas típicas de relés, contactores o circuitos lógicos, hoy en día se encargan no sólo del control de procesos de tipo secuencial, sino también de bucles de regulación de procesos continuos, adquisición, manipulación y transmisión de datos, e incluso cálculos de cierta complejidad.



Figura 1: Equipo de prácticas

El autómata programable elegido para el desarrollo de la práctica es el S7-314IFM de Siemens. Se trata de un autómata modular, de gama media, con entradas y salidas integradas en el módulo procesador. Como se puede ver en la foto (figura 1), el equipo se encuentra cableado a un conjunto de pulsadores/interruptores, con los que se podrán simular las entradas procedentes de los sensores. La activación o desactivación de las salidas puede ser observada en los leds correspondientes de las tarjetas de salida. El equipo de entrenamiento también presenta borneras donde conectar sensores y actuadores.

4. Lógica combinacional

Los ejemplos del apartado 4.1 muestran la implantación de las funciones lógicas básicas AND y OR usando el lenguaje de programación de contactos (KOP). Obsérvese que la condición AND se corresponde con una configuración de contactos en serie, colocándose éstos en paralelo en el caso de la OR. Asimismo se muestra la solución en KOP para una función más compleja. La resolución de un problema práctico sobre lógica combinacional se describe en el ejemplo del apartado 4.2.

4.1. Ejemplos de funciones de lógica combinacional

$$Q = A \cdot B$$

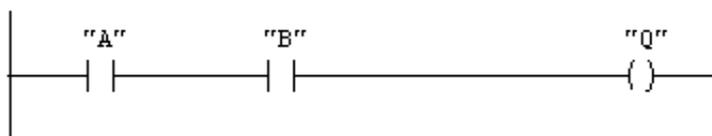


Figura 2: Implantación en KOP de la función AND

$$Q = A + B$$



Figura 3: Implantación en KOP de la función OR

$$Q = (A \cdot \bar{B} + C) \cdot D$$

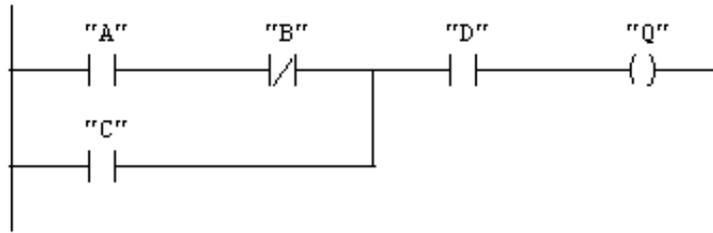


Figura 4: Implantación en KOP de una función lógica

4.2. Ejemplo de aplicación de lógica combinacional

Activación y desactivación de la iluminación de un local, mediante el accionamiento de tres interruptores de configuración normalmente abiertos. Supóngase la sala de un museo en la figura 5, en la cual se quiere que la iluminación no esté activada cuando la sala se encuentre vacía. Para ello, cuando se entra en la sala, se pulsa el interruptor de la puerta por la que se acceda, y se debe encender la luz. Cuando se abandone la sala se debe accionar el interruptor correspondiente a la puerta por la que se sale, para apagar la luz.

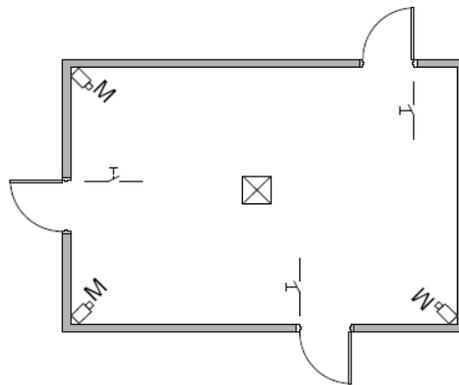


Figura 5: Habitación del museo

La función lógica correspondiente a la tabla de verdad que aparece en la figura 6 está expresada en la ecuación (1). La solución a la implantación de tres interruptores para la iluminación de una habitación está también en la figura 6.

$$Q = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C \quad (1)$$

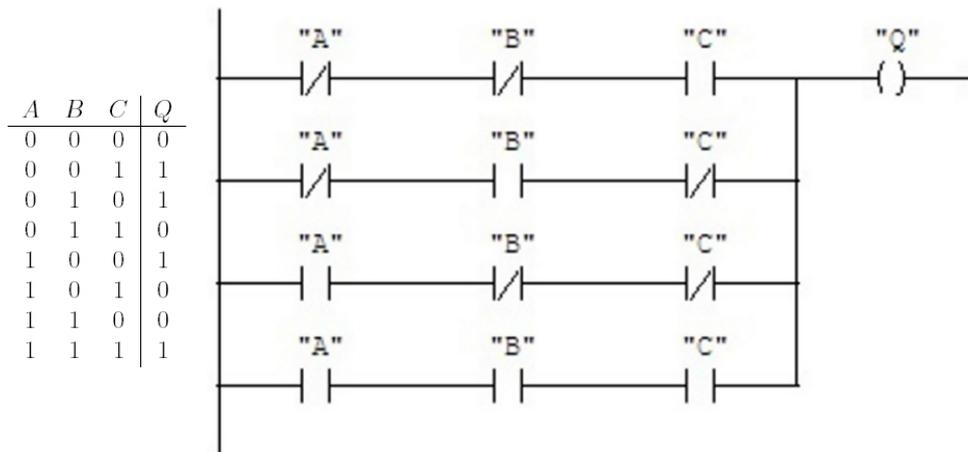


Figura 6: Tabla de verdad y solución en KOP

5. Biestables

Los biestables permiten mantener el estado de una variable aún cuando sus entradas se desactiven. Son muy usados cuando se dispone de pulsadores, en los cuales solo existe un estado estable. Poseen dos entradas (Set y Reset) que se usan para poner a nivel alto o a nivel bajo la variable asociada al biestable. En el lenguaje de programación se encuentran disponibles dos tipos de biestables: de inscripción prioritaria (RS) y de borrado prioritario (SR) que se diferencian en la forma de resolver la contradicción que se produce cuando ambas entradas están activas. Las figuras 7 y 8 ilustran su funcionamiento.

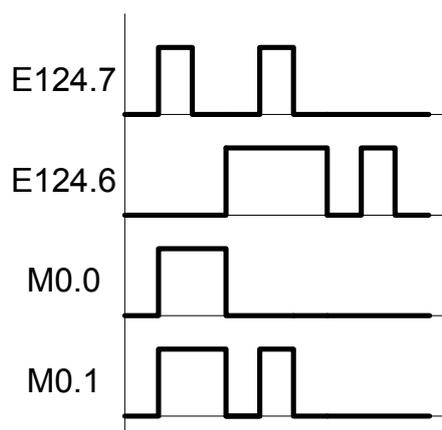


Figura 7: Cronograma de los biestables SR y RS

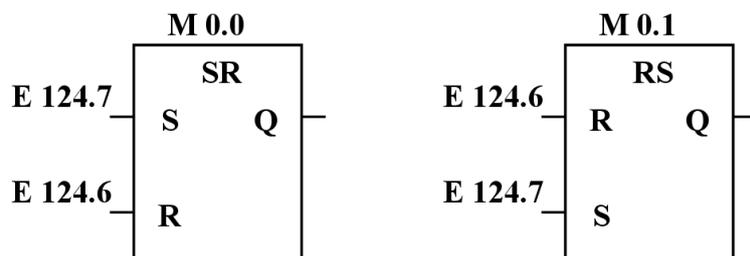


Figura 8: Biestables de borrado prioritario (SR) e inscripción prioritaria (RS)

5.1. Ejemplo del uso de biestables

La figura 9 muestra un depósito llenado por una electrobomba que pretende ser controlada mediante el uso de dos sensores de nivel. El estado de disponibilidad o no de servicio lo proporciona un selector de dos posiciones: Marcha-Paro. La electrobomba se pondrá en marcha cuando el sensor de mínimo esté encendido y se apagará cuando, o bien se encienda el sensor de máximo, o bien salte el térmico, o bien la desconectemos mediante el selector. Si la electrobomba está en servicio deberá lucir una lámpara indicadora. Si salta el térmico se encenderá otra lámpara avisándolo.

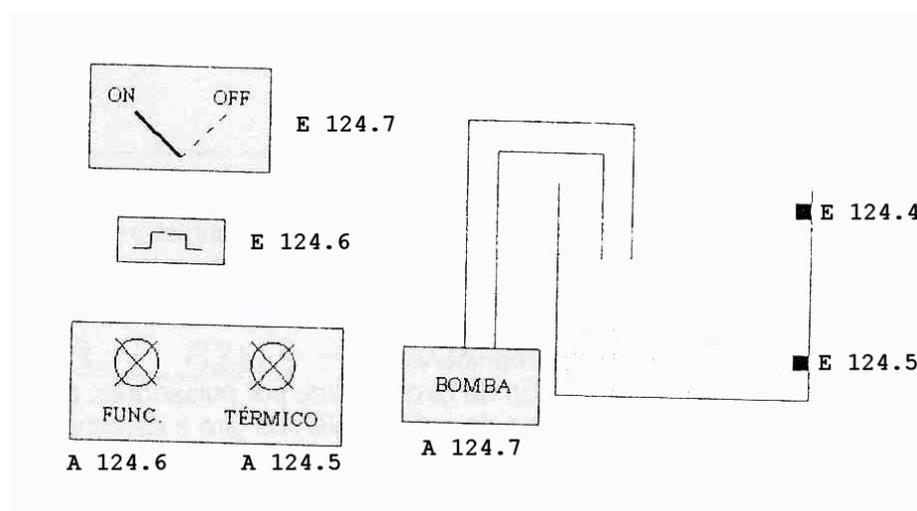


Figura 9: Depósito que se pretende controlar

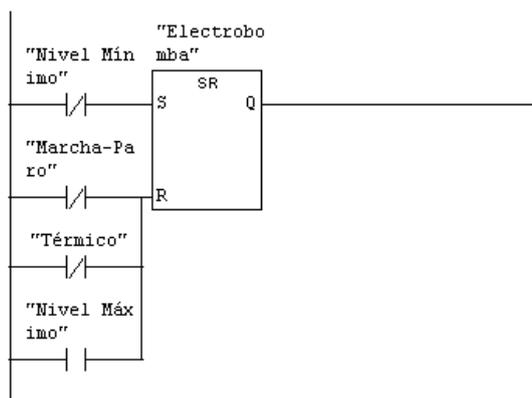
La tabla de símbolos que permiten etiquetar las direcciones absolutas del autómata aparece en la figura 10 y la solución al ejemplo planteado en la figura 11.

Símbolo ▲	Dirección	Tipo de dato
Cycle Execution	OB 1	OB 1
Marcha-Paro	E 124.7	BOOL
Térmico	E 124.6	BOOL
Nivel Mínimo	E 124.5	BOOL
Nivel Máximo	E 124.4	BOOL
Electrobomba	A 124.7	BOOL
Lámp. Servicio	A 124.6	BOOL
Lámp. Térmico	A 124.5	BOOL

Figura 10: Tabla de símbolos

Segn. 1: Título:

Control de la electrobomba



Segn. 2: Título:

Señalización sistema activado



Segn. 3: Título:

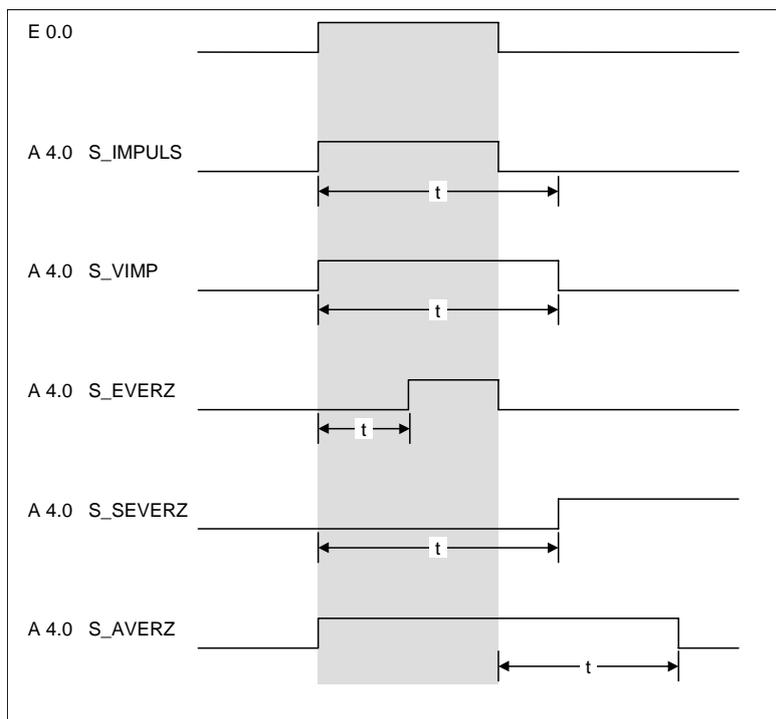
Señalización de activación del relé térmico



Figura 11: Solución KOP

6. Temporizadores

La activación de los temporizadores se produce mediante un flanco ascendente de la entrada (en todos los casos excepto en el SA, que lo hace con flanco descendente). STEP 7 dispone de 5 tipos de temporización (SI, SV, SE, SS y SA). En la figura 12 se muestra su funcionamiento. A partir de ahí se puede elegir el más adecuado en cada caso. El ejemplo del apartado 6.1 muestra una aplicación sencilla del uso de temporizadores.



Temporizadores	Descripción
S_IMPULS Temporizador de impulso	El tiempo máximo que la señal de salida permanece a 1 corresponde al valor de temporización t programado. La señal de salida permanece a 1 durante un tiempo inferior si la señal de entrada cambia a 0.
S_VIMP Temporizador de impulso prolongado	La señal de salida permanece a 1 durante el tiempo programado, independientemente del tiempo en que la señal de entrada esté a 1.
S_EVERZ Temporizador de retardo a la conexión	La señal de salida es 1 solamente si ha finalizado el tiempo programado y la señal de entrada sigue siendo 1.
S_SEVERZ Temporizador de retardo a la conexión con memoria	La señal de salida cambia de 0 a 1 solamente si ha finalizado el tiempo programado, independientemente del tiempo en que la señal de salida esté a 1.
S_AVERZ Temporizador de retardo a la desconexión	La señal de salida es 1 cuando la señal de entrada es 1 o cuando el temporizador está en marcha. El temporizador arranca cuando la señal de entrada cambia de 1 a 0.

Figura 12: Tipos de temporización

6.1. Ejemplo del uso de temporizadores

Se pretende controlar una cinta de transporte mediante un interruptor que opere la marcha y el paro de su funcionamiento. La cinta debe comenzar a funcionar cuando transcurran 30 segundos desde que se activó el interruptor. Además, debe de activarse una bocina 10 segundos antes de que la cinta comience a funcionar.

La tabla de símbolos que permiten etiquetar las direcciones absolutas del autómata aparece en la figura 13.

Símbolo Δ	Dirección	Tipo de dato
Cycle Execution	OB 1	OB 1
Marcha-Paro	E 124.7	BOOL
Cinta	A 124.7	BOOL
Bocina	A 124.6	BOOL

Figura 13: Tabla de símbolos

La solución al ejemplo planteado aparece en la figura 15. El cronograma asociado aparece en la figura 14.

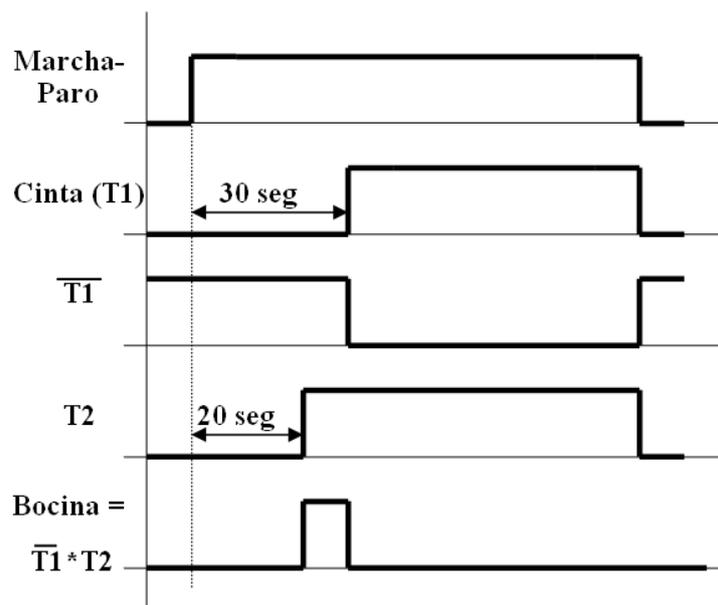


Figura 14: Cronograma

Segn. 1 : Título:

Temporización tipo SE de 30 segundos en la variable T1



Segn. 2 : Título:

Control de la cinta



Segn. 3 : Título:

Temporización tipo SE de 20 segundos en la variable T2



Segn. 4 : Título:

Control de la bocina

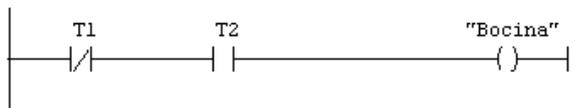


Figura 15: Solución KOP

7. Cuestiones

7.1. Consejos previos

- Tenga cuidado al realizar una conversión de un circuito de mando eléctrico a un esquema de contactos en KOP. En realidad el autómata lo único que puede hacer son consultas de estado alto y consultas de estado bajo de sus variables binarias (entradas, salidas y marcas). Es ciego con respecto a los sensores que hay en el exterior. El programador deberá diseñar el esquema en función de los niveles de activación de los sensores, para que el programa realice las consultas adecuadas (ver transparencias del Tema 1. Sistemas de control secuencial. Consideraciones sobre el emisor).
- Al igual que de las entradas, es posible realizar consultas de las salidas, y en ocasiones resulta muy útil.
- Se recomienda usar en la prepráctica las direcciones accesibles de los equipos que se emplearán posteriormente en la práctica. En la figura 16 se muestra la periferia integrada en la CPU 314IFM

Entradas/salidas	Direcciones	Observaciones
20 Entradas digitales	124.0 a 126.3 de las cuales, 4 entradas sirven para las funciones integradas: 126.0 a 126.3	Posibilidad de uso de las entradas para las funciones integradas: <ul style="list-style-type: none">• Contaje• Contaje A/B• Medición de frecuencia• Posicionamiento• Entrada de alarma Véase el manual <i>Funciones integradas</i>
16 Salidas digitales	124.0 a 125.7	—
4 Entradas analógicas	128 a 135	—
1 Salida analógica	128 a 129	—

Figura 16: E/S integradas en la CPU 314IFM

7.2. Ejercicio de lógica combinacional

Represente en KOP el esquema necesario para el control automático de la taladradora vertical representada en la figura 17. Dicha máquina deberá funcionar según las siguientes reglas:

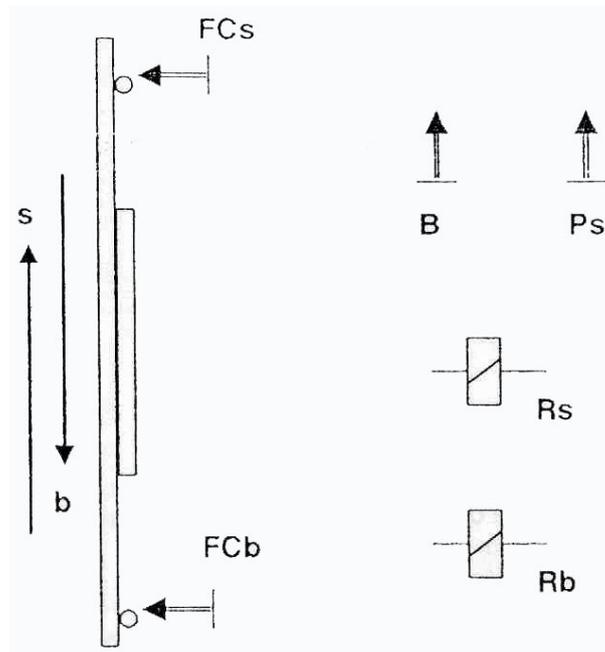


Figura 17: Taladradora

1. El accionamiento del pulsador B (NA) provoca el descenso de la herramienta, la cual, al llegar a un minirruptor fin de carrera FCb (NC), debe interrumpir el descenso e iniciar la subida.
2. En la carrera de subida, al llegar al minirruptor fin de carrera FCs (NC), la herramienta deberá detenerse.
3. El circuito deberá incluir un pulsador de emergencia Ps (NC), mediante el cual pueda interrumpirse el descenso de la herramienta, para que automáticamente se inicie la subida.
4. Cuando la herramienta esté subiendo de ninguna manera deberá poder iniciarse la bajada, aunque se pulse B.
5. Indique claramente las entradas y salidas del sistema de control y su correspondiente dirección absoluta en el autómeta. Debe resolverlo sin emplear biestables.

7.3. Ejercicio 2

Represente en lenguaje de contactos (KOP) la función lógica expresada en la ecuación 2,

$$Q = (A + Q) \cdot \overline{B} \quad (2)$$

donde A y B son entradas del autómata (NA) y Q es una salida. Represente en un cronograma la evolución de la salida en función de las entradas.

7.4. Biestables

Diseñe en lenguaje KOP el sistema de control de inversión de giro de un motor trifásico cuyo esquema de fuerza se indica en la figura 18. Para ello usará dos pulsadores NA (giro a izquierdas, giro a derechas), uno NC (paro) y un contacto NC del relé térmico. El pulsador de paro tiene prioridad sobre los demás. El sistema deberá controlar además la iluminación de dos lámparas que indicarán si el giro se produce en un sentido u otro.

- Resuelva el problema de forma análoga a como se hace en los circuitos de mando cableados, consultando las salidas para autorretener las entradas, sin emplear instrucciones específicas de biestables.
- Resuelva ahora el problema empleando biestables.
- ¿Qué problema puede surgir en la implantación real durante la conmutación de los contactores en el cambio de sentido de giro?

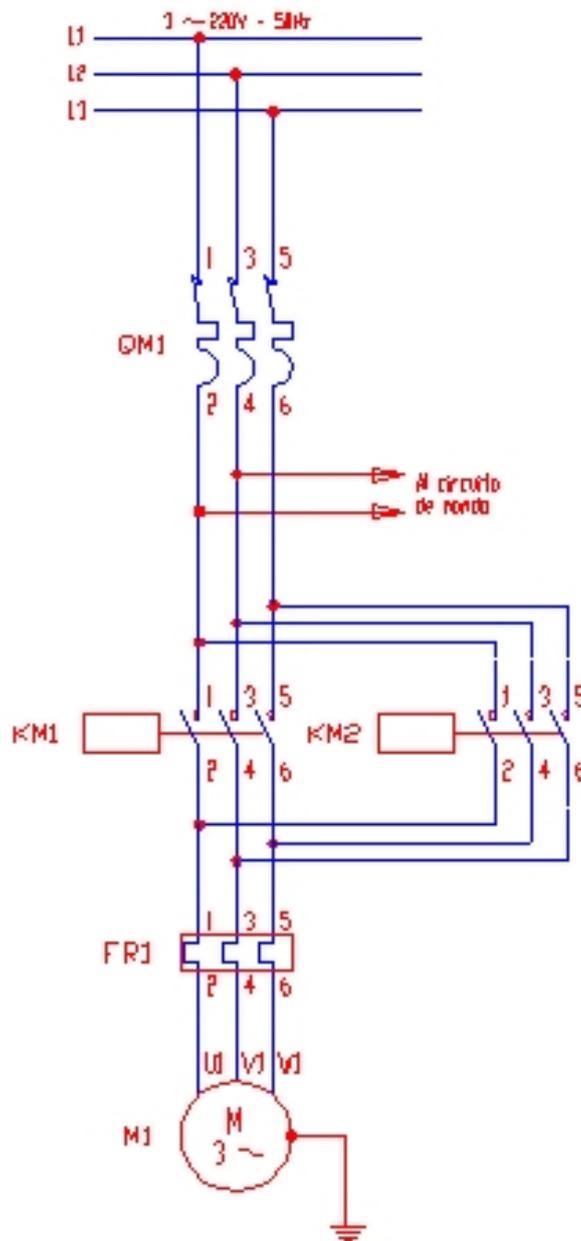


Figura 18: Inversión del sentido de giro en un motor trifásico. Esquema de fuerza

7.5. Temporizadores

Realice el mismo control que en el ejemplo del apartado 6.1 pero usando únicamente dos temporizadores de tipo SV.