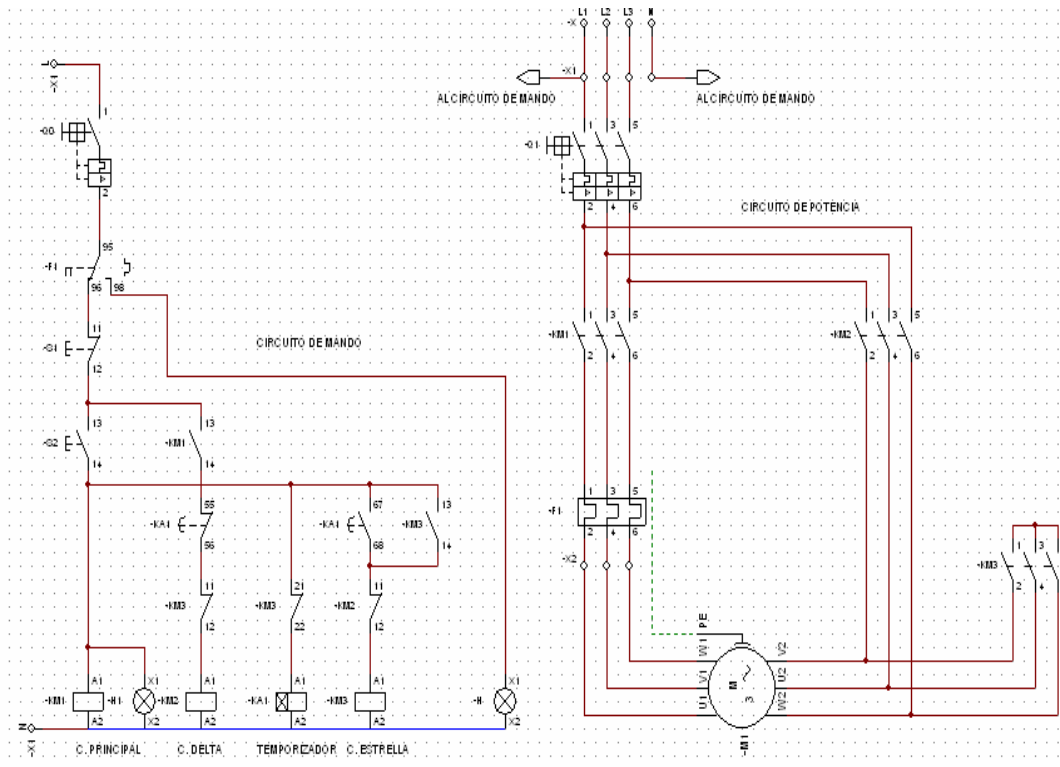


AUTOMATISMOS ELECTRICOS INDUSTRIALES

MANDOS ELECTRICOS SEGÚN LA NORMA IEC



POR:

ING. LUIS B. GOMEZ FLORES
LA PAZ -BOLIVIA

AUTOMATISMOS ELECTRICOS INDUSTRIALES

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.

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

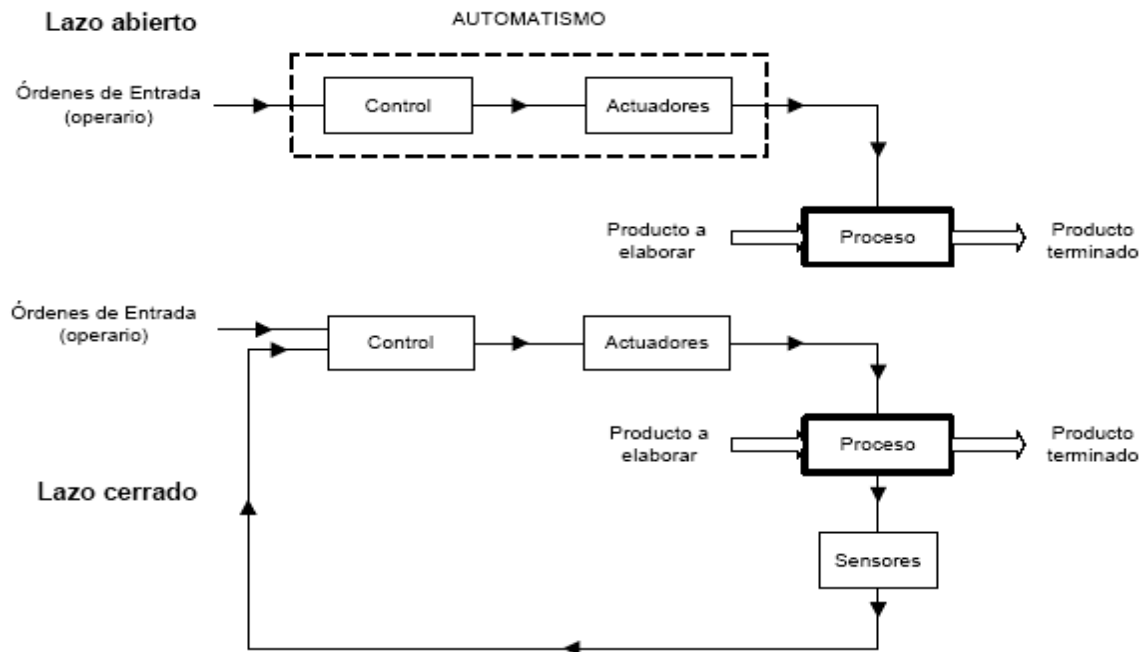
Lazo cerrado: La salida repercute en la entrada

- 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 Dificil acumulación	Fácil transporte Acumulación limitada	Muy limitado transporte y acumulación
Influencias ambientales	Insensible temperatura Peligro en ambientes explosivos	Insensible temperatura No peligro ambientes explosivos	Sensible temperatura 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, ...)

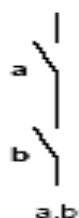
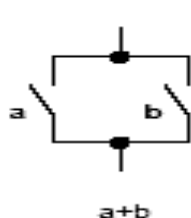
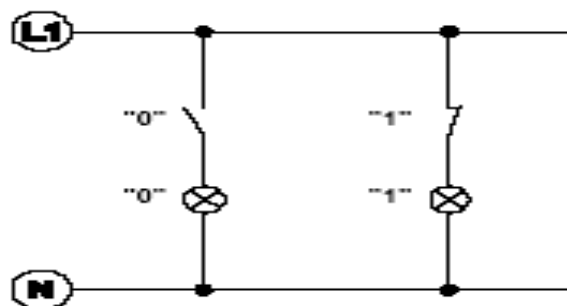
- Abierto: 0
- Cerrado: 1

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

- Desactivado: 0
- Activado: 1

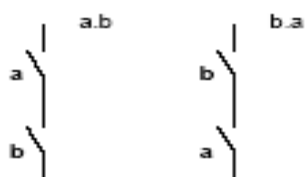
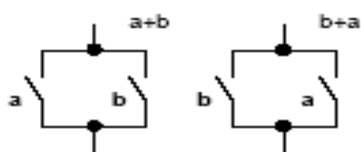
Se definen las operaciones:

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

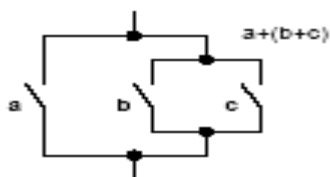
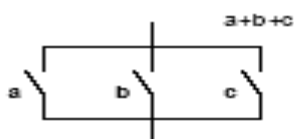


PROPIEDADES DEL A. DE BOOLE PARA CONTACTOS

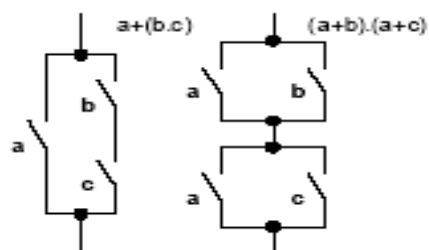
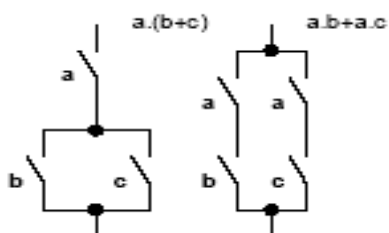
Conmutativa



asociativa



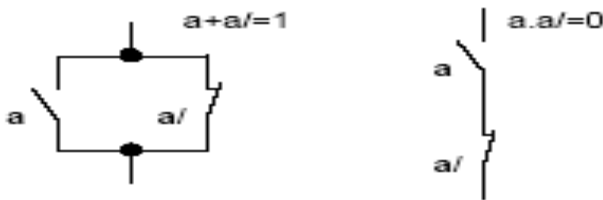
conmutativa



ELEMENTO NEUTRO



ELEMENTO SIMETRICO



DOBLE NEGACION

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

TEOREMAS DE MORGAN

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

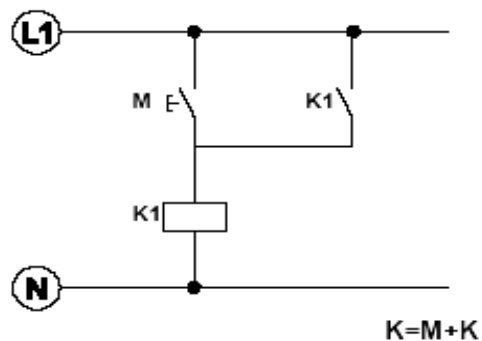
$$\overline{a \cdot b} = \overline{a} + \overline{b}$$

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”.

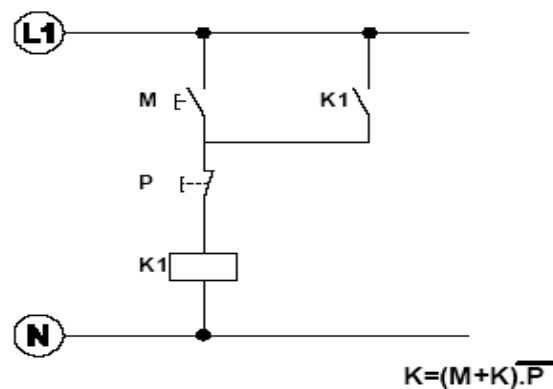
Es un circuito capaz de memorizar un acontecimiento ocurrido durante el funcionamiento del sistema.

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 pulsan P y M simultáneamente, P tiene prioridad.



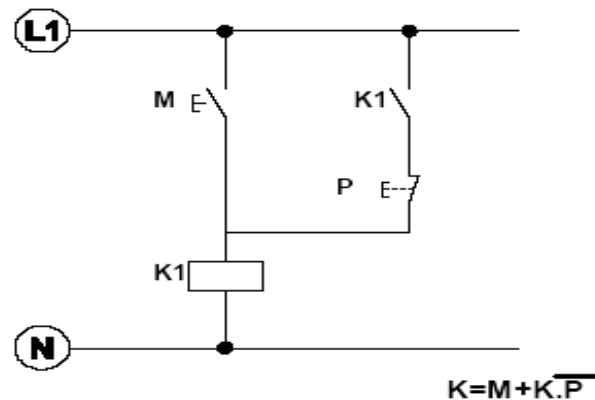
FUNCIÓN MEMORIA – PRIORIDAD MARCHA

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

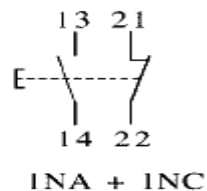
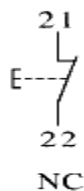
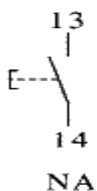
- Circuitos y componentes de regulación y control
- Equipos de medida
- Dispositivos de señalización

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

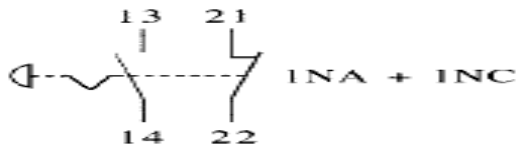
Elemento electromecánico de conexión y desconexión. Para activarlo hay que actuar sobre él, pero al eliminar la actuación, el pulsador se desactiva por sí mismo.



Interruptor

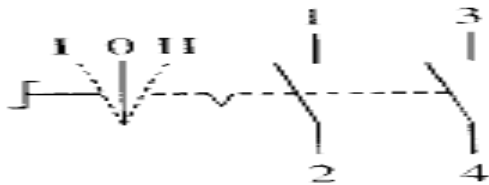
Elemento electromecánico de conexión y desconexión al que hay que accionar para activarlo y también para desactivarlo.

Su nombre atendiendo a las normas es “pulsador con enclavamiento”.



Conmutador

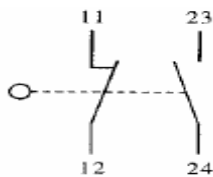
Elemento electromecánico de conexión y desconexión, que tiene una posición de reposo y varias de accionamiento, pudiendo comportarse estas como interruptor o como pulsador.



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

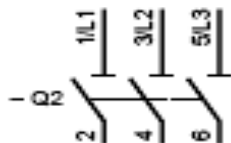
Elemento mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente del circuito en condiciones normales de servicio e incluso las de sobrecarga.

Seccionador

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.

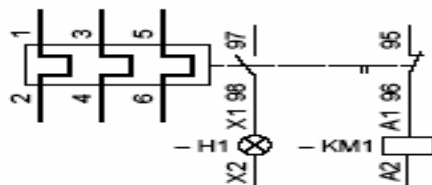
Relés de protección

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. 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.

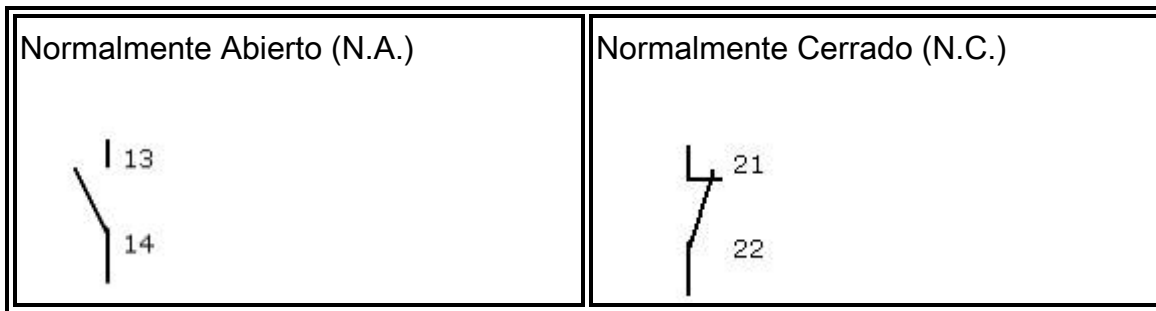
Debe ser capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente que circula por el circuito en condiciones normales de funcionamiento.

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:



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.

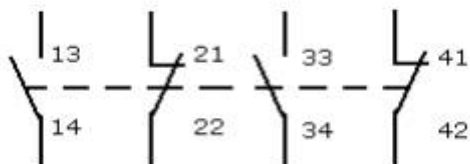
Para diferenciar el tipo de contacto en la cámara se utiliza una numeración compuesta por dos dígitos que sigue las siguientes reglas:

Primera cifra: Número de orden en la cámara de contacto

Segunda cifra:

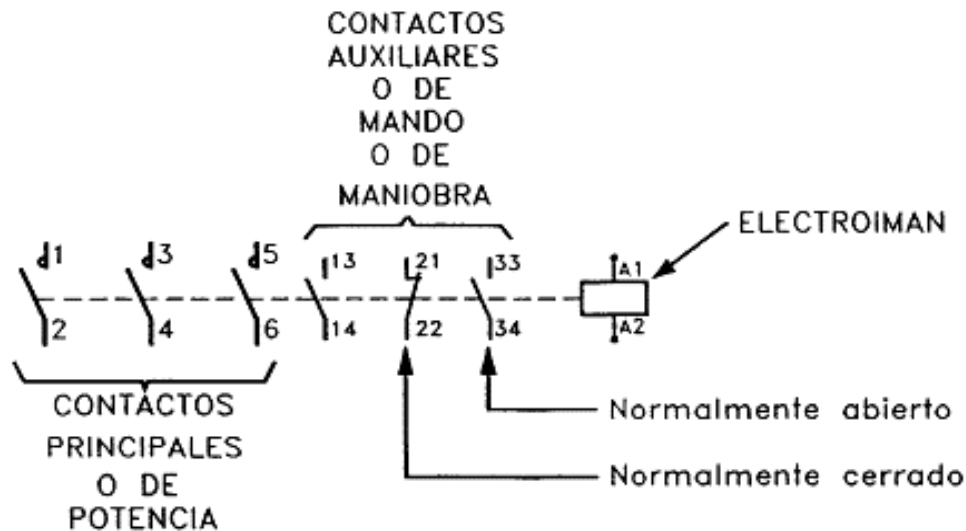
1 ó 2: N.C. 3 ó 4: N.A 5 ó 6: especial N.C. 7 ó 8: especial N.A.
--

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:

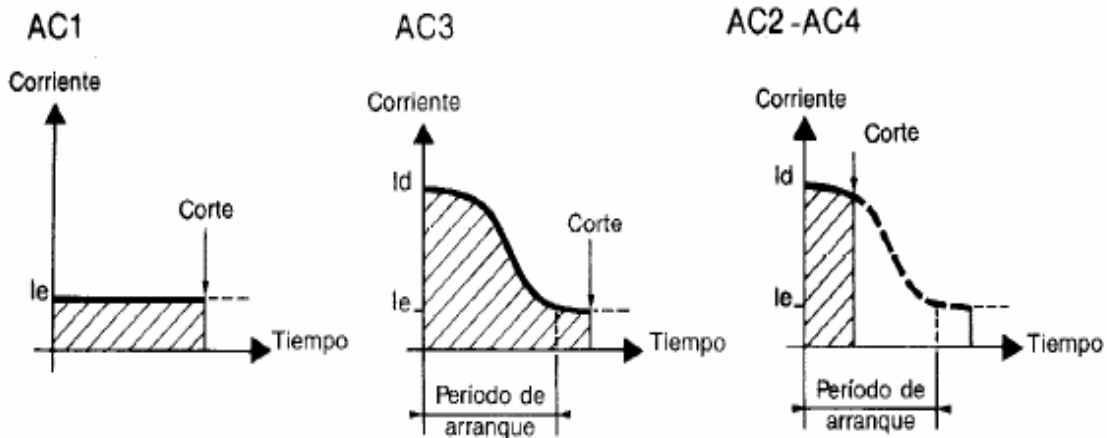
- Circuito resistivo
- Circuito inductivo
- Motores

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)

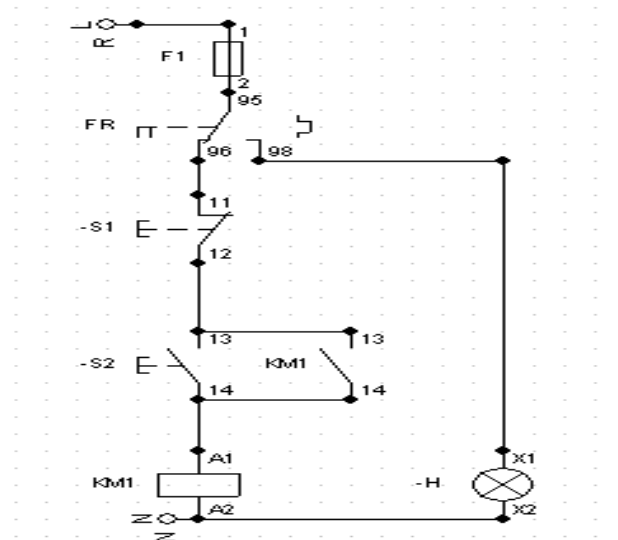
Temporizador a la desconexión: al activar la bobina los contactos cambian inmediatamente y es al desconectarla cuando temporizan, pasado el tiempo programado retornan a reposo

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

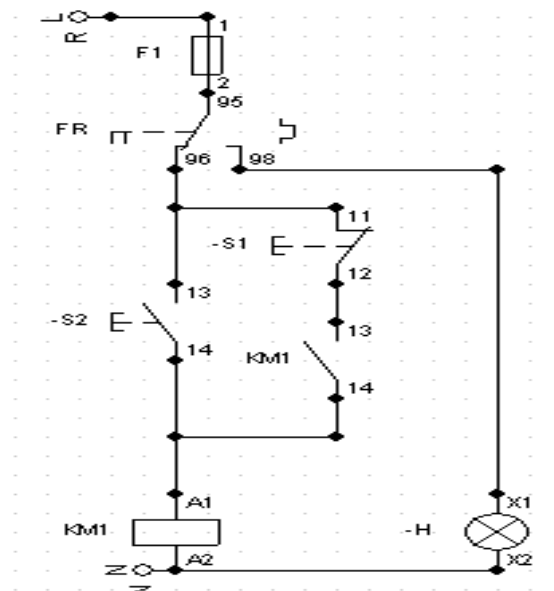


EJEMPLOS PRACTICOS

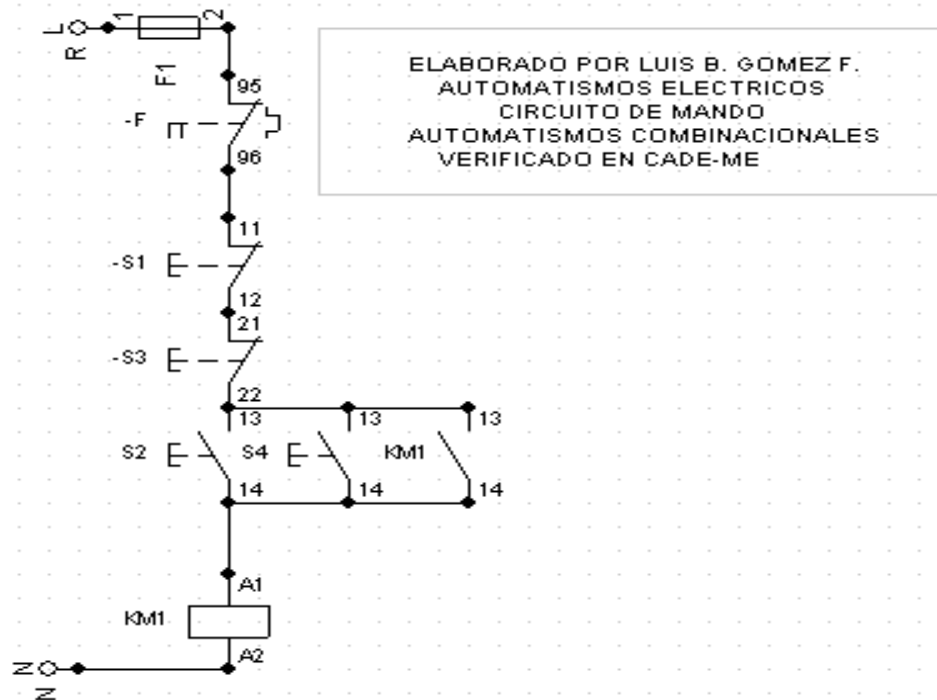
Esquema de Marcha – Paro de un contactor con preferencia del paro. Con SM conectamos KM1 y al soltarlo sigue en marcha porque el contacto de KM1 realimenta a su propia bobina. La parada se realizará mediante SP y por protección térmica a través de F2.



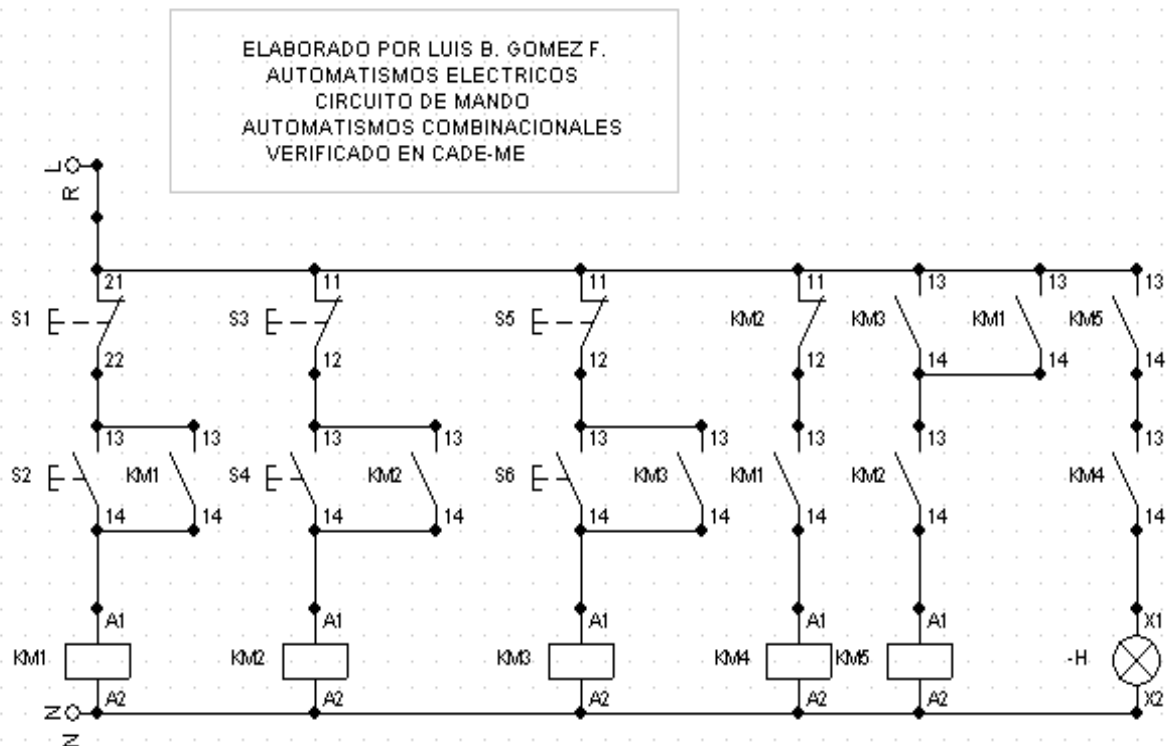
Marcha – Paro igual que el anterior pero con preferencia de la marcha sobre el paro.



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

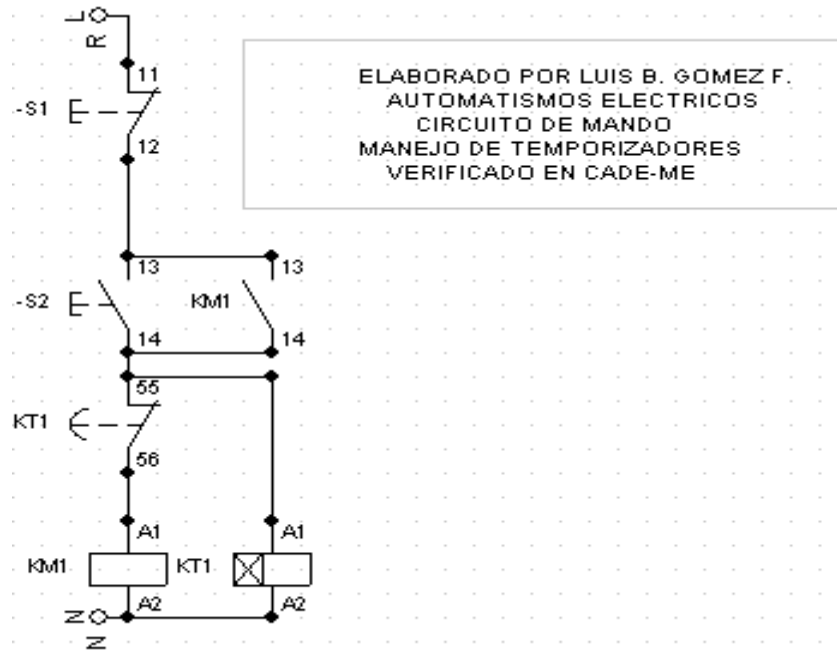


Conexión de varios contactores con dependencia entre ellos.

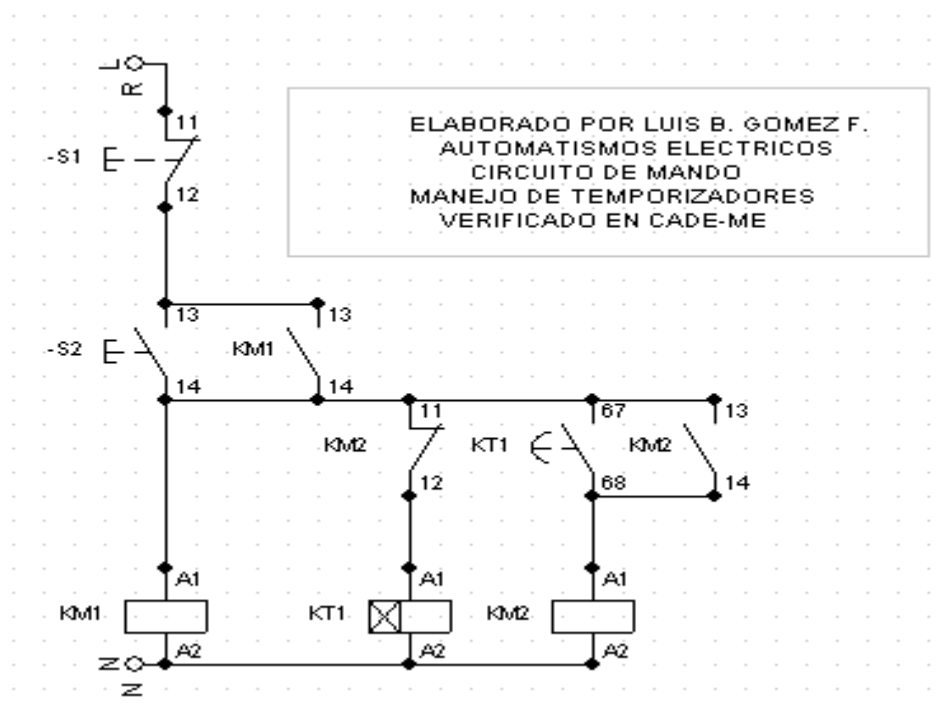


TEMPORIZADORES

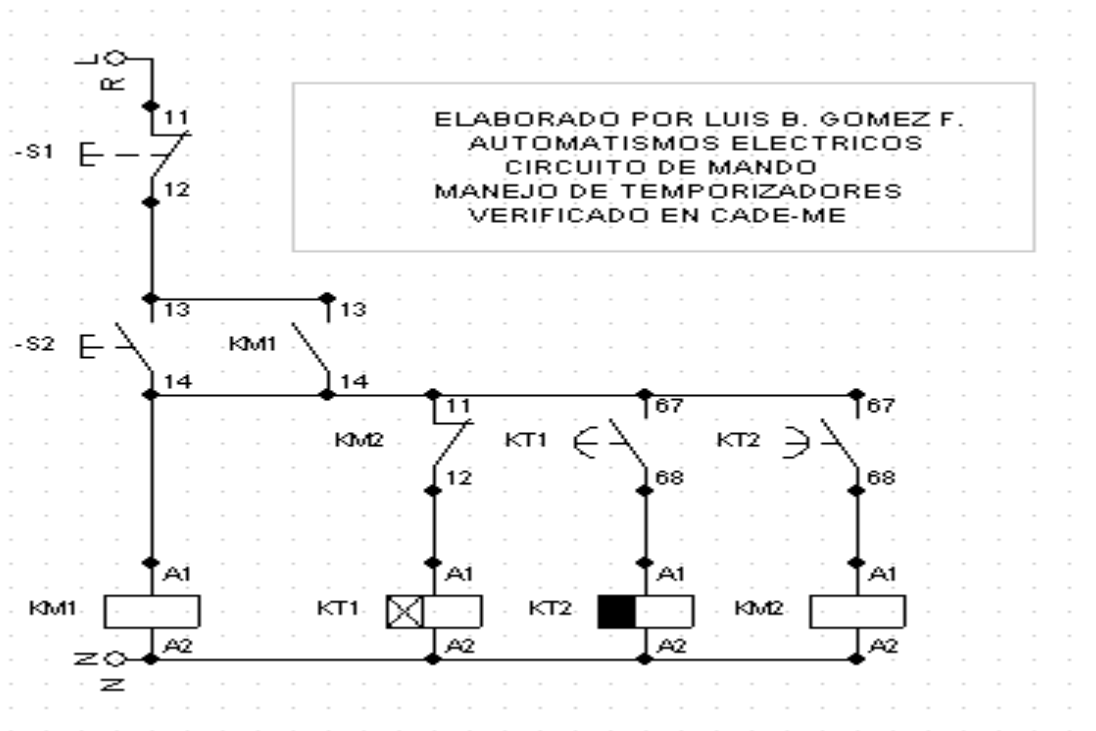
Desconexión del contactor al cabo de un tiempo de accionar el S2.



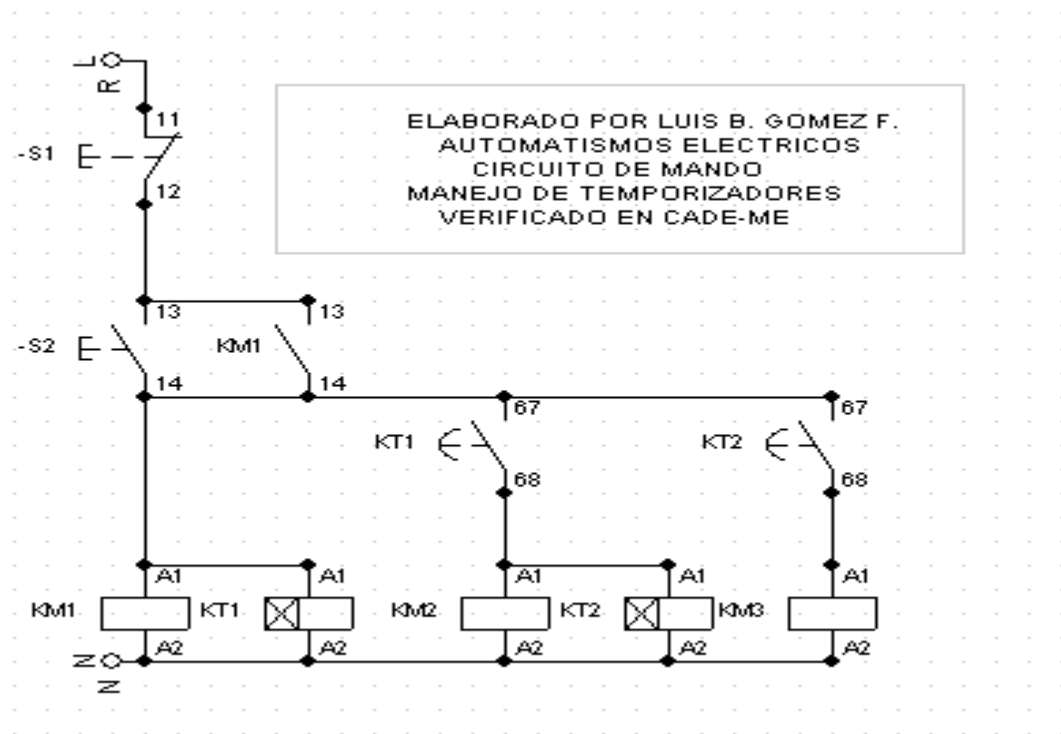
Conexión de KM2 pasado un tiempo del accionamiento de S2. Parada por S1.



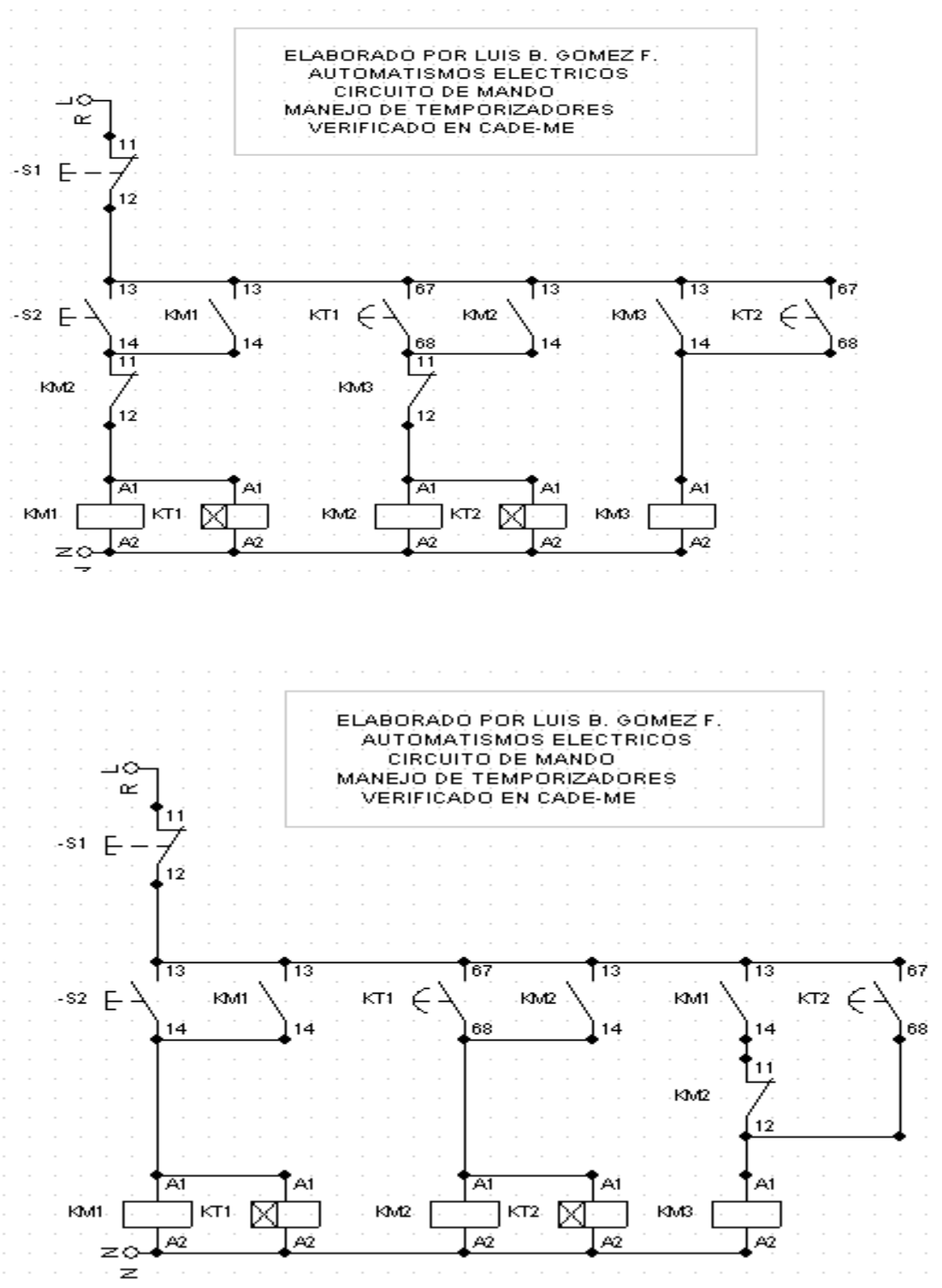
Conexión y desconexión intermitente de KM2 al accionar SM.



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



Conexión y desconexión simultanea de tres contactores



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,...

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: conexión 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

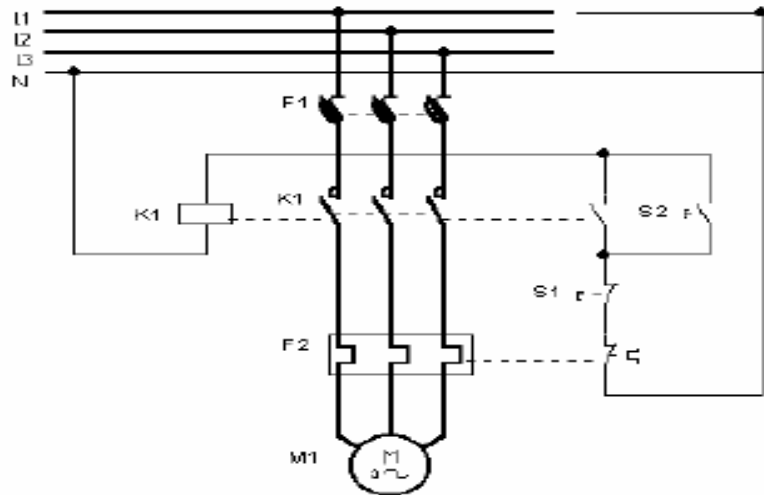
- **Unifilar:** un solo elemento por componente. Se utiliza en planos generales
- **Multifilar:** representa todos los elementos de cada componente.

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

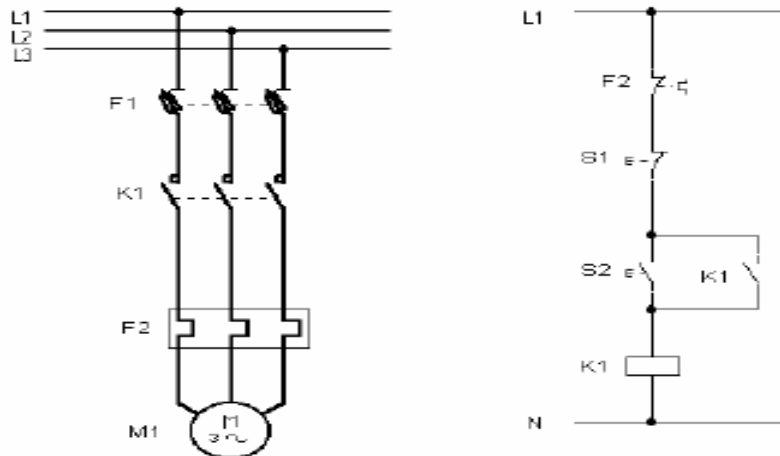


Representación desarrollada

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



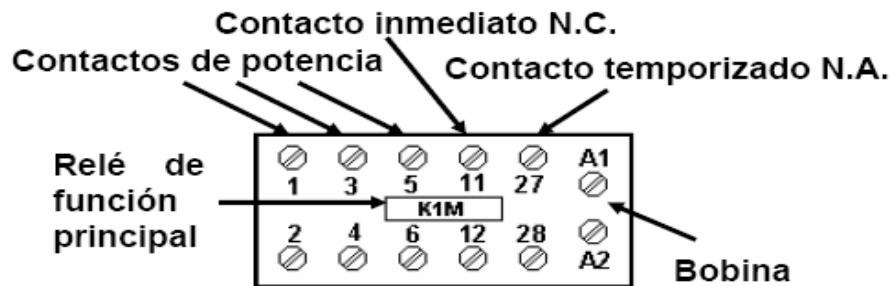
Identificación de componentes

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,...)



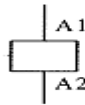
Normas generales de marcado

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.

SIMBOLOGIA IEC

- Bobinas



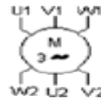
- Elementos de señalización



- Motores



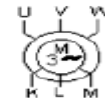
Motor trifásico



Motor Estrella-triángulo



Motor Dahlander



Motor de anillos rozantes

- Contactos de potencia

- Se utiliza un solo dígito



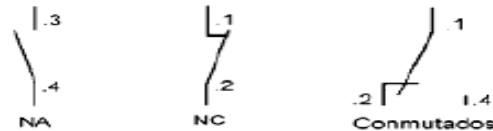
- Contactos auxiliares

- Se utilizan dos dígitos

- Unidades: Tipo de contacto o cifra de función.

- Decenas: Nº de orden. Posición del contacto dentro del elemento

- Normales



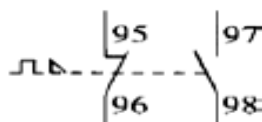
- Contactos auxiliares (cont.)

- Temporizados



- Contactos de protección térmica

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



IDENTIFICACIÓN DE BORNES

Se deben separar los 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: nº 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: nº de bornes = L1-L2-L3-N-PE-U1-V1-W1-U2-V2-W2-U3-V3-W3-U4-V4....

Representación del esquema de los circuitos

Se admiten dos tipos de representación de los esquemas de los circuitos:

UNIFILAR Y DESARROLLADO

Cada uno de ellos tiene un cometido distinto en función de lo que se requiere expresar:

Esquema unifilar

El esquema unifilar o simplificado se utiliza muy poco para la representación de equipos eléctricos con automatismos por su pérdida de detalle al simplificar los hilos de conexión agrupándolos por grupos de fases, viéndose relegado este tipo de esquemas a la representación de circuitos únicamente de distribución o con muy poca automatización en documentos en los que no sea necesario expresar el detalle de las conexiones. Todos los órganos que constituyen un aparato se representan los unos cerca de los otros, tal como se implantan físicamente, para fomentar una visión globalizada del equipo.

El esquema unifilar no permite la ejecución del cableado. Debemos recordar que las normativas internacionales obligan a todos los fabricantes de equipos eléctricos a facilitar con el equipo todos los esquemas necesarios para su mantenimiento y reparación, con el máximo detalle posible para no generar errores o confusiones en estas tareas por lo que se recomienda el uso de esquemas desarrollados.

Esquema desarrollado

Este tipo de esquemas es explicativo y permite comprender el funcionamiento detallado del equipo, ejecutar el cableado y facilitar su reparación.

Mediante el uso de símbolos, este esquema representa un equipo con las conexiones eléctricas y otros enlaces que intervienen en su funcionamiento. Los órganos que constituyen un aparato no se representan los unos cerca de los otros, (tal como se implantarían físicamente), sino que se separan y sitúan de tal modo que faciliten la comprensión del funcionamiento. Salvo excepción, el esquema no debe contener trazos de unión entre elementos constituyentes del mismo aparato (para que no se confundan con conexiones eléctricas) y cuando sea estrictamente necesaria su representación, se hará con una línea fina de trazo discontinuo.

Se hace referencia a cada elemento por medio de la identificación de cada aparato, lo que permite definir su tipo de interacción. Por ejemplo, cuando se alimenta el circuito de la bobina del contactor KM2, se abre el contacto de apertura correspondiente 21-22 representado en otro punto del esquema y referenciado también con las mismas siglas KM2.

Sistema de identificación de los elementos en esquemas desarrollados

Todos los equipos que componen un equipo de automatismos se identifican mediante una letra (excepcionalmente dos) que identifica su función tomadas de la siguiente tabla seguida de un número:

Ejemplo:

- 1 solo contactor de motor = KM1
- Varios contactores similares (para motor) = KM1, KM2, KM3, etc.

NORMAS INTERNACIONAL

A	Conjuntos y subconjuntos funcionales de serie	Amplificador de tubos o transistores, amplificador magnético, regulador de velocidad, autómatas programables
B	Transductores de magnitudes eléctricas	Par termoeléctrico, detector termoeléctrico, detector fotoeléctrico, dinamómetro eléctrico, transductores de presión o temperatura, detectores de proximidad.
C	Condensadores	
D	Operadores binarios. dispositivos de	Operadores combinatorios. interruptores de

	temporización y de puesta en memoria	décadas, línea de retardo, relés biestables, relés monoestables, grabador, memoria magnética.
E	Materiales varios	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla
F	Dispositivos de protección	Cortacircuitos fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima corriente, relé de protección de umbral de tensión.
G	Generadores, dispositivos de alimentación	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería oscilador, oscilador de cuarzo, inversores.
H	Dispositivos de señalización	Piloto luminoso, señalizador acústico, led
K	Relés de automatismos y contactores en general	Relés y contactores. (se utiliza KA y KM en los automatismos importantes)
KA	Relés de automatismos y contactores auxiliares	Contactador auxiliar de temporización, todo tipo de relés
KM	Contactores de potencia	Contactores de motores o resistencias
L	Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo
M	Motores	
N	Subconjuntos que no sean de serie	
P	Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato registrador, contador, conmutador horario
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntores magnetotérmicos, seccionadores, interruptores diferenciales, interruptores de potencia, guardamotores.
R	Resistencias	Resistencias regulables, potenciómetro, reostato, shunt, termistancia
S	Aparatos mecánicos de accionamiento manual para conexión de circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, selector, conmutador
T	Transformadores	Transformador de tensión, transformador de intensidad
U	Moduladores y convertidores	Convertidores de frecuencia, variadores de velocidad electrónicos, discriminador, demodulador, codificador, convertidor-rectificador, ondulator autónomo
V	Tubos electrónicos semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga (ej.: neón), lámparas de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador.
W	Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X	Regleteros de bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, regletero de bornas, salida de soldadura
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Electrofreno, embrague, electroválvula, electroimán
Z	Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

8. 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

$$P_U(n_0) = 0$$

- 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 LOS 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 estátor.

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 $380\text{ V} = 660\text{ V} / 3$). La punta de corriente durante el arranque se reduce en :Id □□1,5 a 2,6 In

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.

<i>p</i>	<i>n_s</i> (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.

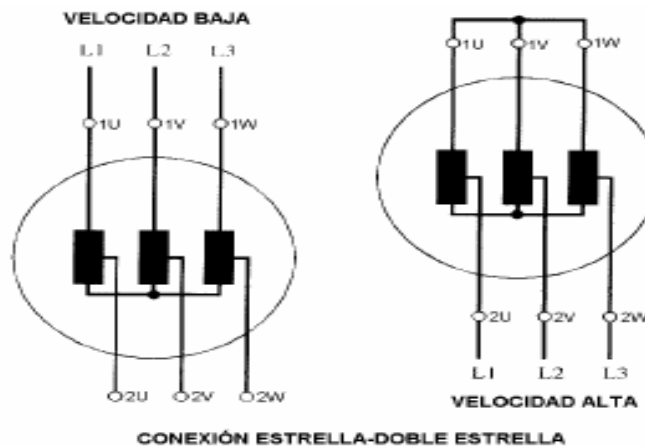
Frecuencia de red

- 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

9. 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.

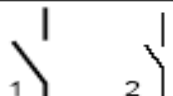
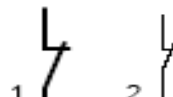








_ En caso de duda, antes de actuar consulte el catálogo o instrucciones de montaje y mantenimiento de los productos, o consulte al fabricante.



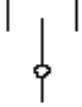

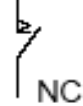
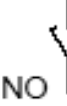
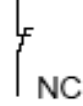
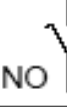
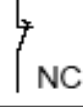




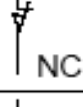
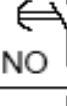
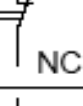
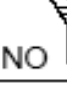
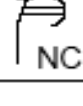
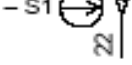
10. SIMBOLOGIA INTERNACIONAL

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


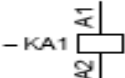

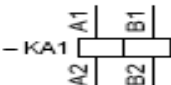
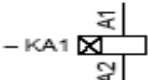
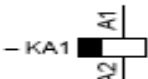
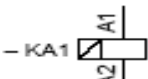
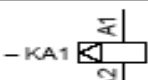
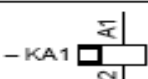
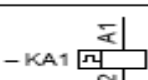
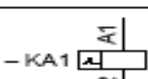
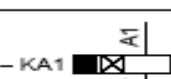

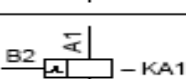
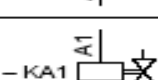
La norma IEC 1082-1 define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñarlos esquemas y realizar los equipos eléctricos. El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la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

CONTACTOS

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

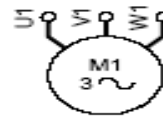
Contactos de dos direcciones no solapado (apertura antes de cierre)	
Contactos de dos direcciones solapado	
Contacto de dos direcciones con posición mediana de apertura	
Contactos presentados en posición accionada	 
Contactos de apertura o cierre anticipado. Funcionan antes que los contactos restantes de un mismo conjunto	 
Contactos de apertura o cierre retardado. Funcionan más tarde que los contactos restantes de un mismo conjunto	 
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	 
Contactos de cierre o apertura temporizados al accionamiento	 
Contactos de cierre o apertura temporizados al desaccionamiento	 
Interruptor de posición de apertura, de maniobra de apertura positiva	

MANDOS DE CONTROL

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

MAQUINAS GIRATORIAS

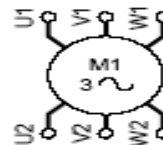
Motor asíncrono trifásico,
de rotor en cortocircuito



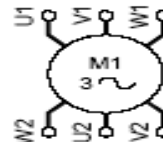
Motor asíncrono monofásico



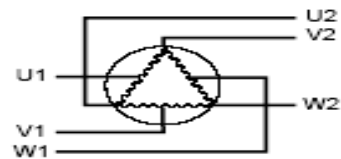
Motor asíncrono de dos devanados
estátor separados
(motor de dos velocidades)



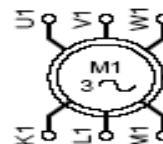
Motor asíncrono con seis bornas de
salida (acoplamiento estrella-triángulo)



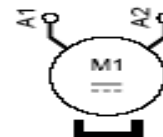
Motor asíncrono de acoplamiento de
polos (motor de dos velocidades)



Motor asíncrono trifásico,
rotor de anillos





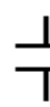
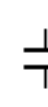
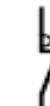

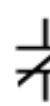
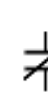


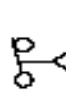
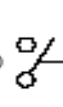
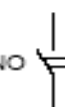
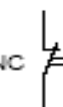
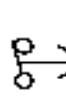
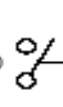



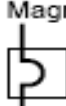


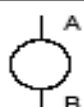
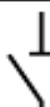

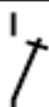


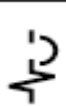
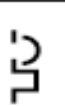
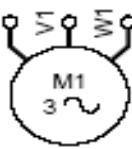
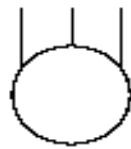
Motor de imán permanente



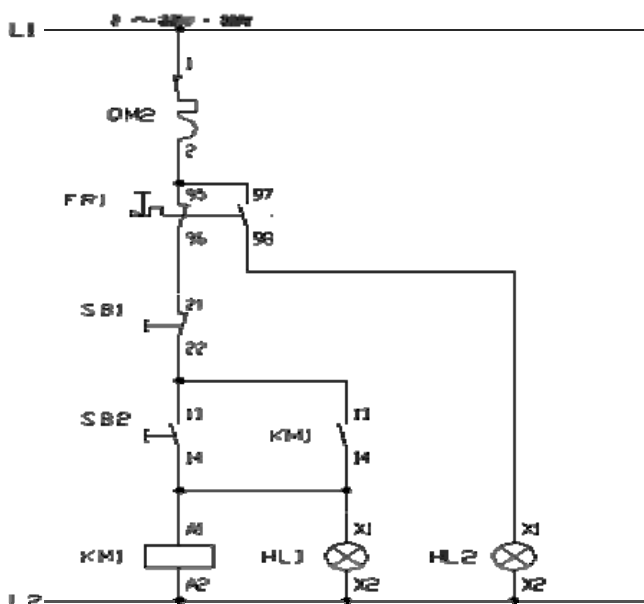
Motor asíncrono equipado con
sondas de termistancia



TABLA COMPARATIVA

Naturaleza de los símbolos gráficos	Normas europeas		Normas EE.UU.	
Contacto de cierre "NA" Potencia-Control				
Contacto de apertura "NC" 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				

10. ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO. MANDO CON PULSADORES DE MARCHA/PARO



DESCRIPCION

El mando por pulsadores utiliza el concepto de realimentación o enclavamiento del contactor. Al cerrar el pulsador de marcha (NA), el contacto auxiliar NA en paralelo con él se cierra, con lo que ya puede soltarse el pulsador, y el contactor continuará en funcionamiento. El pulsador de parada (NC) abre el circuito de la bobina al ser actuado, con lo que el contacto de enclavamiento también se abre y el contactor (y con él el motor) se desactiva. La ventaja de un sistema de pulsadores (también llamado "de impulsos") frente al contacto permanente es que pueden establecerse cuantos puntos de control de marcha, paro o combinados se deseen, facilitando con ello la automatización del sistema. Los colores de los pulsadores están normalizados. Por otra parte, cuando se utilizan pulsadores, es muy frecuente que la protección contra sobrecargas no se encargue al magnetotérmico o fusibles de cabecera, sino a un relé térmico guardamotor, que actúa sobre el esquema de mando, abriendo el contactor cuando la corriente absorbida por el motor supera un umbral regulable sobre el relé. Tras el disparo, el relé térmico debe rearmarse (a veces hay que esperar a que se enfríe), para volver a arrancar. Suele incorporar, además del contacto de disparo (NC), otro de señalización del disparo (NA), que se conecta a un piloto de señalización (rojo).

LEYENDA

QM1- Interruptor magnetotérmico fuerza

QM2- Interruptor magnetotérmico mando

SB1- Pulsador de parada

SB2- Pulsador de marcha

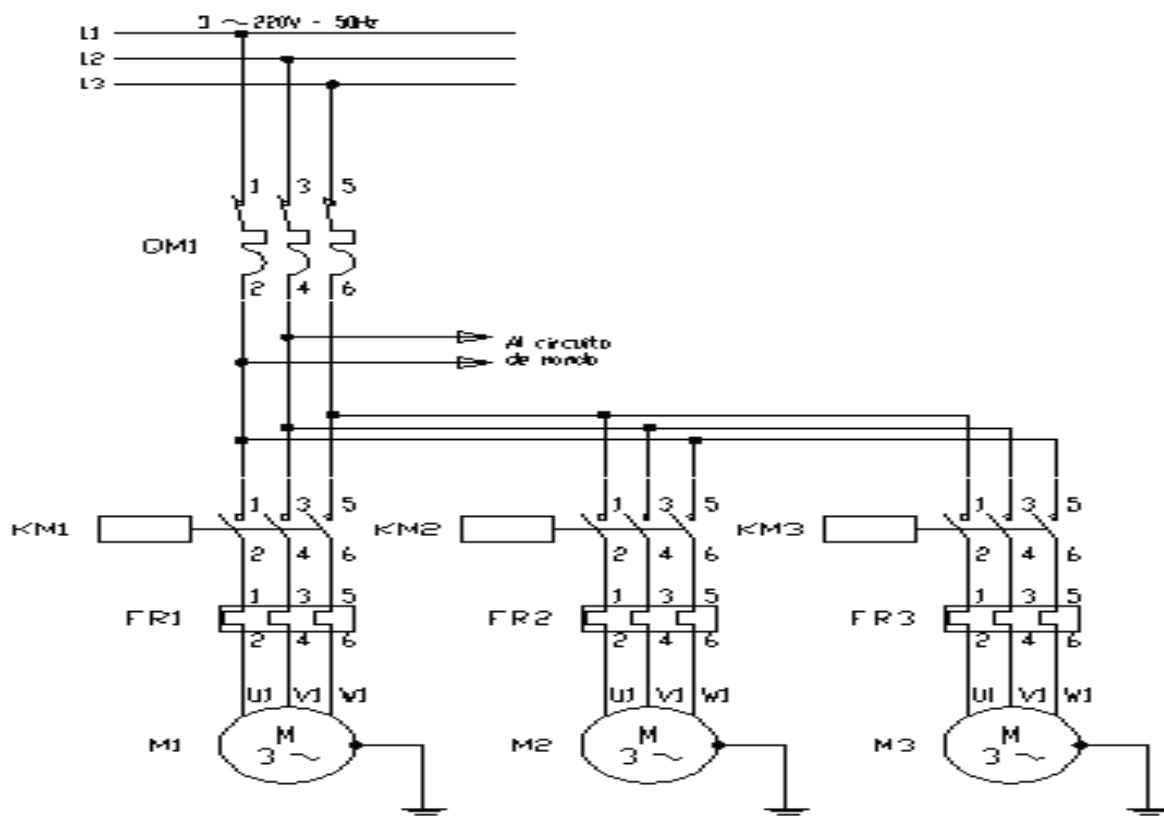
KM1- Contactor

M1- Motor

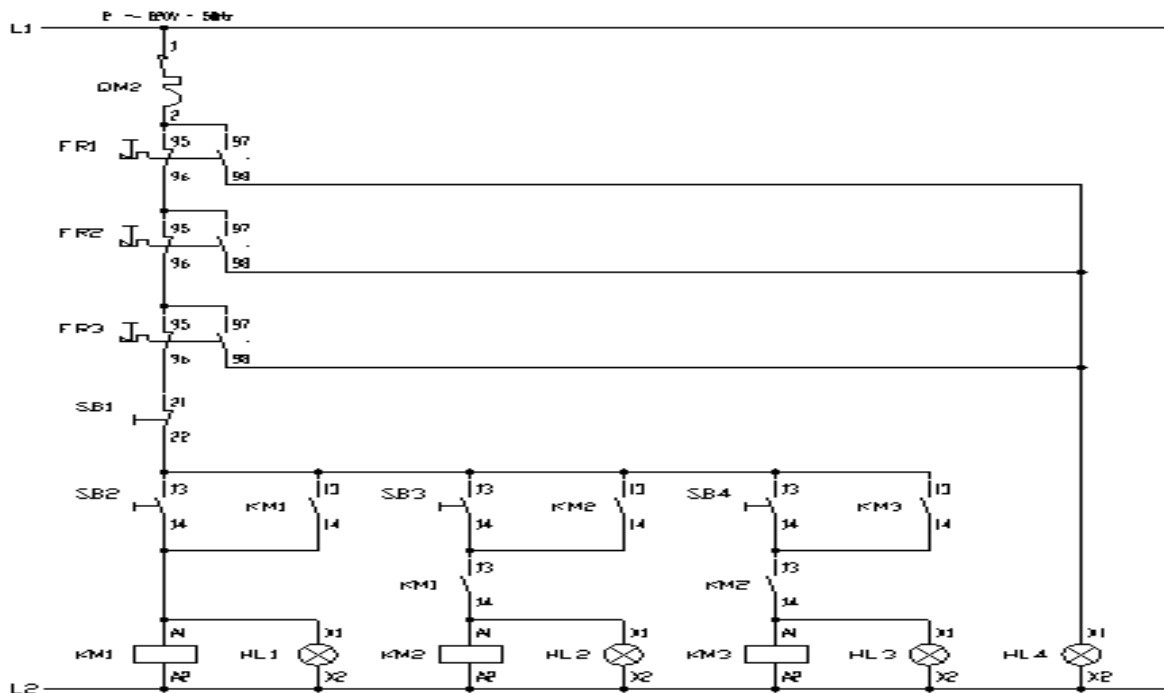
HL1- Lámpara motor en marcha.

HL2- Lámpara relé térmico.

ARRANQUE DE TRES MOTORES TRIFÁSICOS EN CASCADA EN EL ORDEN 1-2-3



CIRCUITO DE MANDO



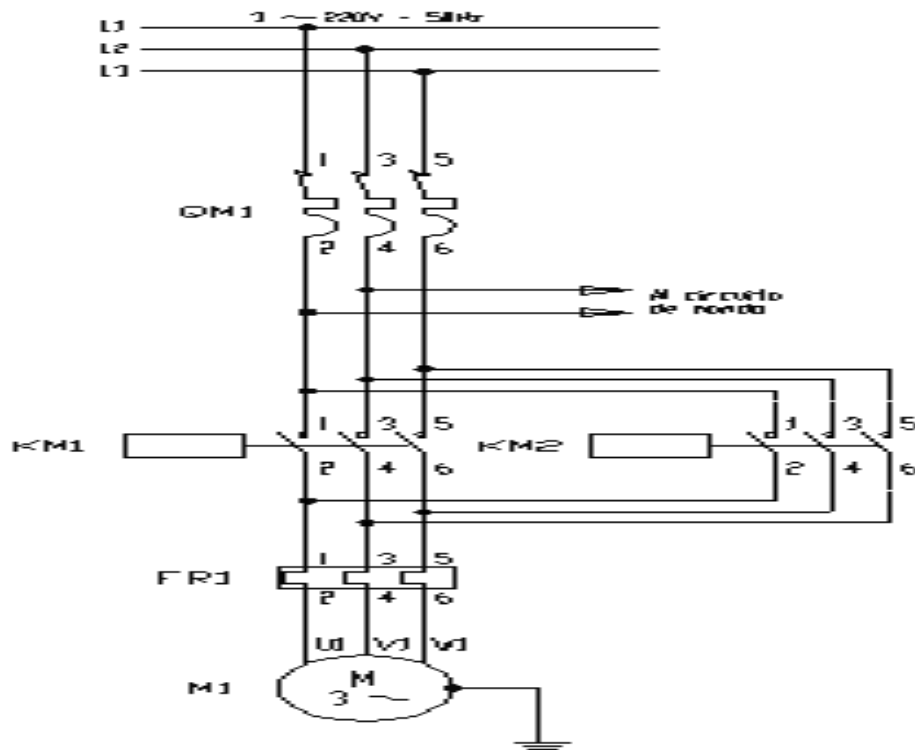
DESCRIPCION

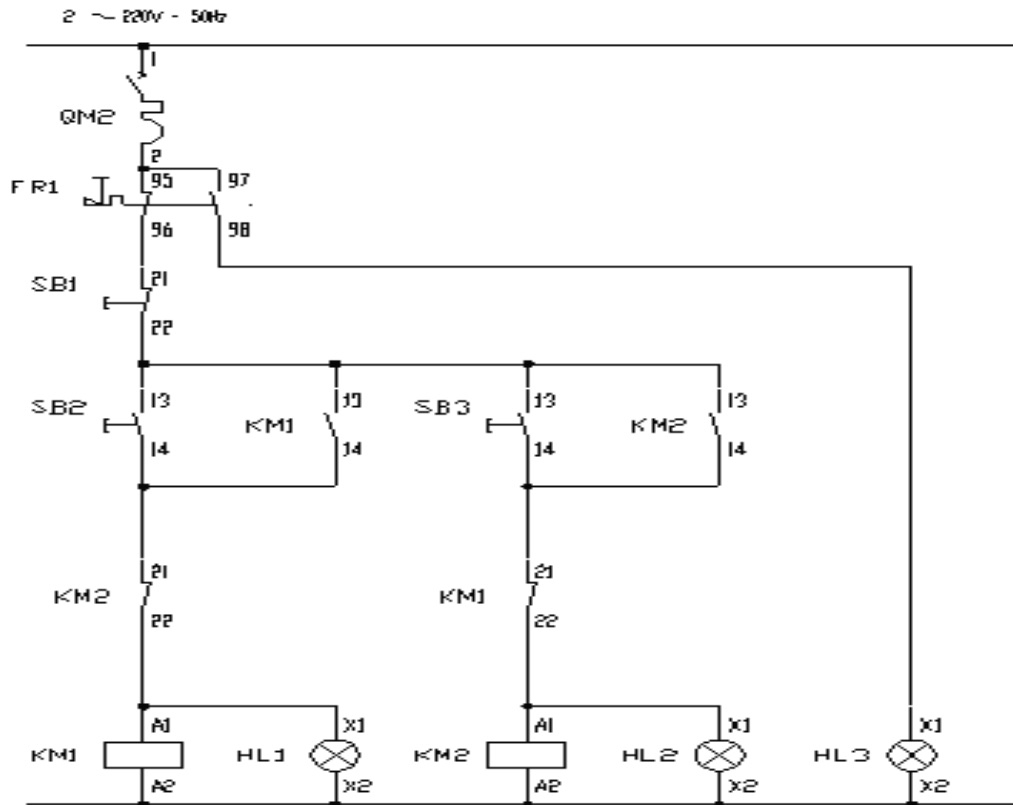
Los tres motores, pertenecientes al mismo proceso, son de funcionamiento simultáneo. Sin embargo, su arranque simultáneo produciría una elevada corriente de arranque sobre la línea de alimentación, que desea evitarse. Además, es necesario que el arranque se realice en un orden determinado, debido a las características del proceso. Se resuelve el orden de arranque mediante un contacto abierto del contactor anterior, en serie con la bobina del contactor siguiente. Al activar el primer contactor, prepara el circuito de la bobina del segundo para que éste pueda activarse, y así sucesivamente. La parada debe ser simultánea, tanto voluntaria como por fallo de cualquier motor. Por esta razón, existe un solo pulsador de parada, que corta los tres contactores, y los contactos cerrados de los relés térmicos están en serie. En el cuadro no es necesario indicar por separado el disparo de cada térmico, puesto que éstos llevan un testigo visual que permite comprobar cuál de ellos ha disparado. Solamente se utiliza una lámpara "disparo de térmico".

LEYENDA

QM1- Interruptor magnetotérmico general.
QM2- I. Magnetotérmico circuito de mando
KM1- Contactor 1
KM2- Contactor 2
KM3- Contactor 3
FR1- Relé térmico M1
FR2- Relé térmico M2
FR3- Relé térmico M3
M1- Motor 1
M2- Motor 2
M3- Motor 3
SB1- Pulsador Parada
SB2- Pulsador de marcha motor 1
SB3- Pulsador de marcha motor 2
SB4- Pulsador de marcha motor 3
HL1. Lámpara M1
HL2- Lámpara M2.
HL3- Lámpara M3
HL4- Lámpara relé térmico.

INVERSIÓN DEL SENTIDO DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.
MANDO CON PULSADORES PASANDO POR PARO.





DESCRIPCION

El enclavamiento eléctrico realizado por los contactos cerrados impide que ambos contactores se activen a la vez. En un mando convencional por pulsadores, el pulsador de parada corta los circuitos de ambos contactores, con lo que se detiene el sentido de giro que esté activo en ese momento. Si no se actúa la parada, puede pulsarse sin peligro alguno el pulsador de marcha contraria a la activa, puesto que no se activará el contactor correspondiente, al estar cortada su bobina por el contacto cerrado del contactor activo. Por otra parte, cada contactor se realimenta por separado, mediante un contacto auxiliar NA. Como en el resto de las soluciones mediante pulsadores, su principal ventaja es que pueden disponerse varios cuadros de mando (control desde varios puntos), y no uno solo, bien para el control completo o la parada. No existe ningún elemento de seguridad que impida que el motor siga girando por inercia en el sentido de giro que llevaba anteriormente tras actuar el pulsador de parada, con lo que el tiempo de parada antes de ordenar la marcha contraria lo decide el operario.

LEYENDA

QM1- Interruptor magnetotérmico general.

QM2- I. Magnetotérmico circuito de mando

KM1- Contactor Izq.

KM2- Contactor Drcha.

FR1- Relé térmico

M1- Motor

SB1- Pulsador de parada

SB2- Pulsador de marcha Izq.

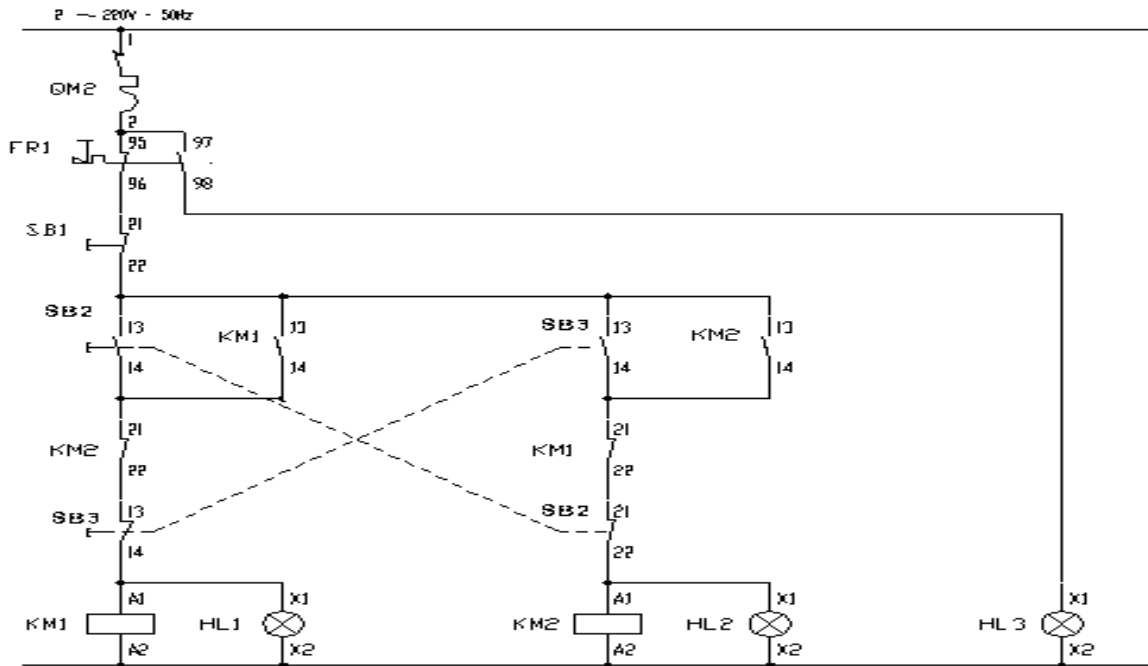
SB3- Pulsador de marcha Drcha.

HL1. Lámpara Izq.

HL2.- Lámpara Drcha.

HL3- Lámpara relé térmico.

INVERSIÓN DEL SENTIDO DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.
MANDO CON PULSADORES SIN PASAR POR PARO.



DESCRIPCION

En motores cuya carga mecánica les frena rápidamente, algunas maniobras pueden exigir que no se active necesariamente el pulsador de parada, aunque éste exista para garantizar la parada total del motor. Esto ocurre fundamentalmente cuando las órdenes de inversión de giro las da el propio ciclo seguido por la máquina, y no un operario. En este caso, los pulsadores serían actuados por la propia máquina (finales de carrera). Además del enclavamiento eléctrico entre contactores (contactos NC), cada pulsador de marcha en un sentido de giro debe actuar como parada del otro sentido de giro, con lo que los pulsadores han de poseer cada uno dos contactos, uno abierto y otro cerrado. La imposibilidad de activación de ambos contactores a la vez queda asegurada, puesto que es necesario que se desactive un contactor para que el otro se ponga en marcha. El tiempo de actuación sobre cada pulsador supera al de desactivación del contactor cortado por él. Además, el recorrido mecánico de un contacto cerrado es normalmente más corto que el de un abierto, con lo que los NC de un mismo dispositivo abren antes de que los

NA cierran. Las dos características mencionadas garantizan un corto tiempo (transitorio), en que el motor no recibe alimentación en ningún sentido de giro, lo que le sirve para frenar suficientemente (bajo carga) y evitar una contracorriente peligrosa.

LEYENDA

QM1- Interruptor magnetotérmico general.

QM2- I. Magnetotérmico circuito de mando

KM1- Contactor Izq.

KM2- Contactor Drcha.

FR1- Relé térmico

M1- Motor

SB1- Pulsador de parada

SB2- Pulsador de marcha Izq.(Doble cámara)

SB3- Pulsador de marcha Drcha. (Doble cámara)

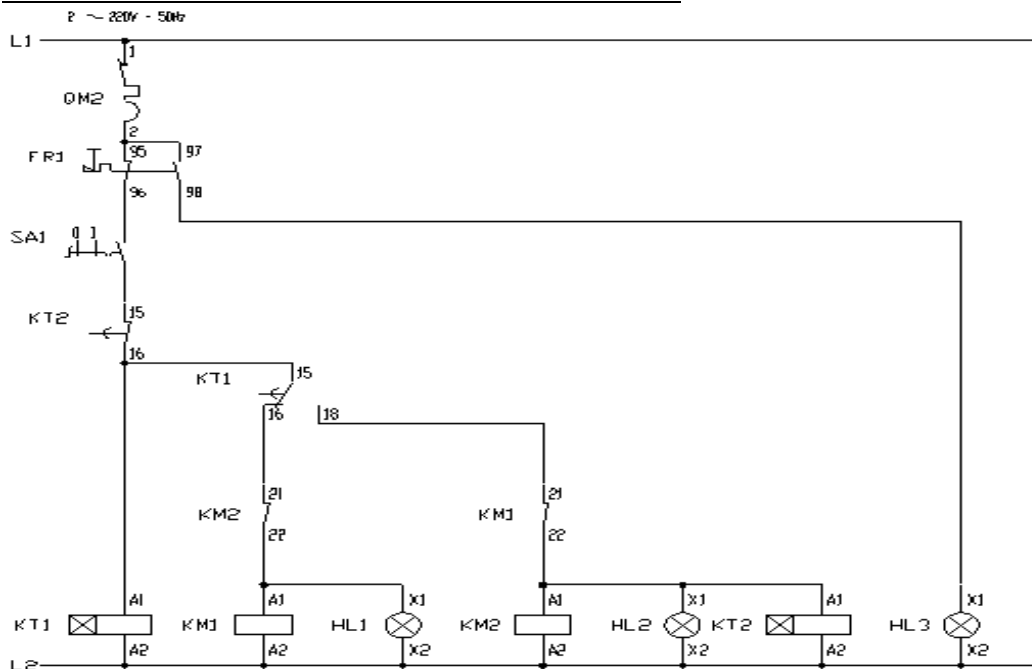
HL1. Lámpara Izq.

HL2.- Lámpara Drcha.

HL3- Lámpara relé térmico.

INVERSIÓN DEL SENTIDO DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

MANDO AUTOMÁTICO CON TEMPORIZADORES.



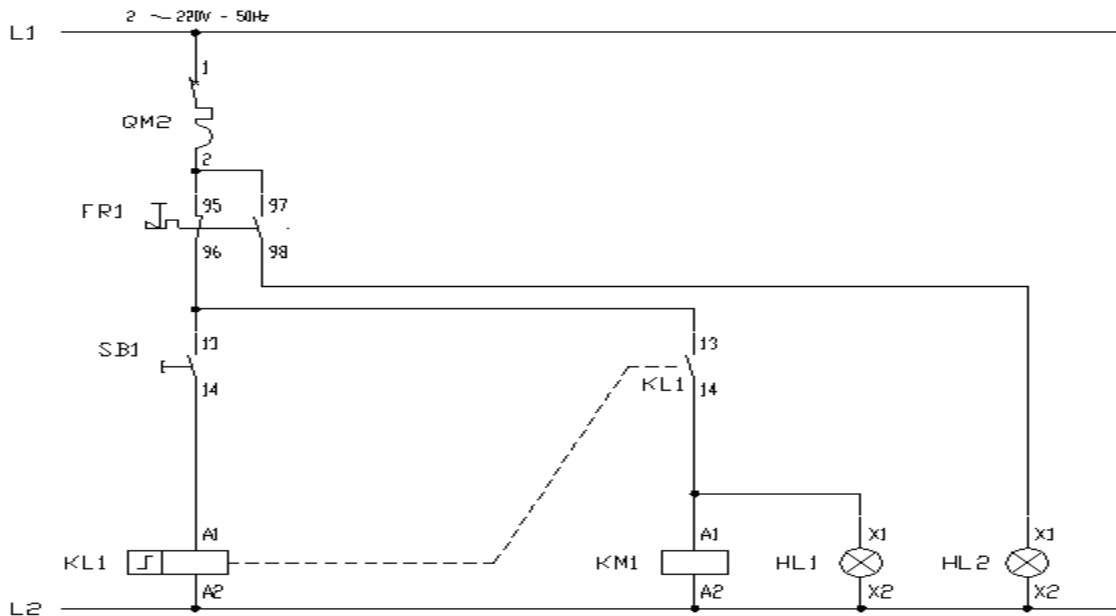
DESCRIPCION

Cuando el ciclo de una máquina exige que alguna función se realice durante un tiempo prefijado, se utilizan los dispositivos denominados temporizadores. En el tipo de temporizador utilizado (a la activación), el desplazamiento del contacto se realiza un tiempo después de activado el dispositivo. Cuando se pone en marcha el automatismo, queda conectado el primer sentido de giro, y, a la vez, comienza a contarse el tiempo del primer temporizador. Transcurrido éste, su contacto corta el funcionamiento del primer temporizador, y, debido al enclavamiento eléctrico del contacto NC, se pone en marcha el contactor del sentido de giro contrario. A la vez, comienza a contarse el tiempo del segundo temporizador. Cuando transcurre éste, el contacto del temporizador corta el funcionamiento de todo el circuito, y, con él, a sí mismo. Por tanto, el contacto de corte vuelve a cerrarse, poniendo en marcha nuevamente el ciclo hasta que se desactive el interruptor. Naturalmente, los tiempos de ambos temporizadores pueden ser iguales o diferentes, adaptándose mediante su regulación el ciclo que deba realizar la máquina.

LEYENDA

QM1- Interruptor magnetotérmico general.
QM2- I. Magnetotérmico circuito de mando
KM1- Contactor Izq.
KM2- Contactor Drcha.
FR1- Relé térmico
M1- Motor
SA1- Interruptor rotativo
KT1- Temporizador Izq.
KT2- Temporizador Drcha.
HL1. Lámpara Izq.
HL2.- Lámpara Drcha.
HL3- Lámpara relé térmico.

ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO CON TELERRUPTOR



DESCRIPCION

El telerruptor es un relé preparado para ser activado y desactivado con un solo pulsador. La primera pulsación produce la conexión, y la segunda la desconexión. Son normalmente monopolares y para cargas no muy elevadas, por lo que no pueden utilizarse en arranque de motores trifásicos directamente, pero sí mediante sistemas como el indicado. El telerruptor controla la activación y desactivación de la bobina del contactor que gobierna el motor, con lo que el único pulsador existente es de marcha y parada. Se trata de una solución interesante en máquinas cuyo cuadro de mandos debe simplificarse al máximo.

LEYENDA

QM1- Interruptor magnetotérmico general.
QM2- I. Magnetotérmico circuito de mando
KM1- Contactor
FR1- Relé térmico

M1- Motor

SB1- Pulsador de marcha

SB2- Pulsador de marcha

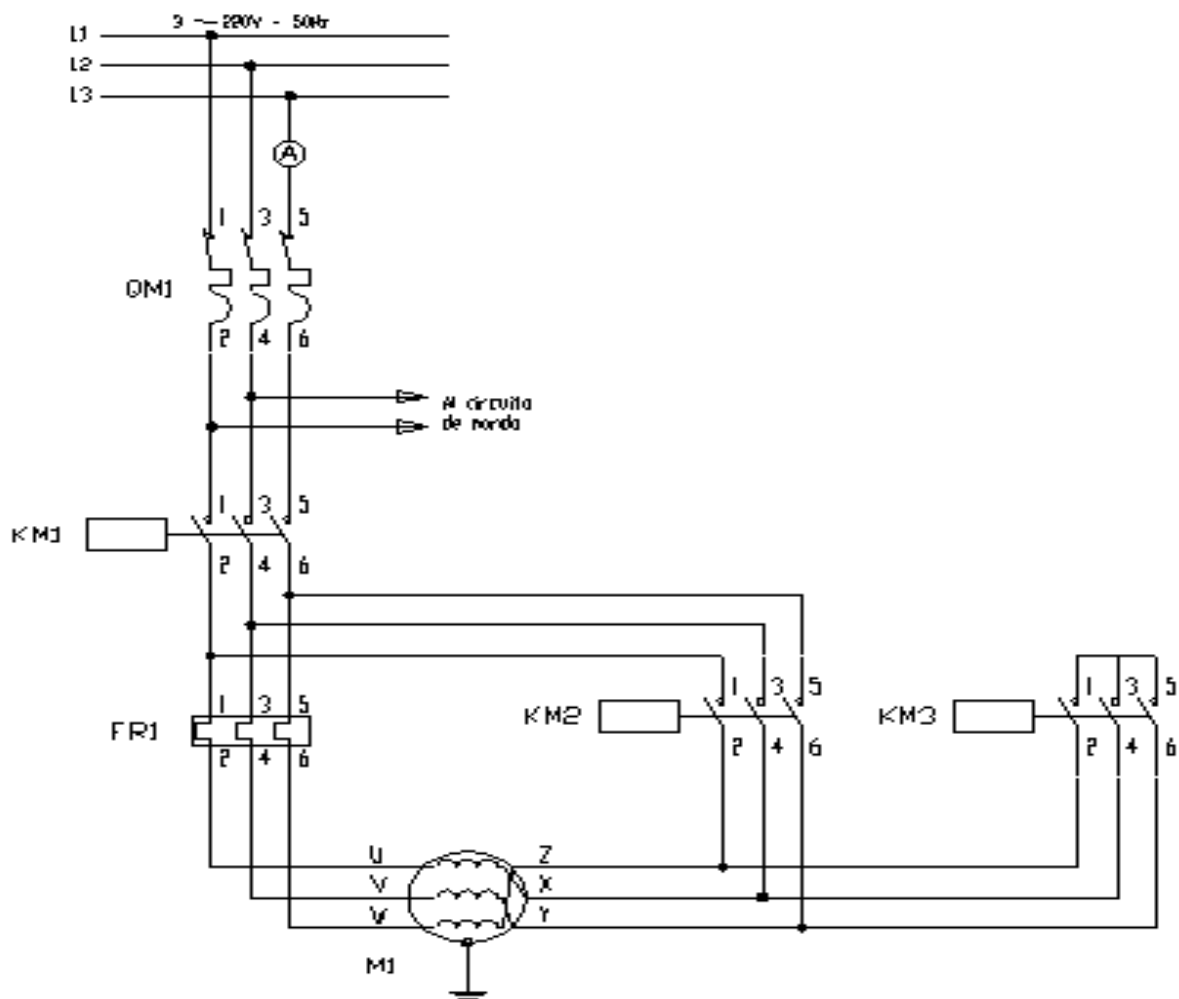
SB3- Pulsador de marcha

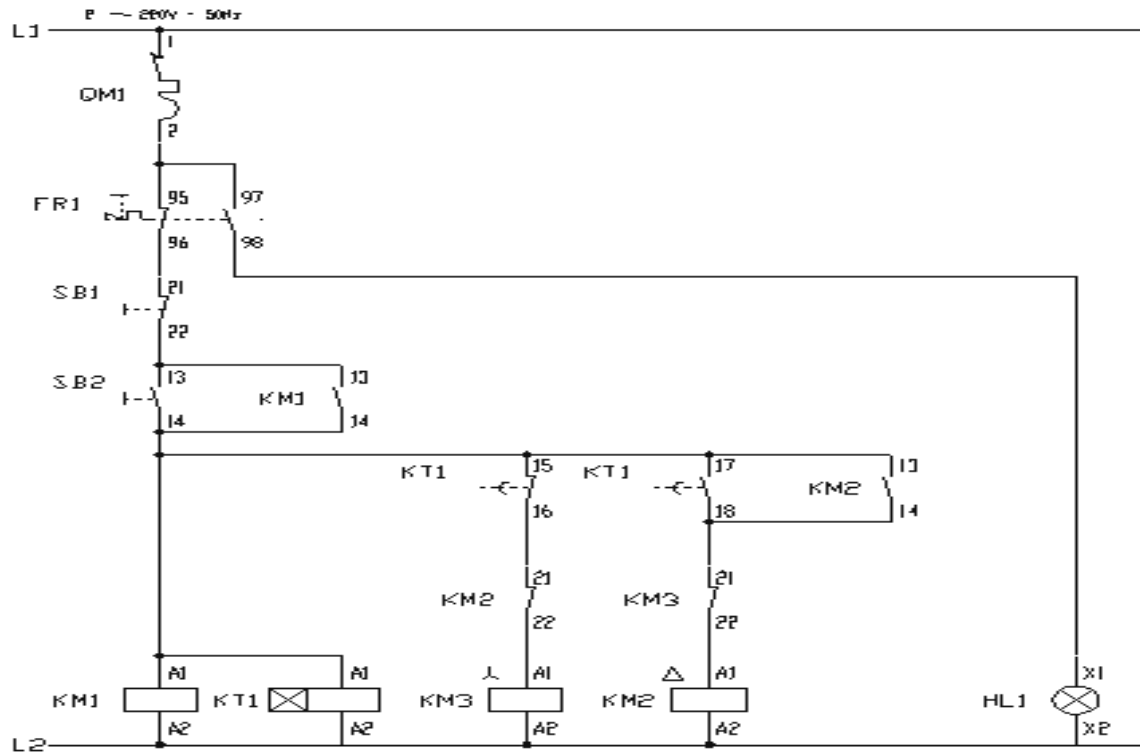
KL1- Telerruptor

HL1. Lámpara motor

HL2- Lámpara relé térmico.

ARRANQUE ESTRELLA/TRIÁNGULO DE UN MOTOR TRIFÁSICO. MANDO AUTOMÁTICO CON TEMPORIZADOR





DESCRIPCION

El fundamento del arranque estrella-triángulo se describe en el circuito de arranque por pulsadores. En aquel caso, se encargaba al operario la función de determinar el instante correcto para realizar la conmutación. En este circuito, la secuencia de conexiones se asegura mediante la determinación del tiempo que el motor tarda en acelerarse correctamente en estrella, utilizando un temporizador para la conmutación. El único inconveniente de este sistema, que libera al operario de la determinación del instante de paso correcto a triángulo, es que la máquina, en su proceso, pueda arrancar con cargas muy diferentes, lo que produciría tiempos distintos de aceleración, estando el temporizador tarado para un tiempo fijo. Como se trata de un caso raro, este sistema es el más utilizado; no obstante, siempre exige en la instalación la fijación del tiempo correcto de funcionamiento en estrella, para regular el temporizador. La orden de marcha activa el contactor de línea y el de estrella, con lo que el motor arranca, y, transcurrido el tiempo adecuado, el temporizador desactiva el contactor estrella y activa el contactor triángulo. Por ello, el temporizador debe poseer doble contacto (NC+NA) para asegurar que se abre el contactor estrella antes de que se active el contactor triángulo. Para prever la activación indebida del contactor estrella en un

retorno intempestivo del contacto del temporizador, se usa un enclavamiento eléctrico, mediante contactos NC, similar al de la inversión.

LEYENDA

QM1- Interruptor magnetotérmico

KM1- Contactor principal

KM2- Contactor Triángulo

KM3- Contactor Estrella

FR1- Relé térmico

M1- Motor

SB1- Pulsador de parada

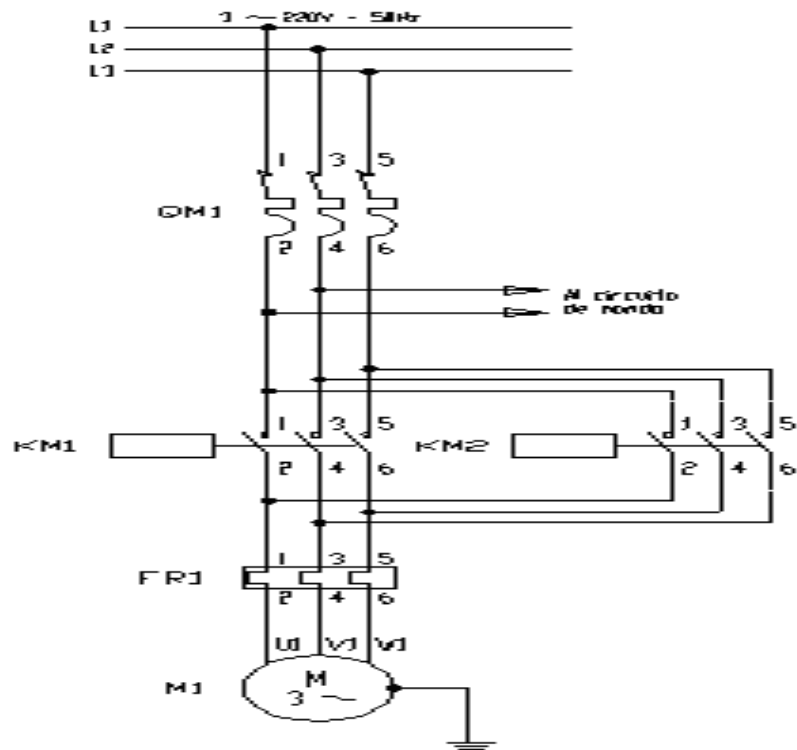
SB2- Pulsador de marcha

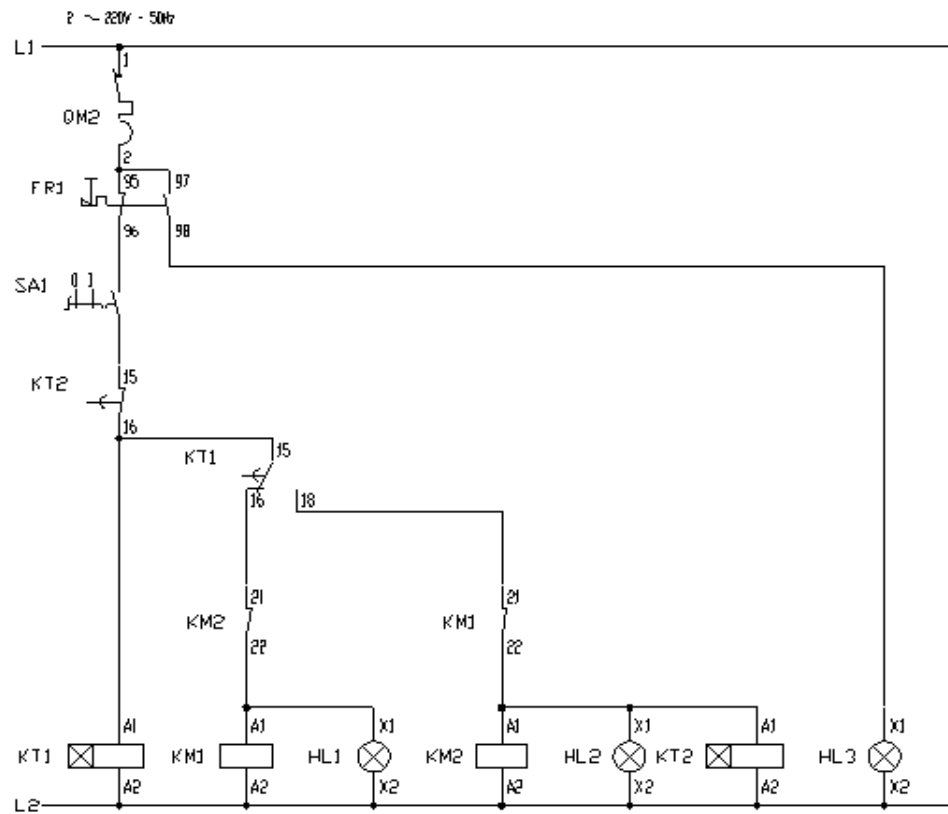
KT1- Temporizador

HL1- Señalización motor en marcha

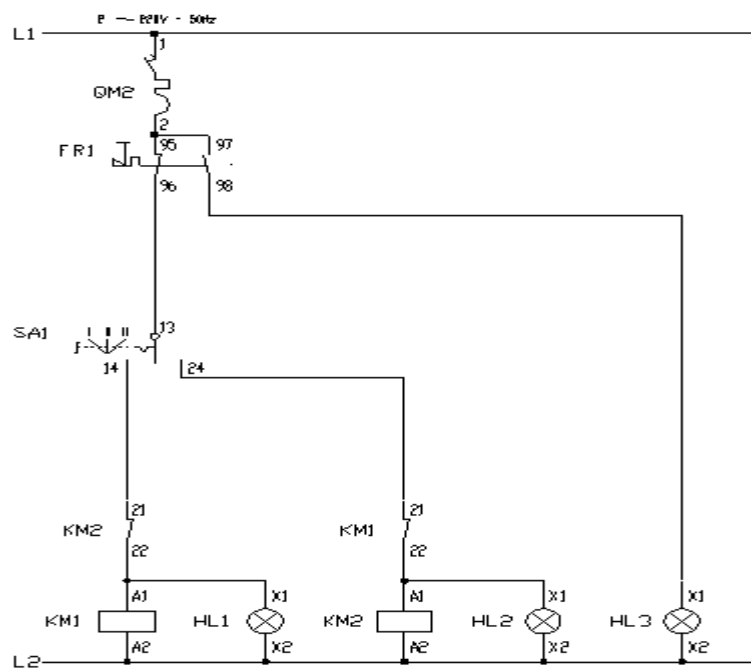
HL2- Señalización disparo relé térmico

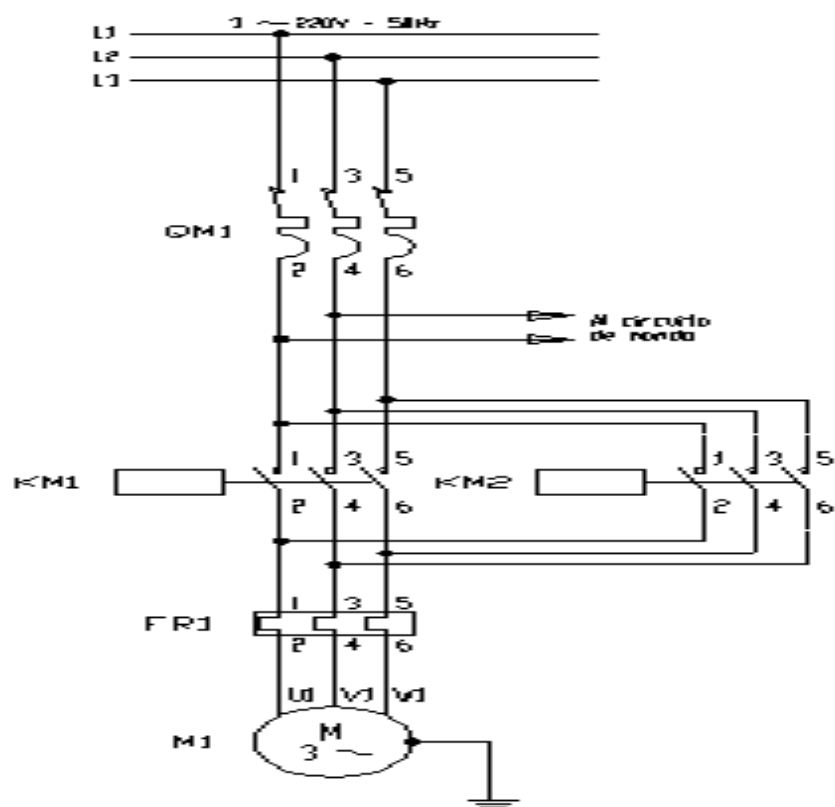
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFASICO
CON INVERSION DE GIRO CON TEMPORIZADORES





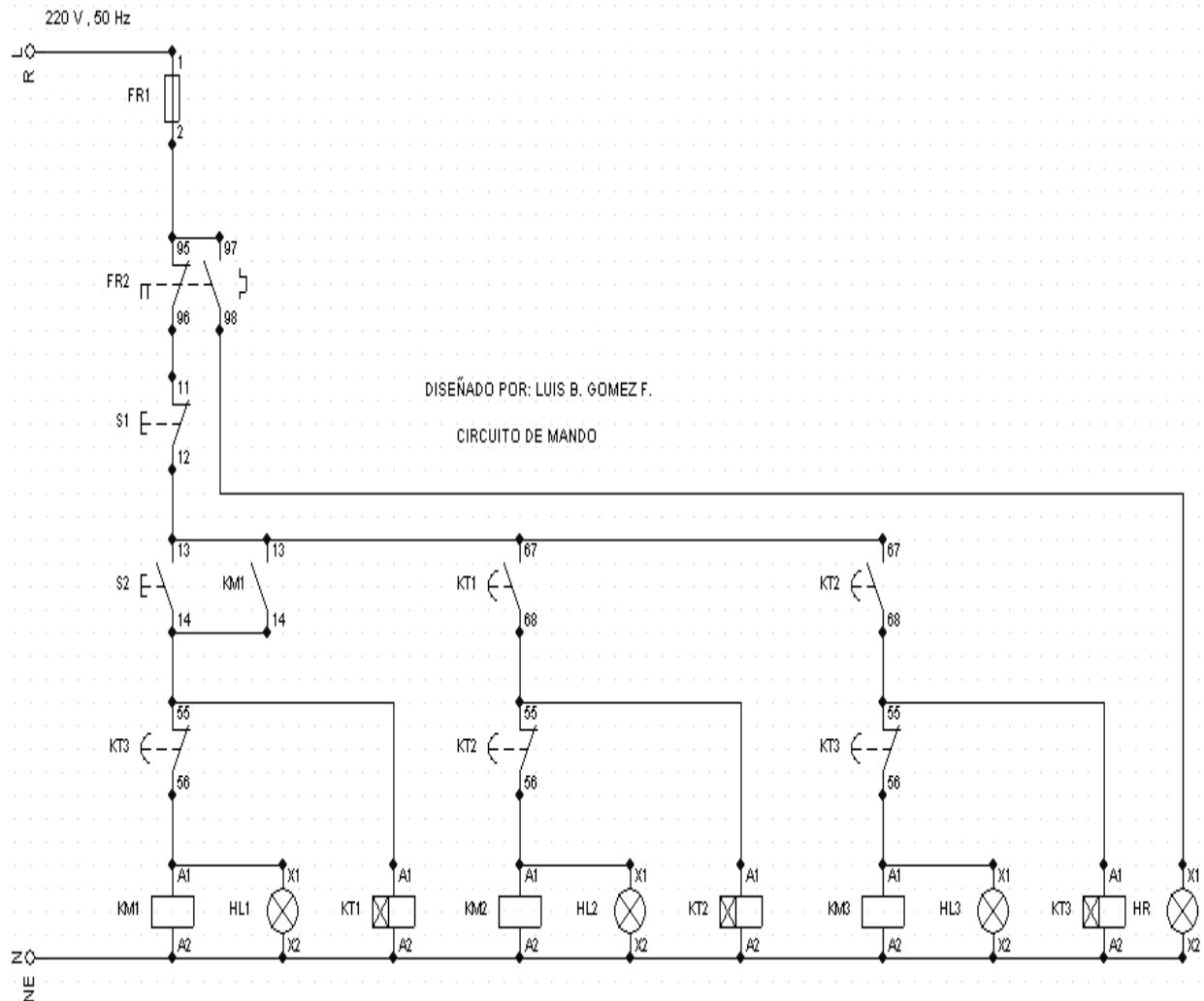
**INVERSIÓN DEL SENTIDO DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.
MANDO CON CONMUTADOR DE TRES POSICIONES.**





DIBUJADO EN CIR- CAD

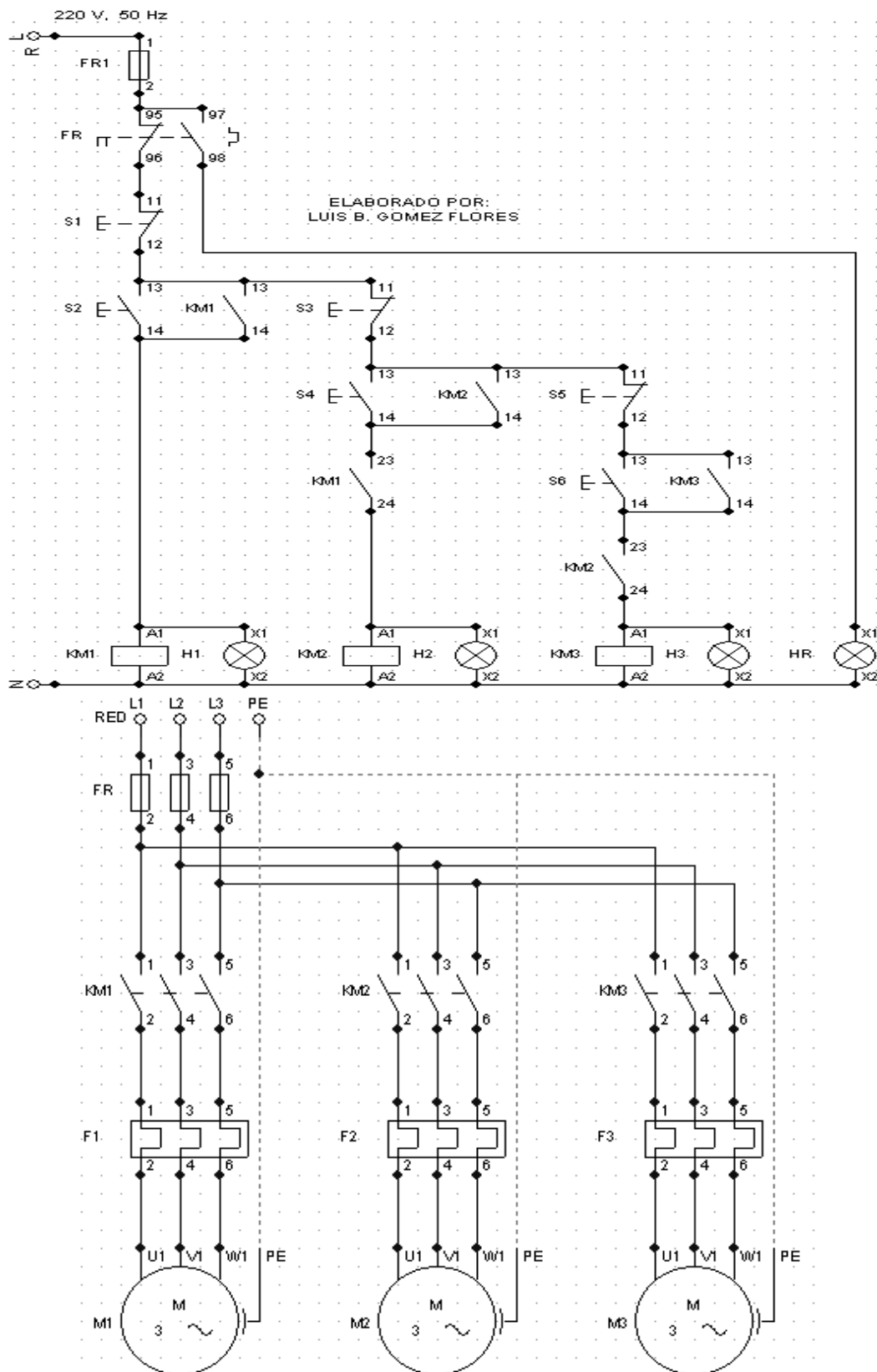
N-0 ARRANCADOR AUTOMATICO DE 3 MOTORES EN FORMA AUTOMATICA CON TEMPORIZADOR Dibujado y verificado en CADE_SIMU



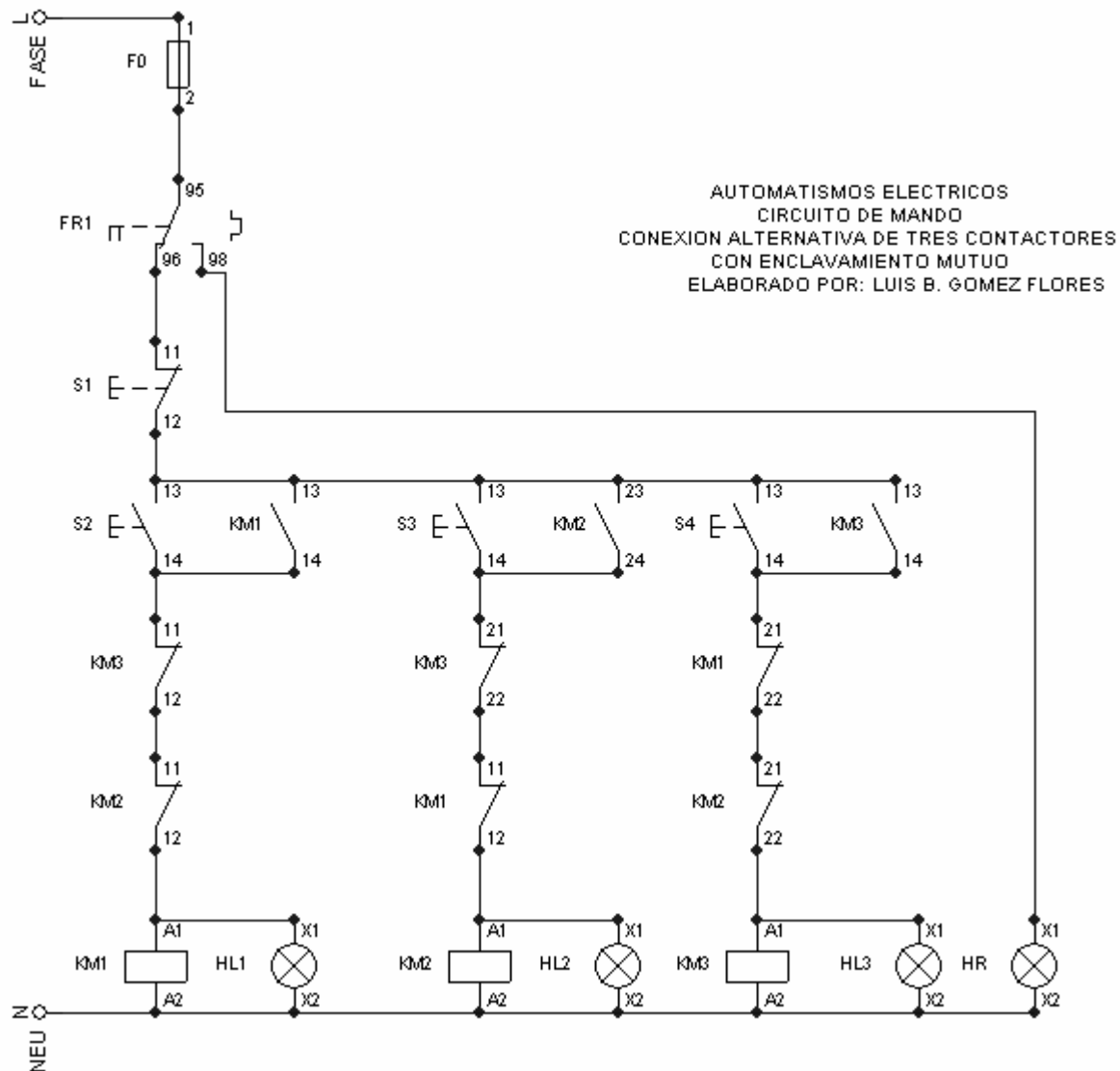
LEYENDA

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 motor3
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



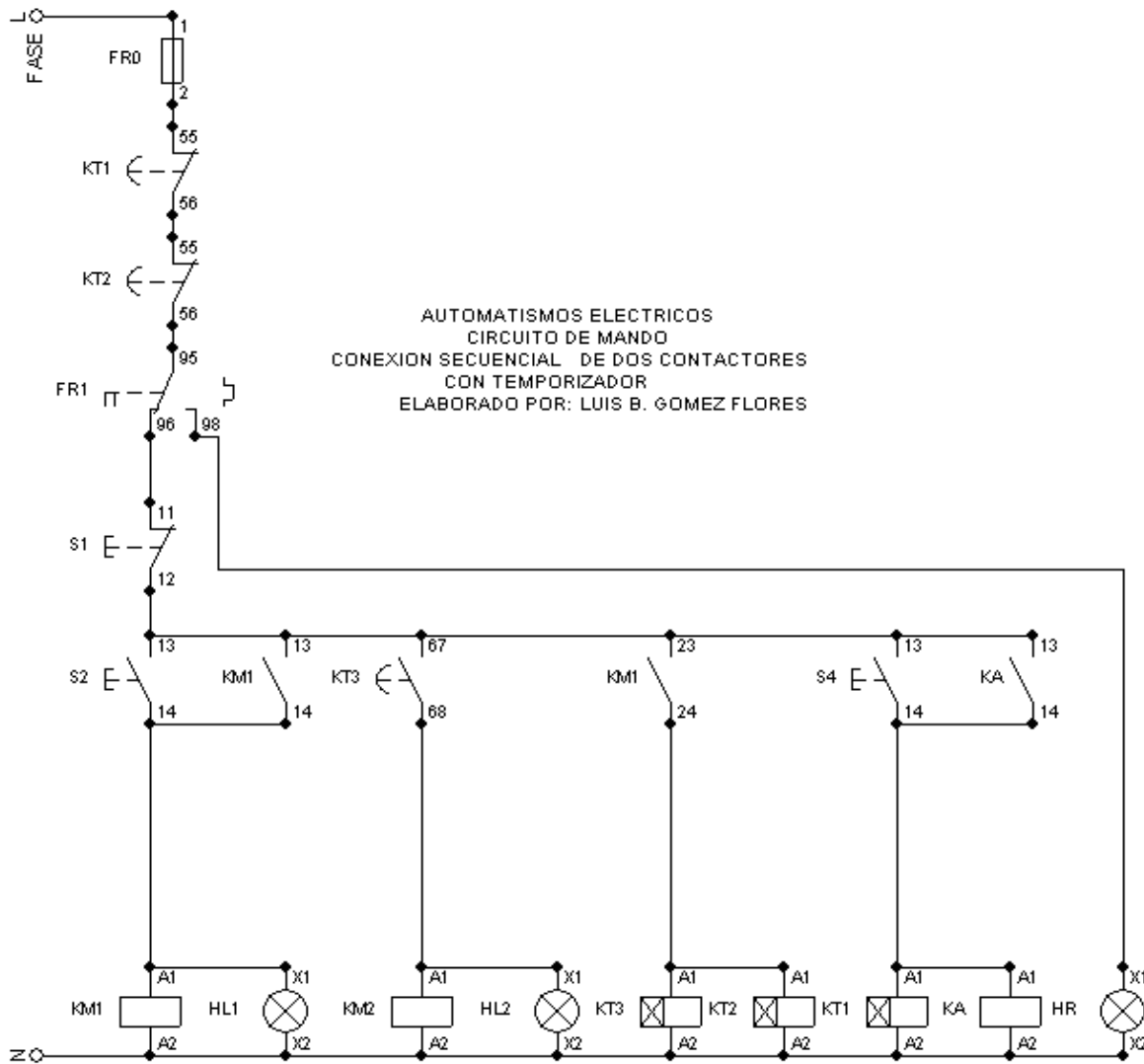
Nº2 CONEXIÓN ALTERNATIVA DE TRES CONTACTORES CON ENCLAVAMIENTO MUTUO



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

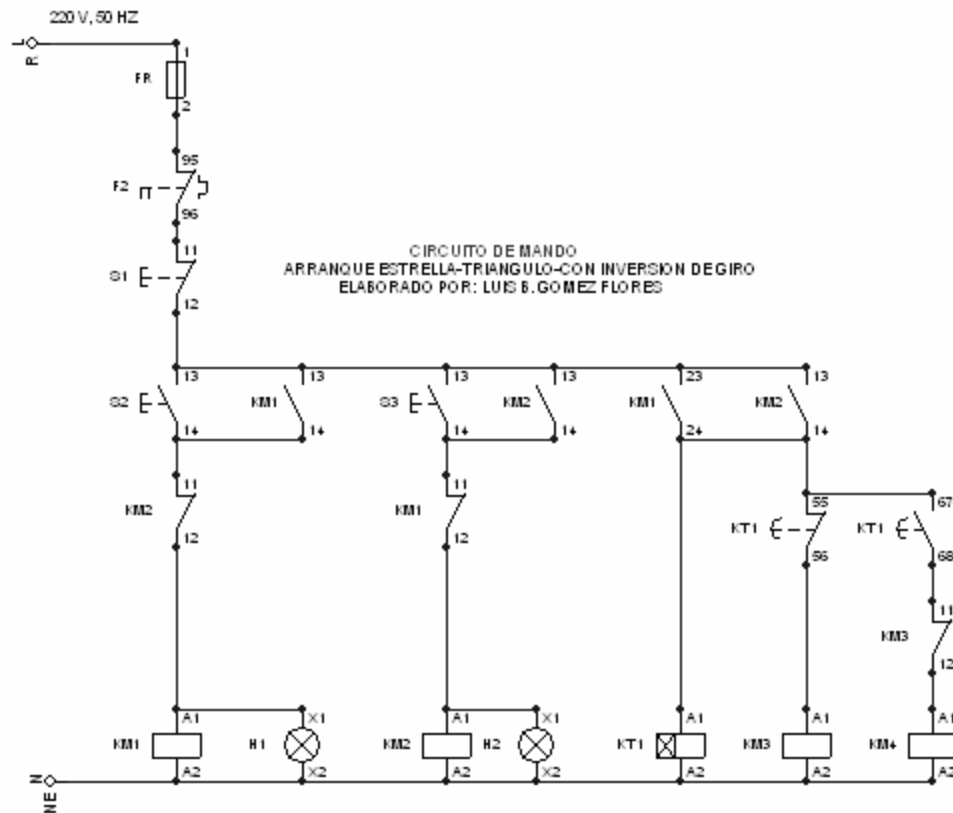
Nº3 CONEXIÓN SECUENCIAL DE DOS CONTACTORES CON TEMPORIZADORES



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

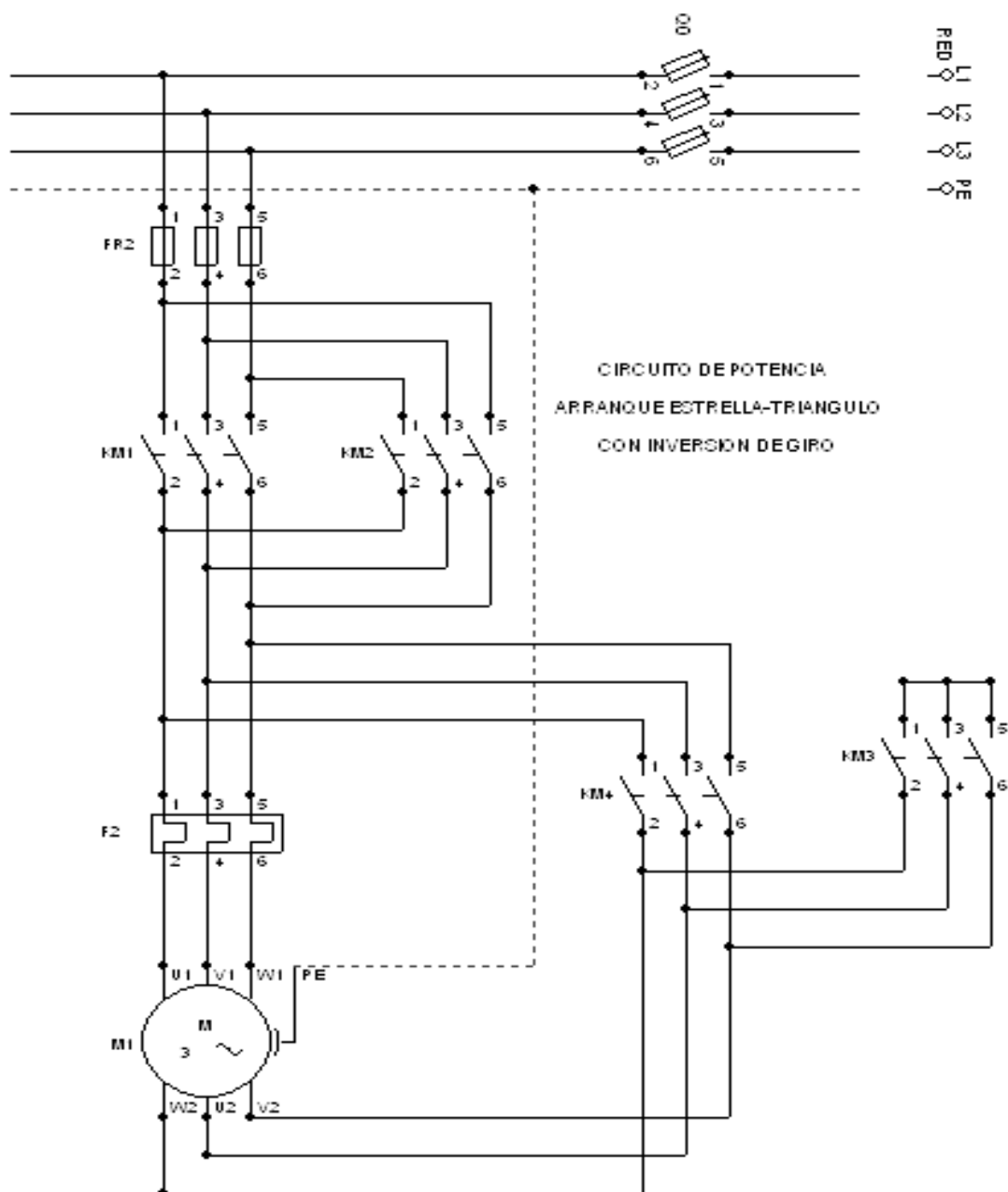
Nº 4 ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO CON INVERSION DE GIRO



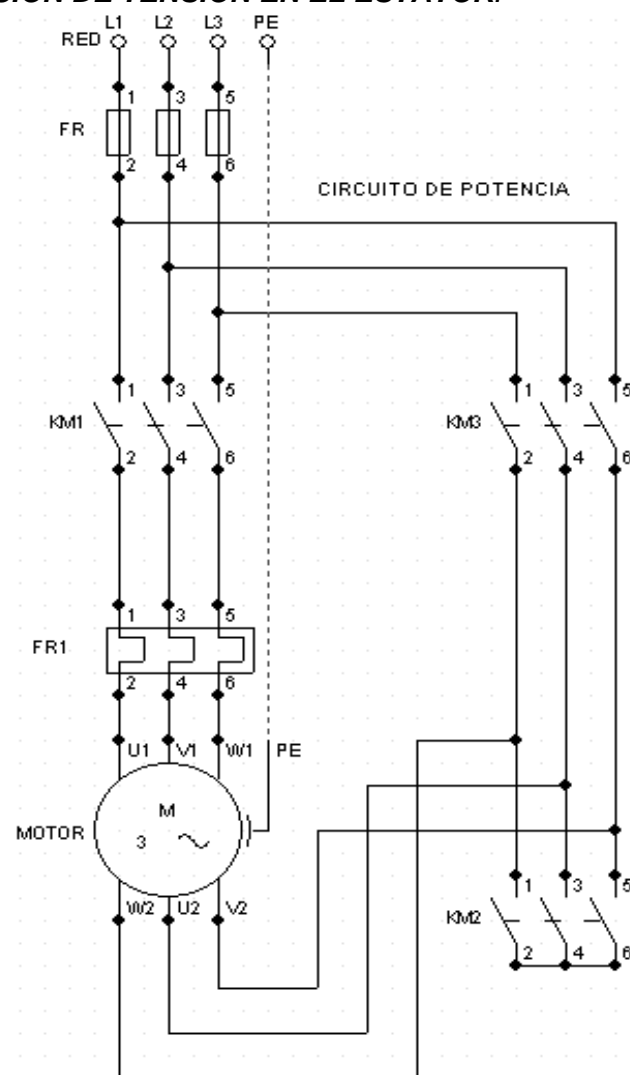
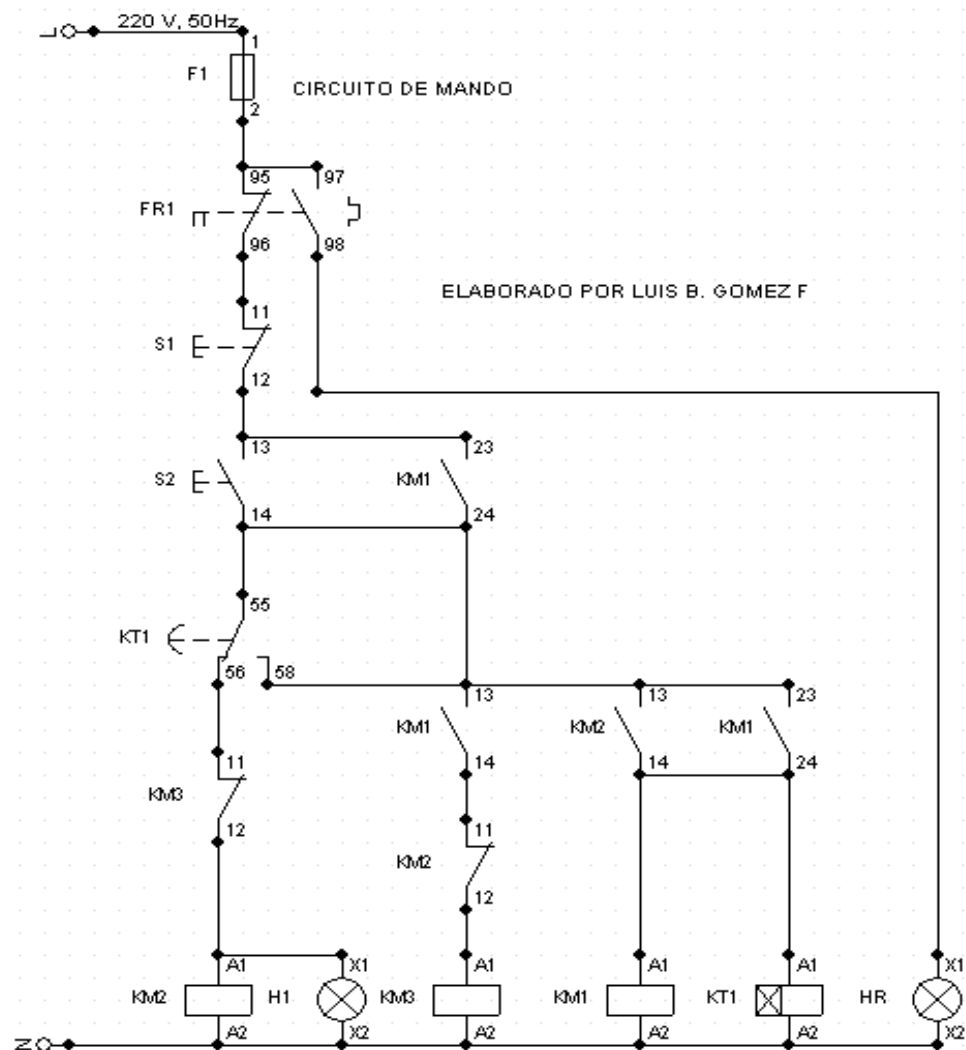
LEYENDA

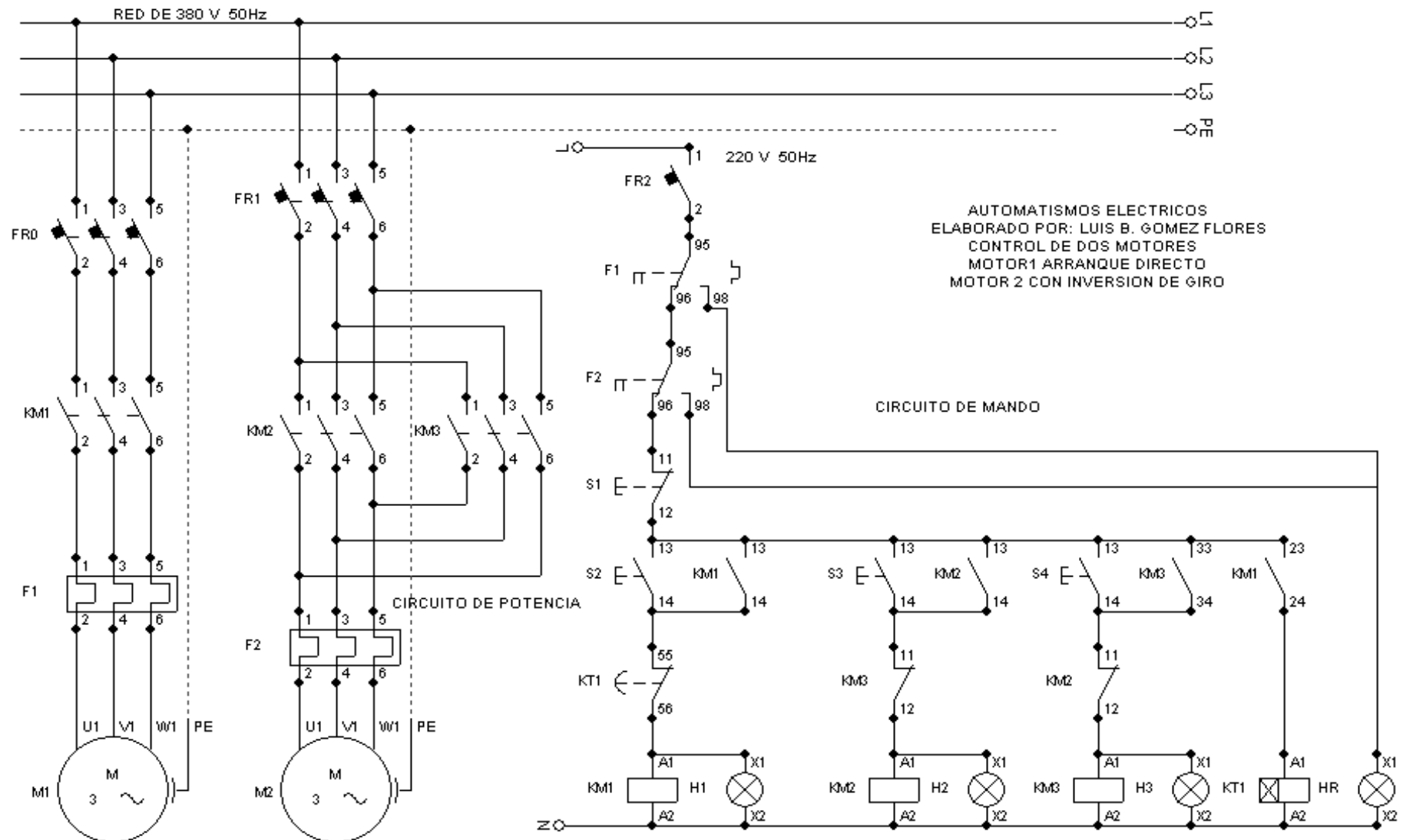
- Q0 Interruptor principal
- FR2 Fusibles o Interruptores automaticos
- F2 Rele termico
- KM1 Contactor lado Derecho
- KM2 Contactor lado Izquierdo
- KM3 Contactor conexión estrella
- KM4 Contactor conexión Delta
- KT1 Temporizador con retardo a la conexión
- H1 Señalización lado derecho
- H2 Señalización 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

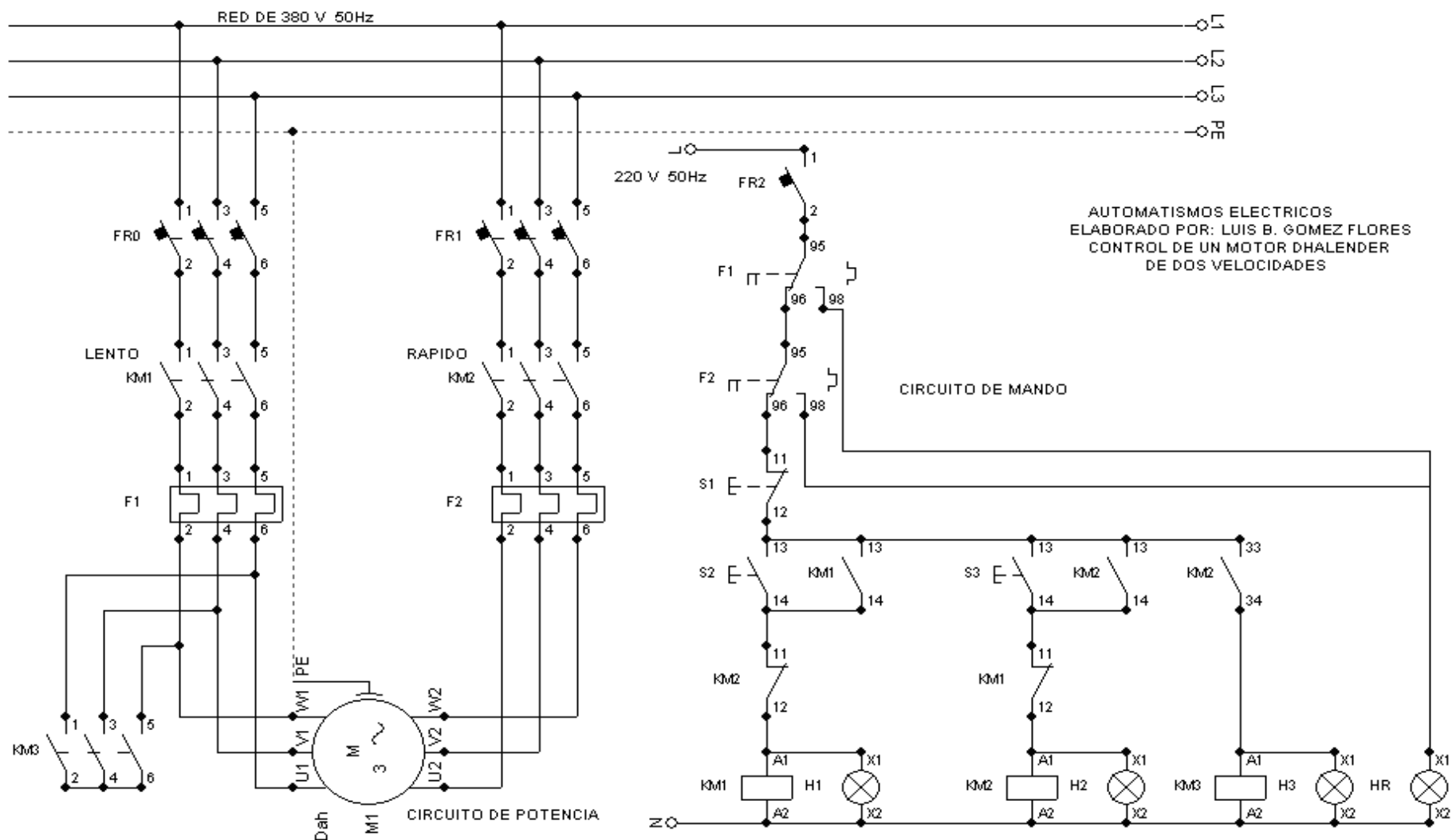


N-5 CONTROL DE UN MOTOR TRIFASICO DE INDUCCION- METODO DE REDUCCION DE TENSION EN EL ESTATOR.

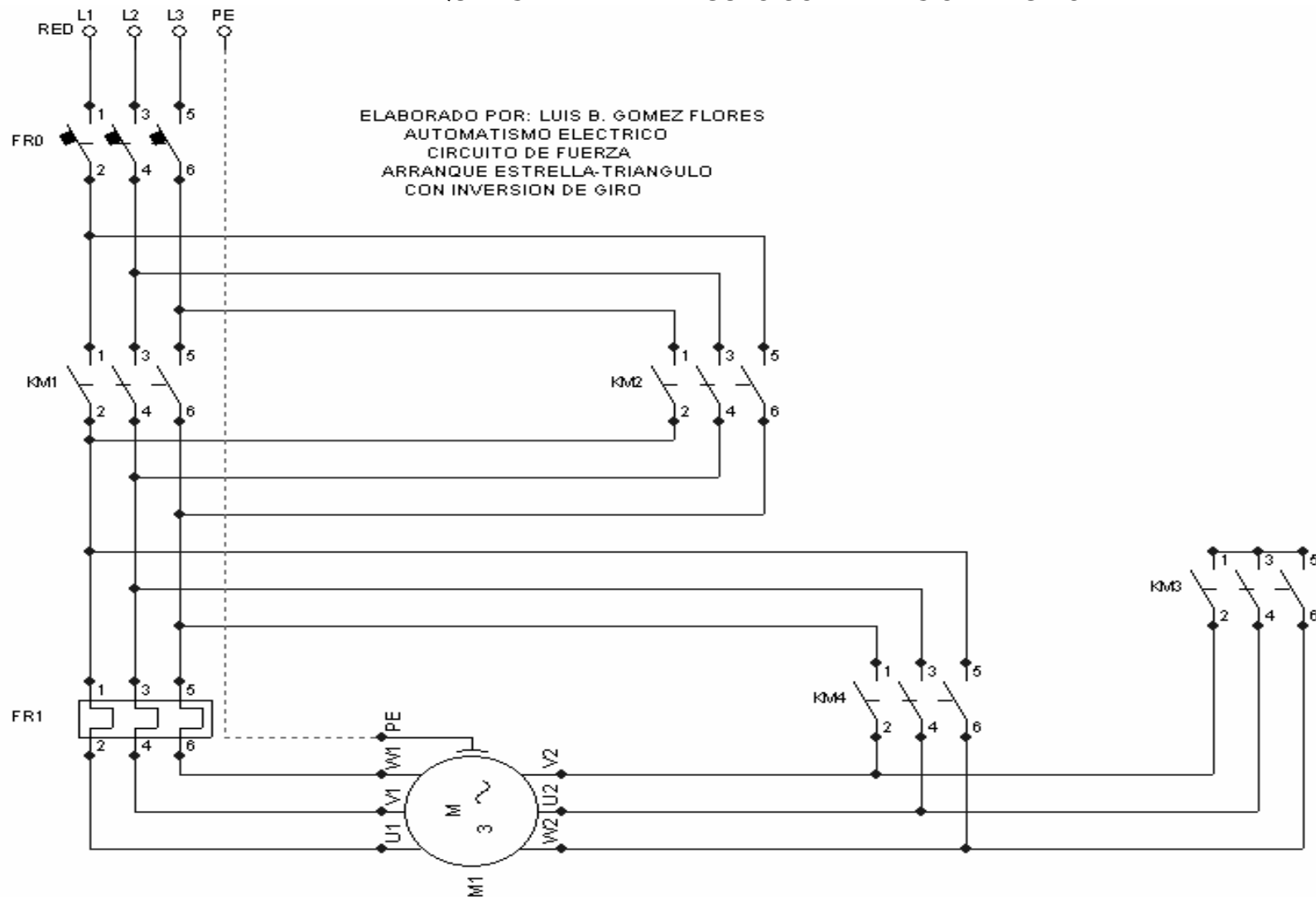


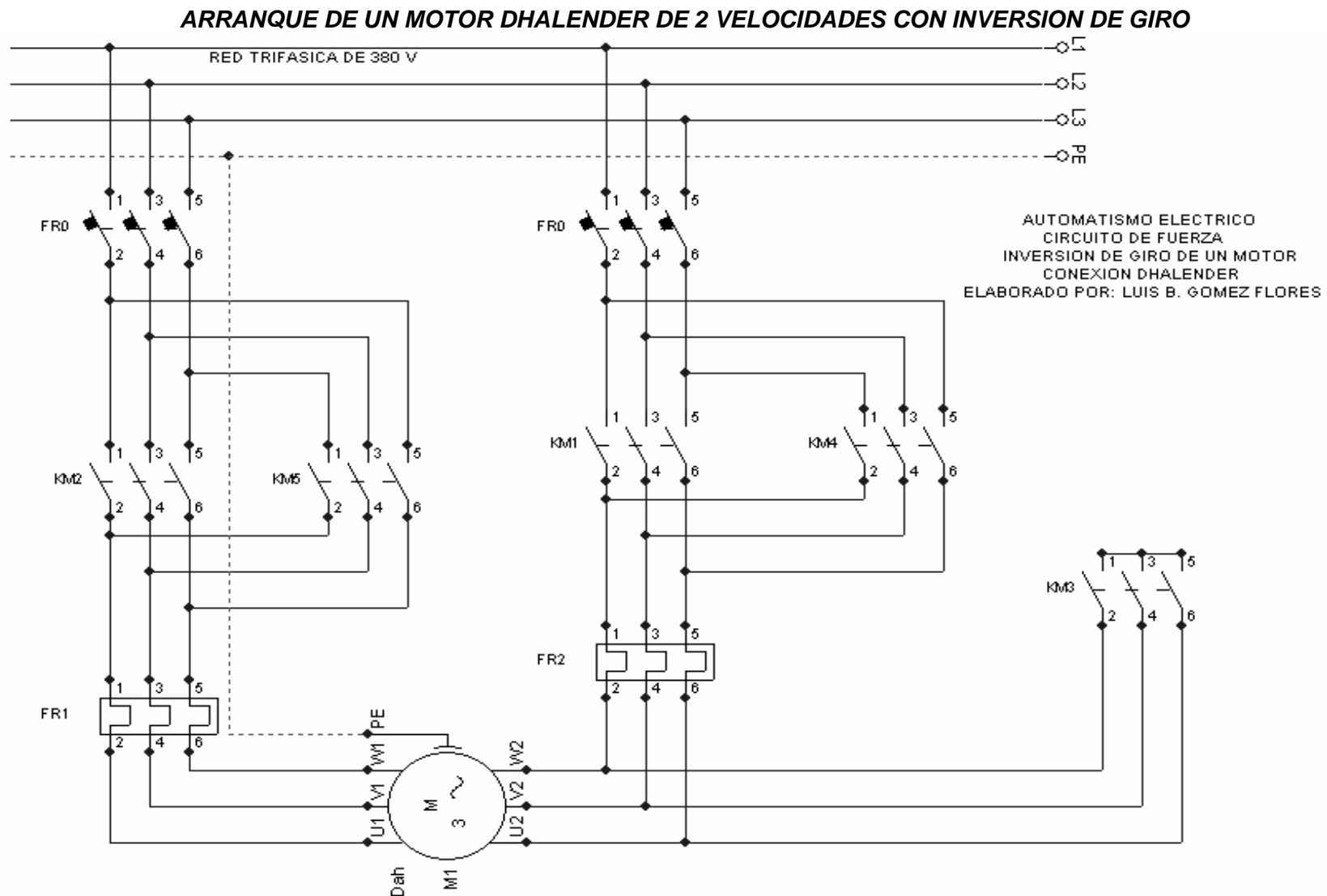


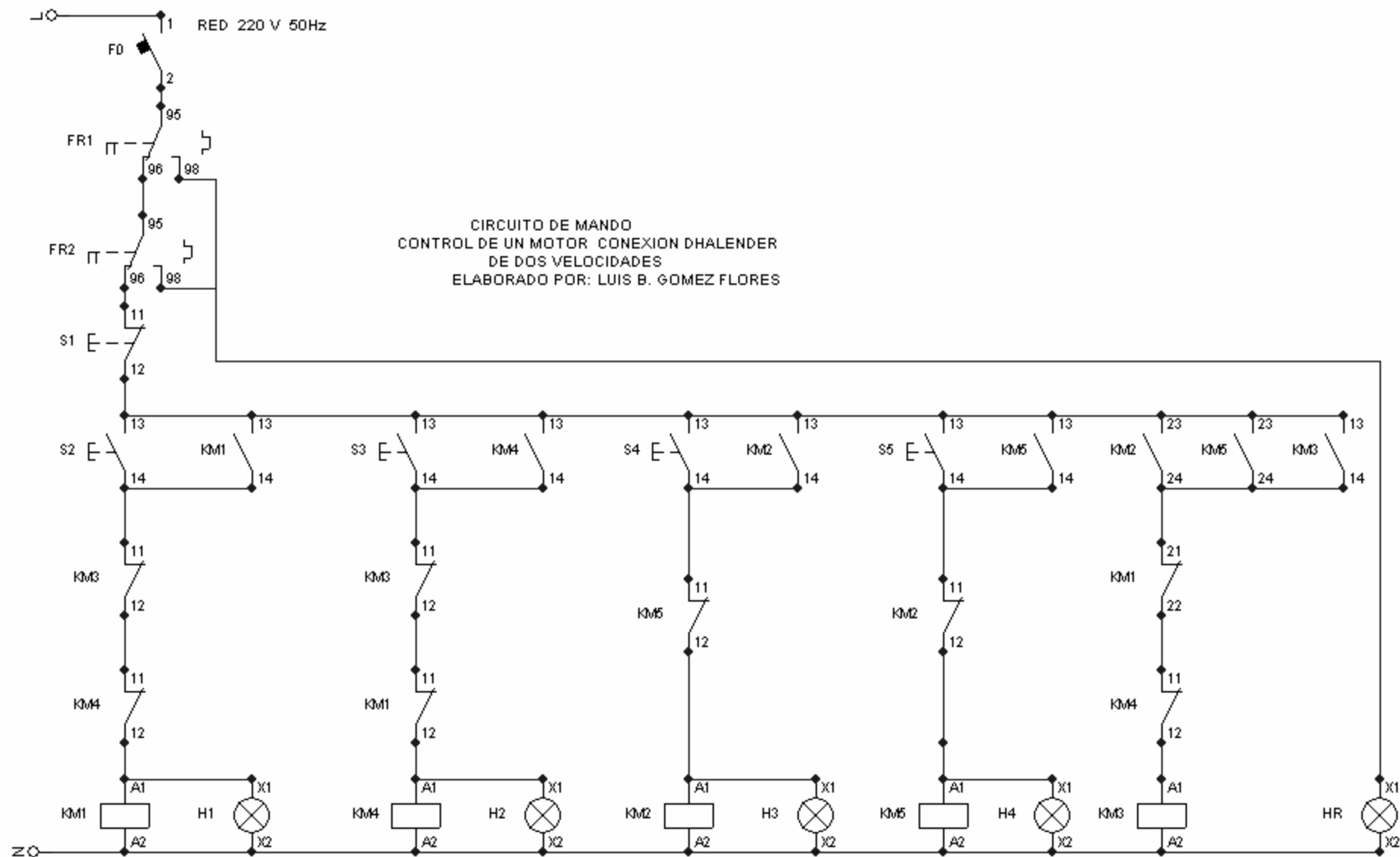
**CIRCUITO DE MANDO Y POTENCIA
ARRANQUE DE UN MOTOR DE 2 VELOCIDADES CONEXIÓN DAHLANDER**

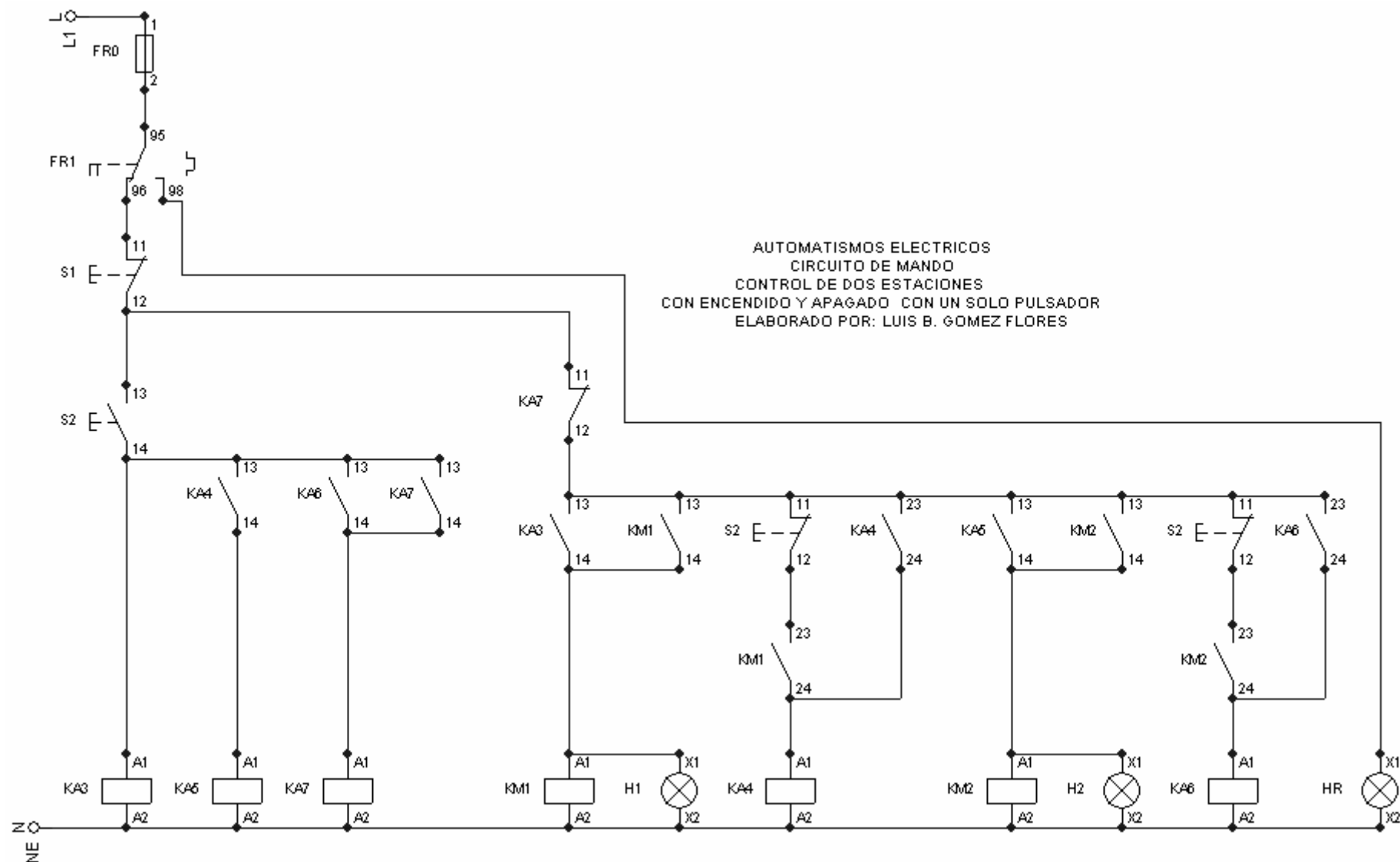


ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO CON INVERSION DE GIRO

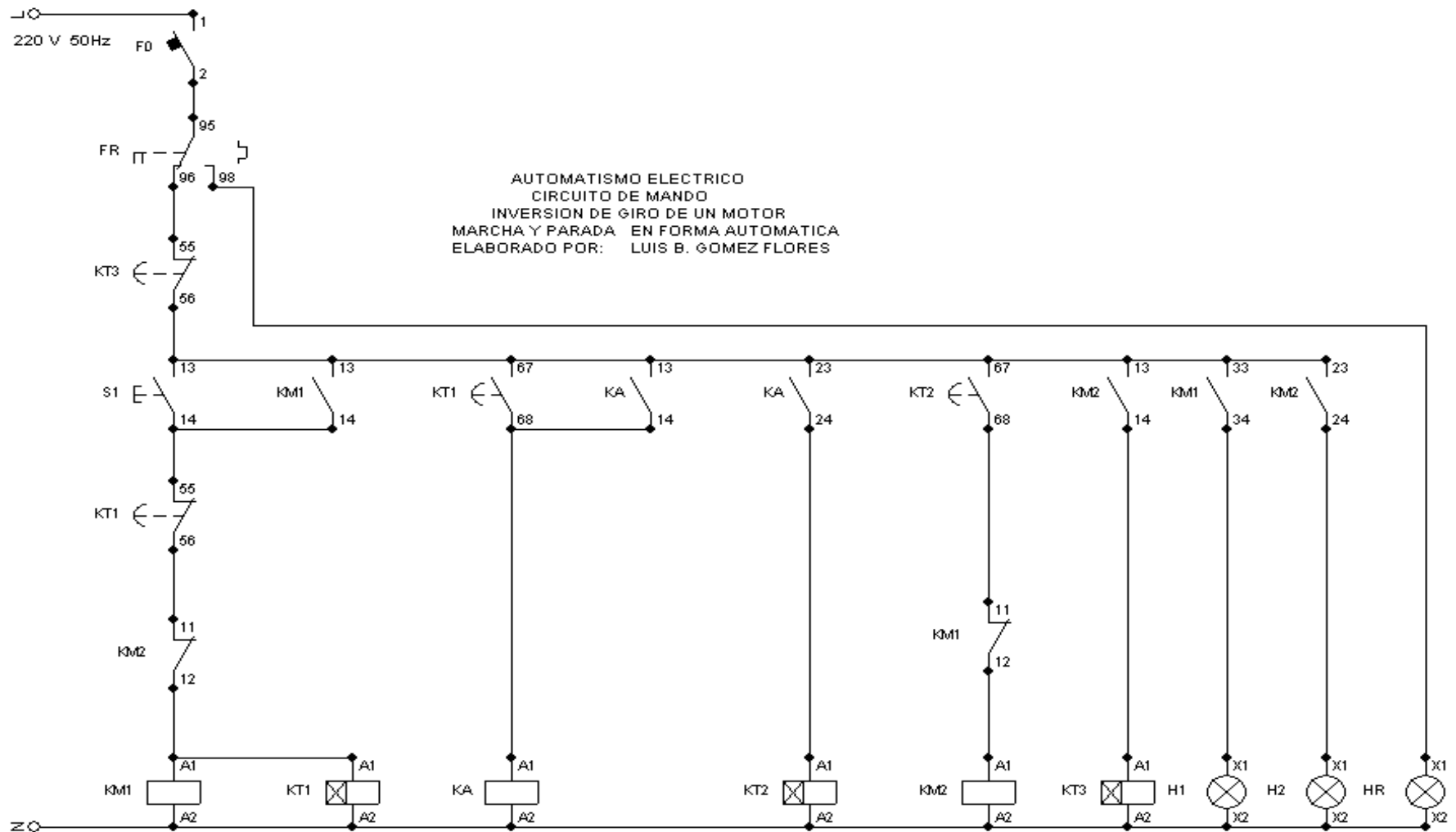


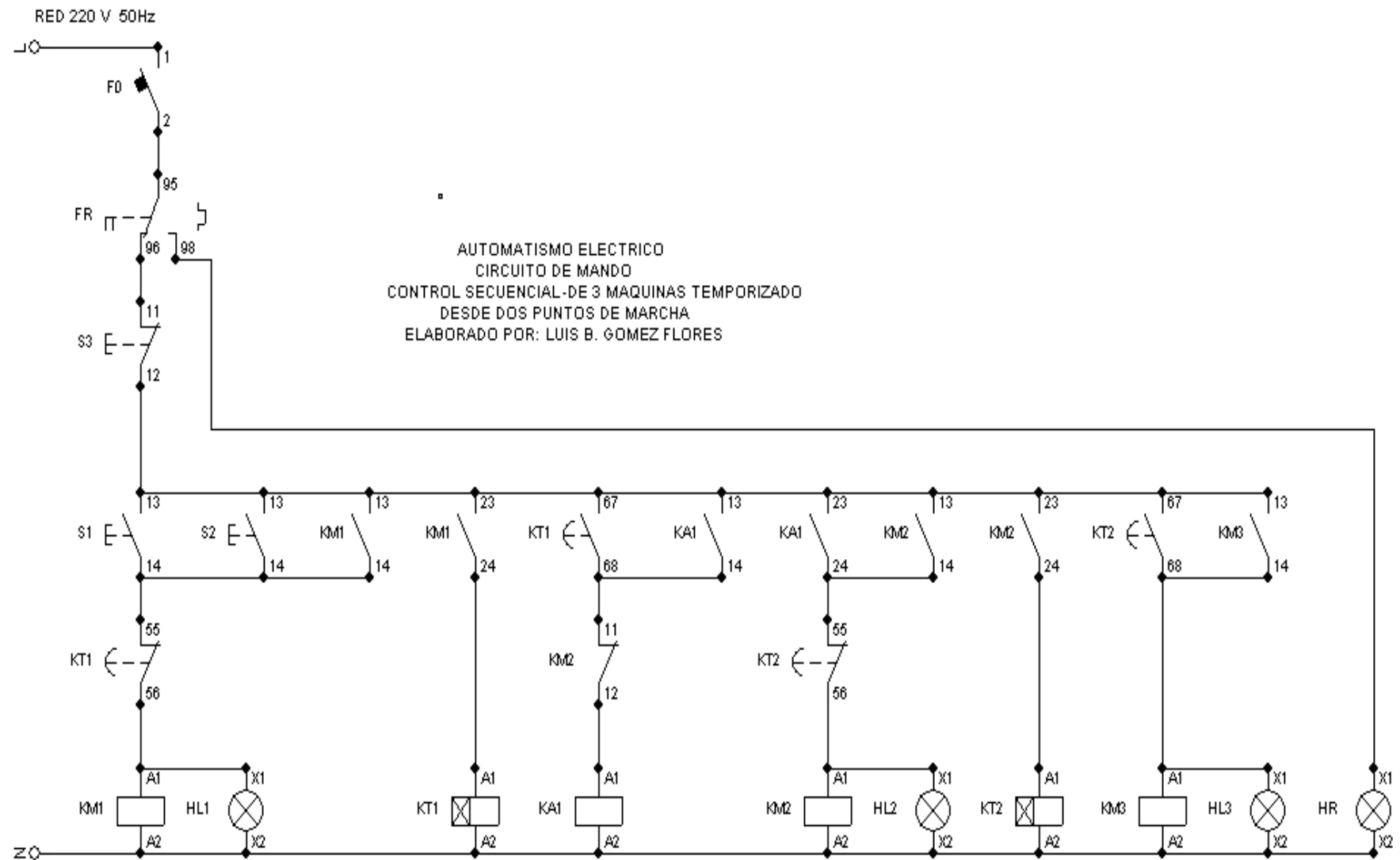


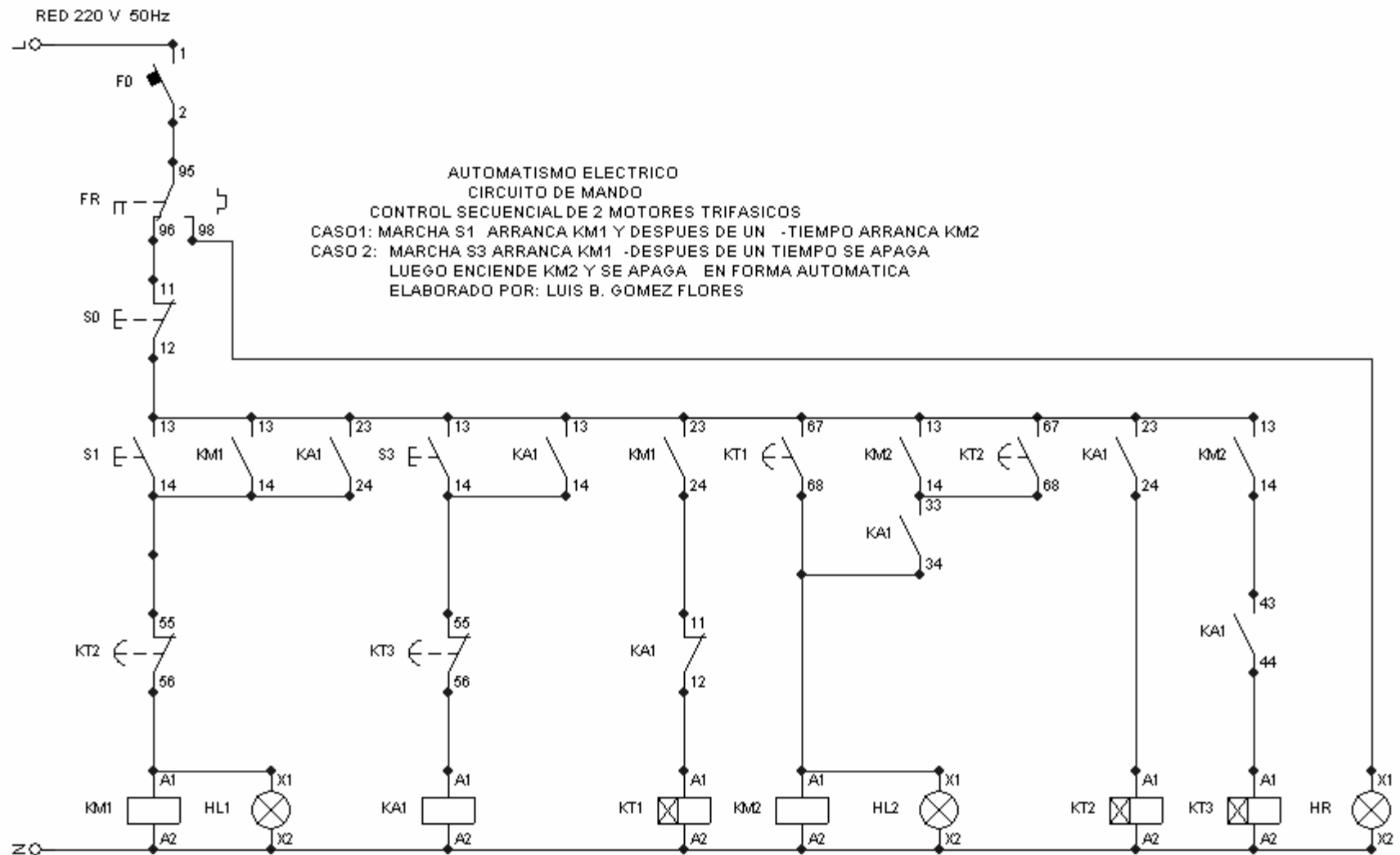


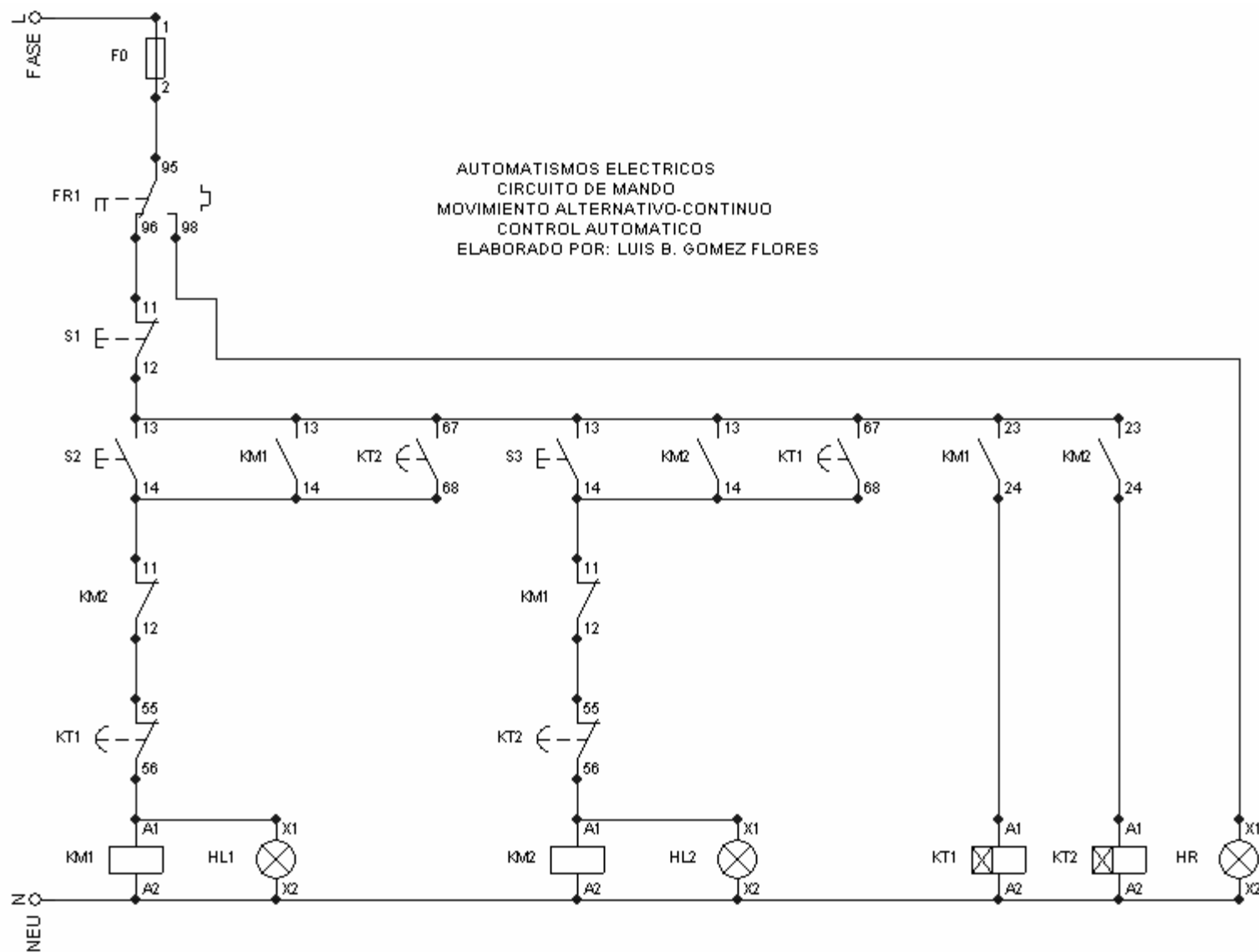


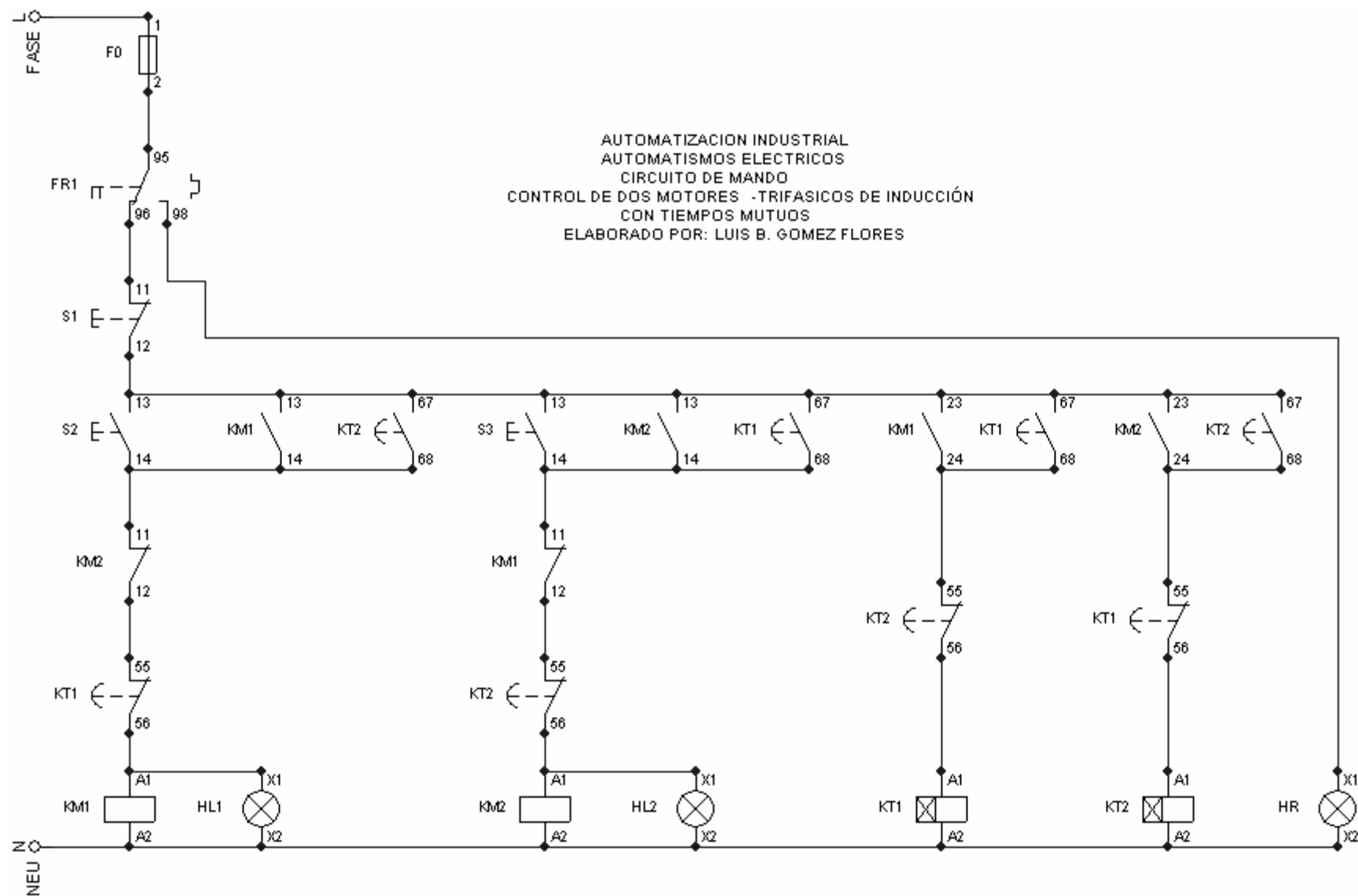
LAMINA Nº 2 CIRCUITO DE MANDO PARA EL CONTROL DE UN MOTOR TRIFASICO DE INDUCCION

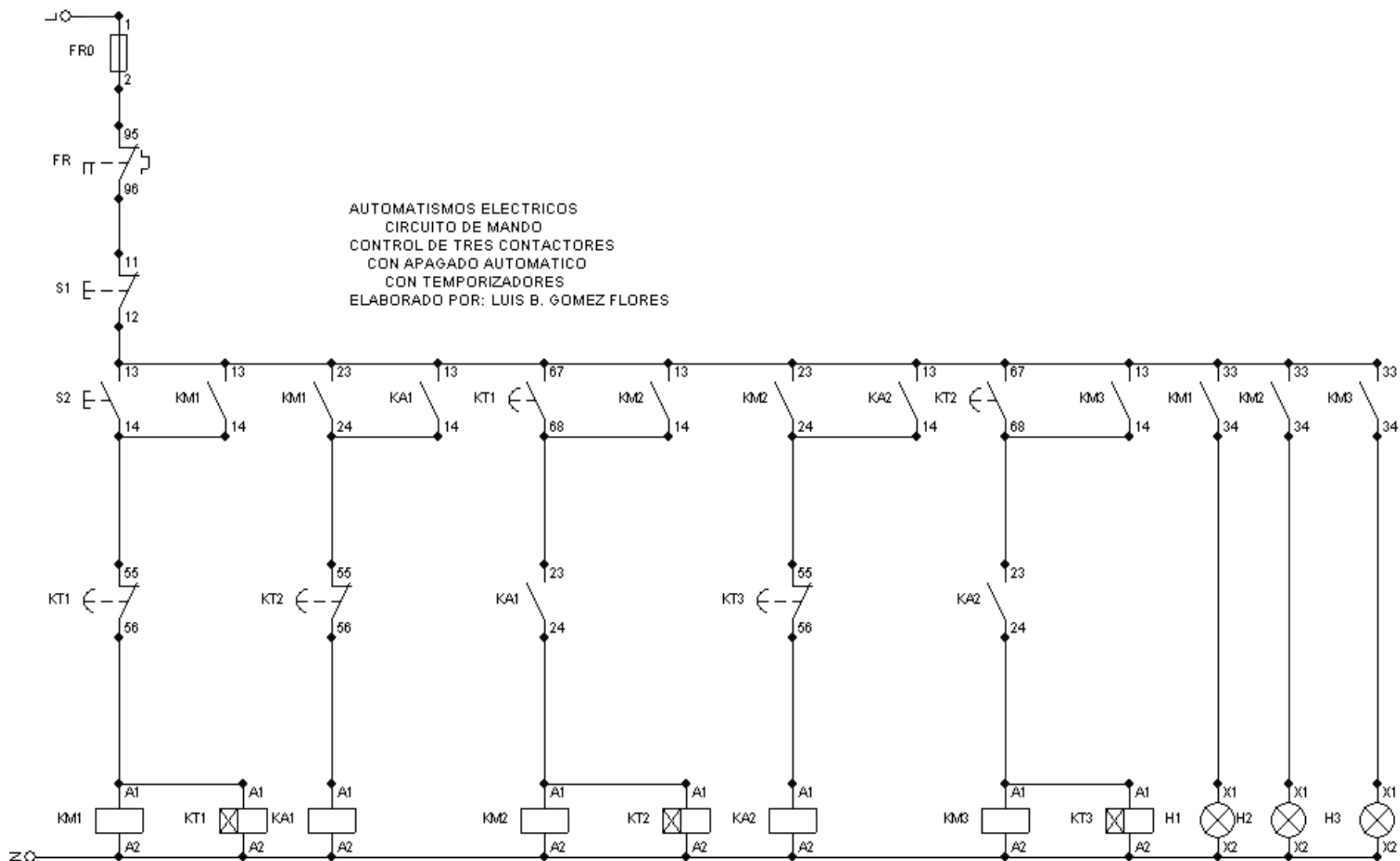


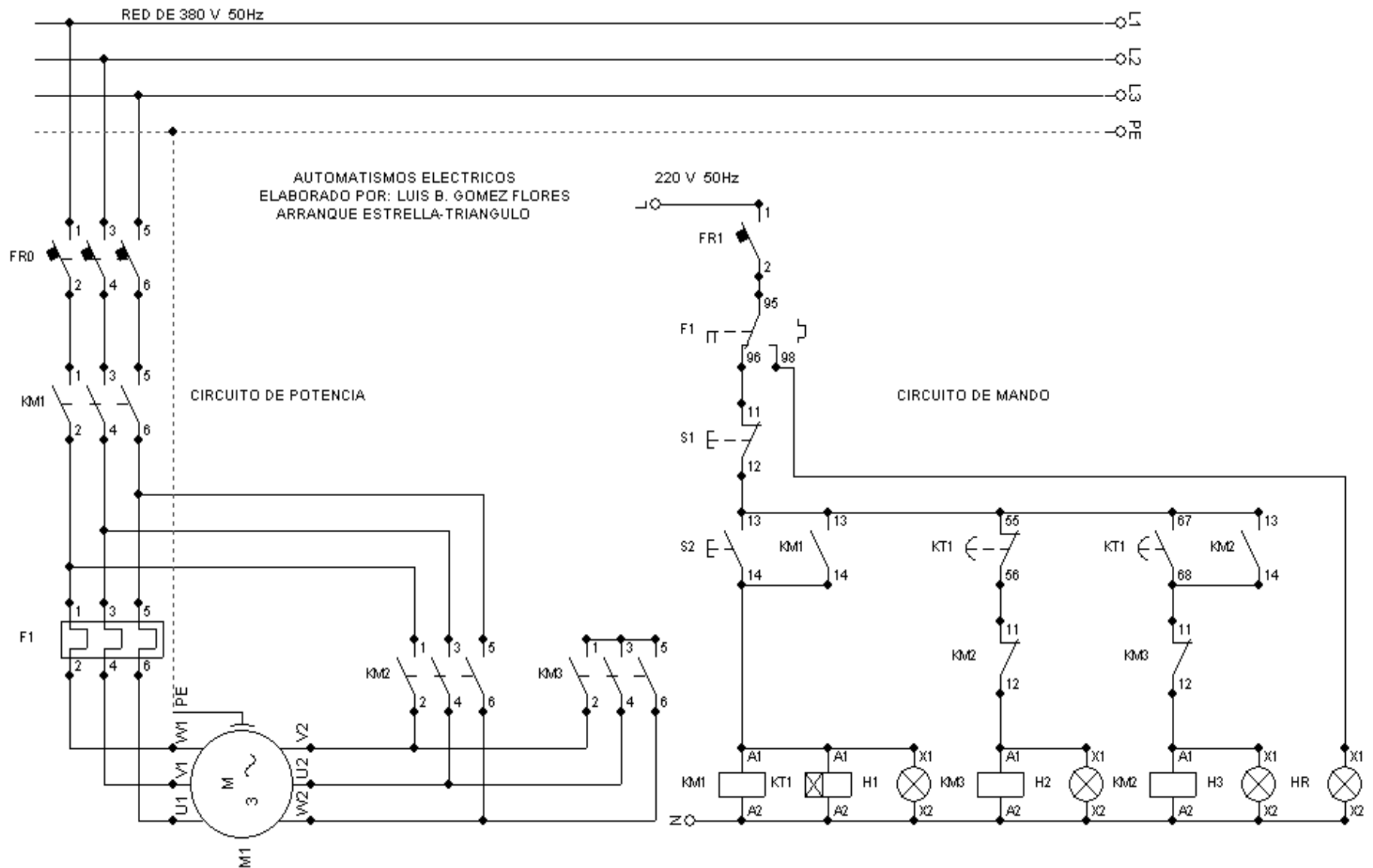


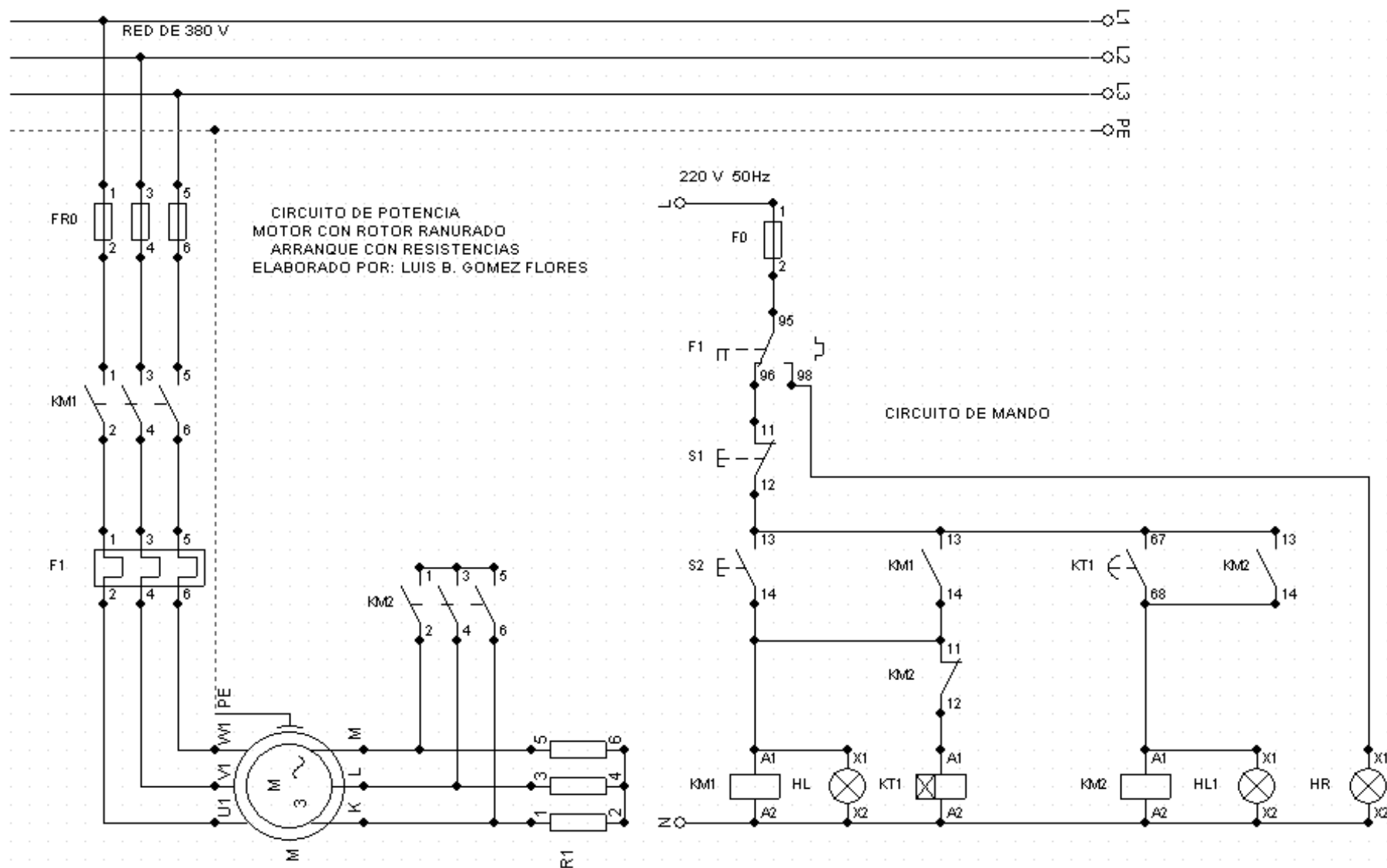


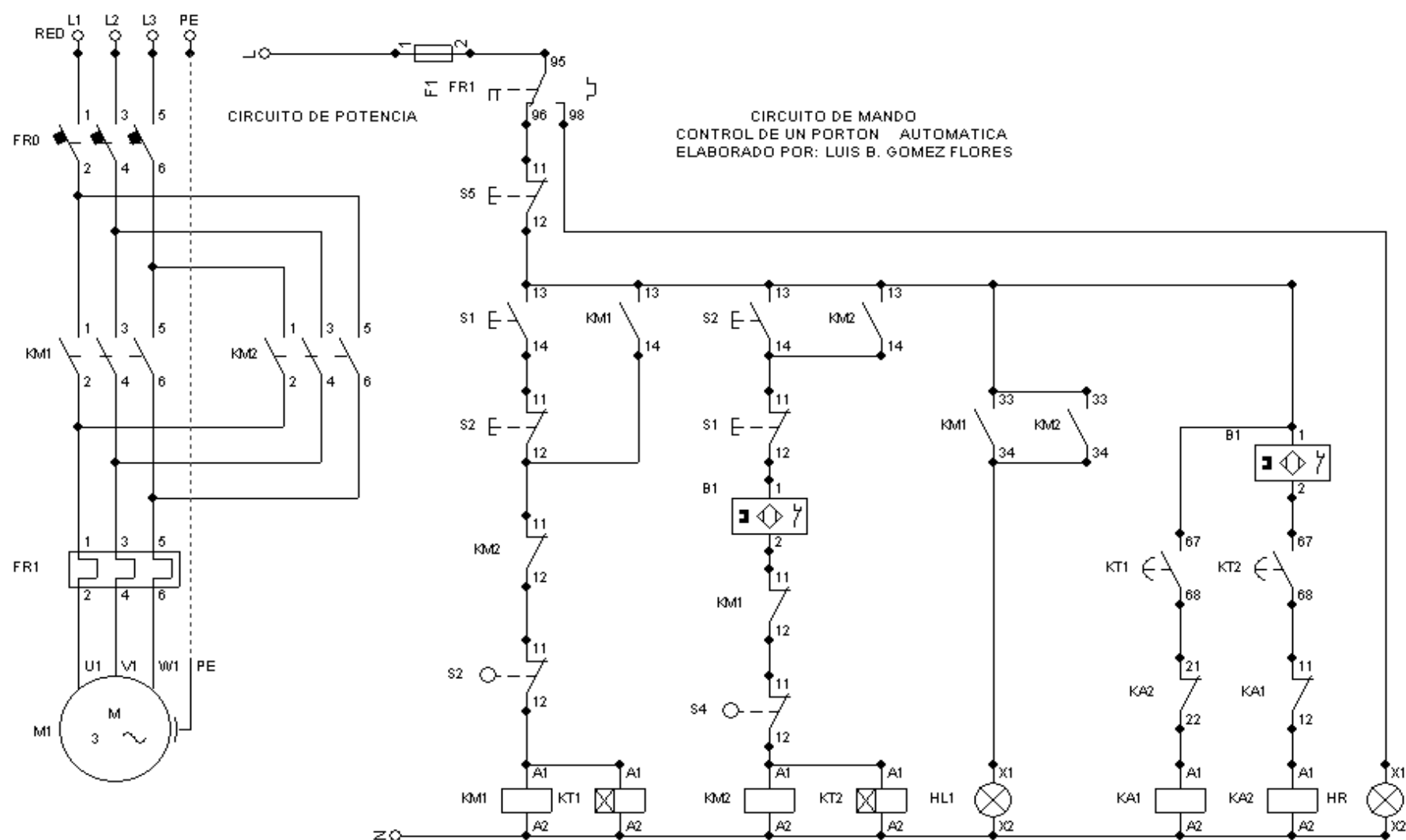


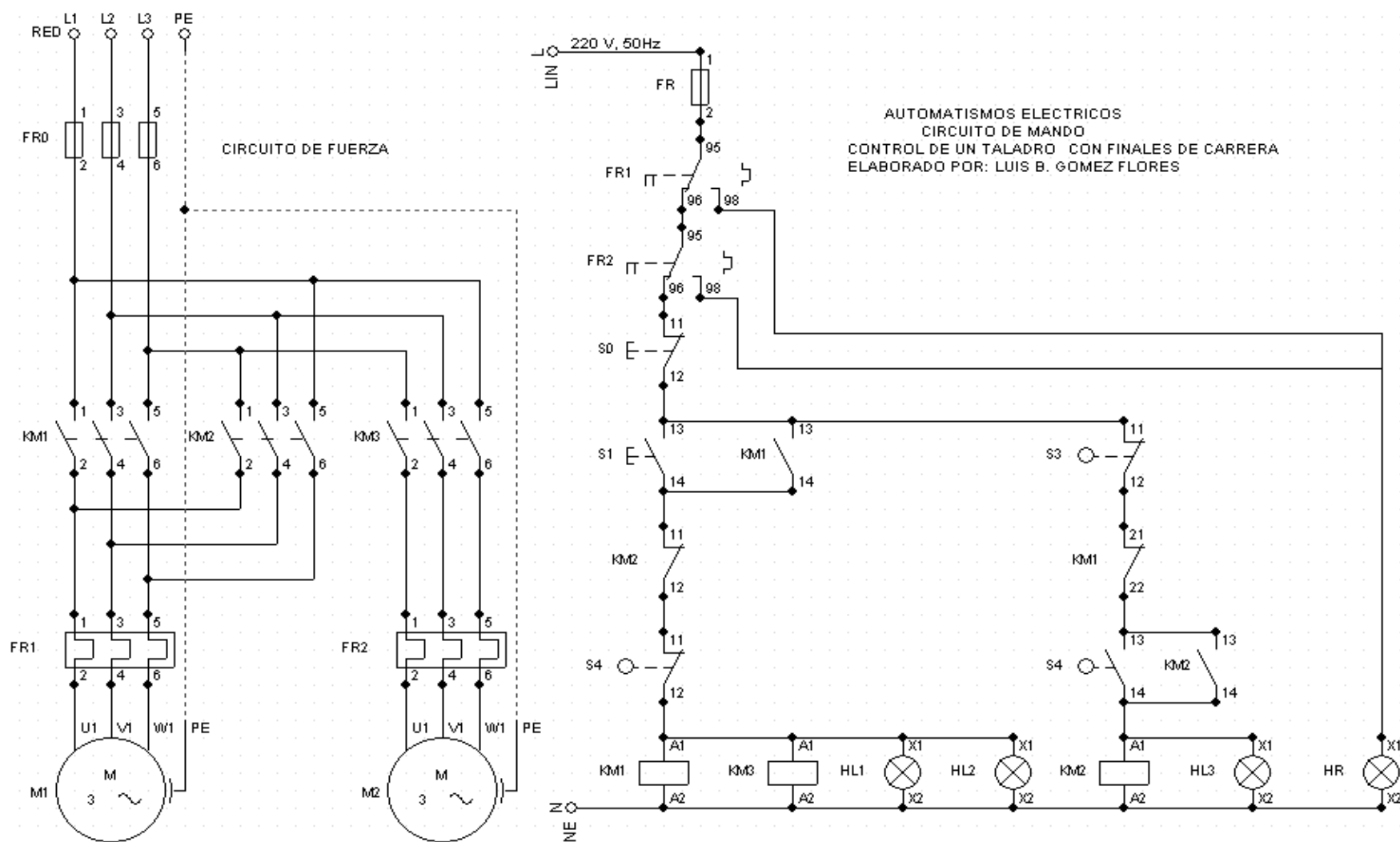


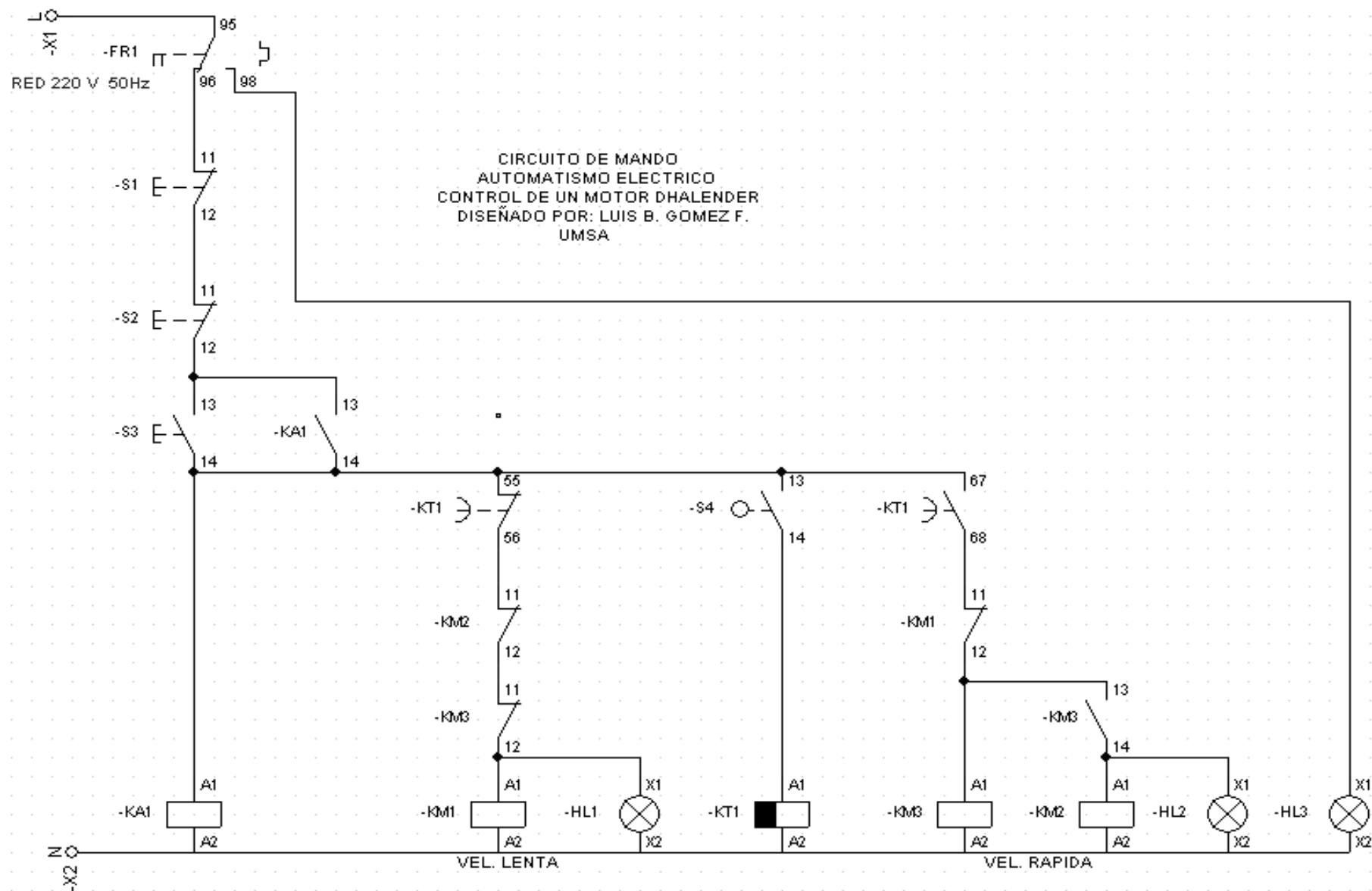


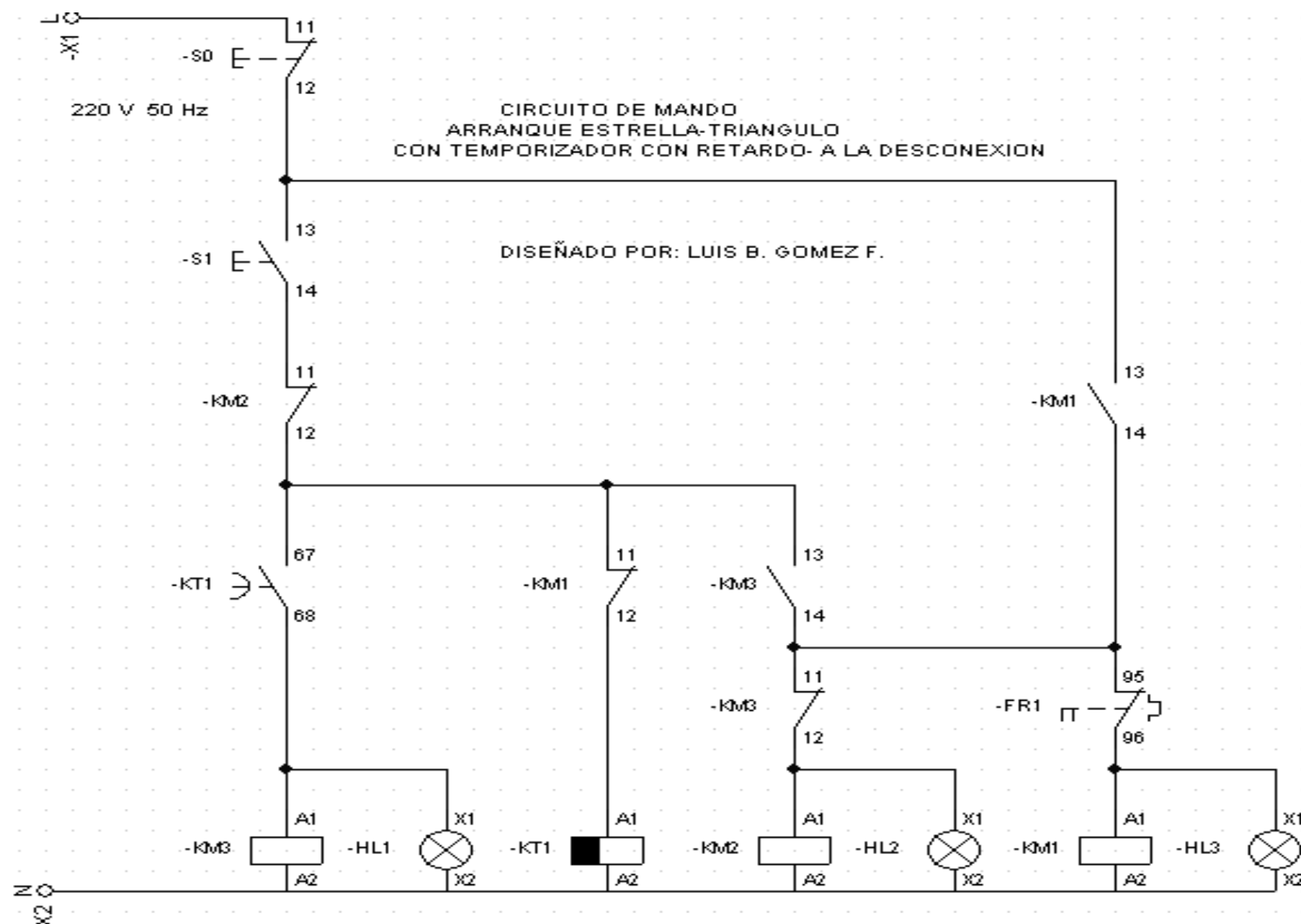












AUTOMATISMOS ELECTRICOS
PROBLEMAS DE DISEÑO

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.

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.

. Dada la siguiente tabla de la verdad:

AUTOMATISMOS ELECTRICOS INDUSTRIALES

a	b	c	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

- Construir la forma canónica de la función f .
- Simplificarla.
- Implantar el circuito con puertas.
- Implantar el circuito con diagrama de contactos
- Si la función f representa un motor trifásico de 380V, y a, b y c representan sendos pulsadores, dibuja el esquema de mando y de potencia del motor. Cada pulsador puede tener hasta dos contactos.

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 .

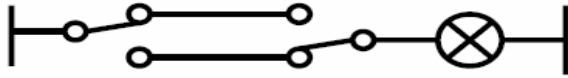
- Determinar la función lógica que modela el control del motor.
- Dibuja el esquema eléctrico del control del motor. Cada interruptor sólo puede tener dos contactos.

Dada la función $f = c'(a'b + ab')$

- Construye la tabla de la verdad
- Dibuja el esquema equivalente en puertas.
- Dibuja el esquema equivalente en contactos.

AUTOMATISMOS ELECTRICOS INDUSTRIALES

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



- Construir la tabla de la verdad del circuito.
- Determinar la función lógica equivalente al circuito
- Dibujar el diagrama de contactos equivalente del circuito.

Dada la función $f = a'b'cd' + a'b'cd + ab'd'c + b'acd + abdc + a'bdc + a'bc'd$

- Simplificar mediante mapa de Karnaugh.
- Implantar la función simplificada mediante puertas.
- elabore el diagrama de contactos

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.

- Construir la tabla de la verdad del circuito.
- Calcula la función lógica equivalente (canónica y simplificada).
- Dibuja el esquema eléctrico del circuito.

Mediante dos bombas (m1 y m2) se controla el nivel de un depósito. El depósito tiene dos boyas (b1 y b2). Cuando el nivel está por debajo de la boya el contacto correspondiente está abierto. Las bombas sacan agua de dos pozos. Si no hay agua en el pozo la bomba no funciona.

Para controlar esto, cada pozo lleva un sensor (n1,n2).

El sistema funciona de la siguiente forma:

- Si el nivel del depósito supera la boya b1, las bombas están paradas.
- Si el nivel del depósito está entre la boya b1 y la b2, funciona la bomba m1, si hay agua

AUTOMATISMOS ELECTRICOS INDUSTRIALES

suficiente en el pozo 1. Si no hay agua en el pozo 1 pero la hay en el 2, funciona la bomba m2.

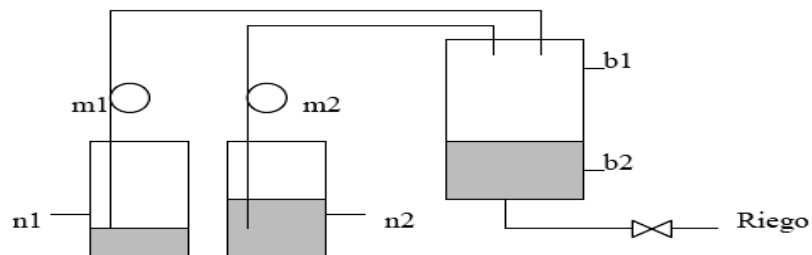
- Si el nivel del depósito está por debajo de la boya b2, se activa la bomba m2, además de la m1.

a) Determinar las funciones lógicas de m1 y m2.

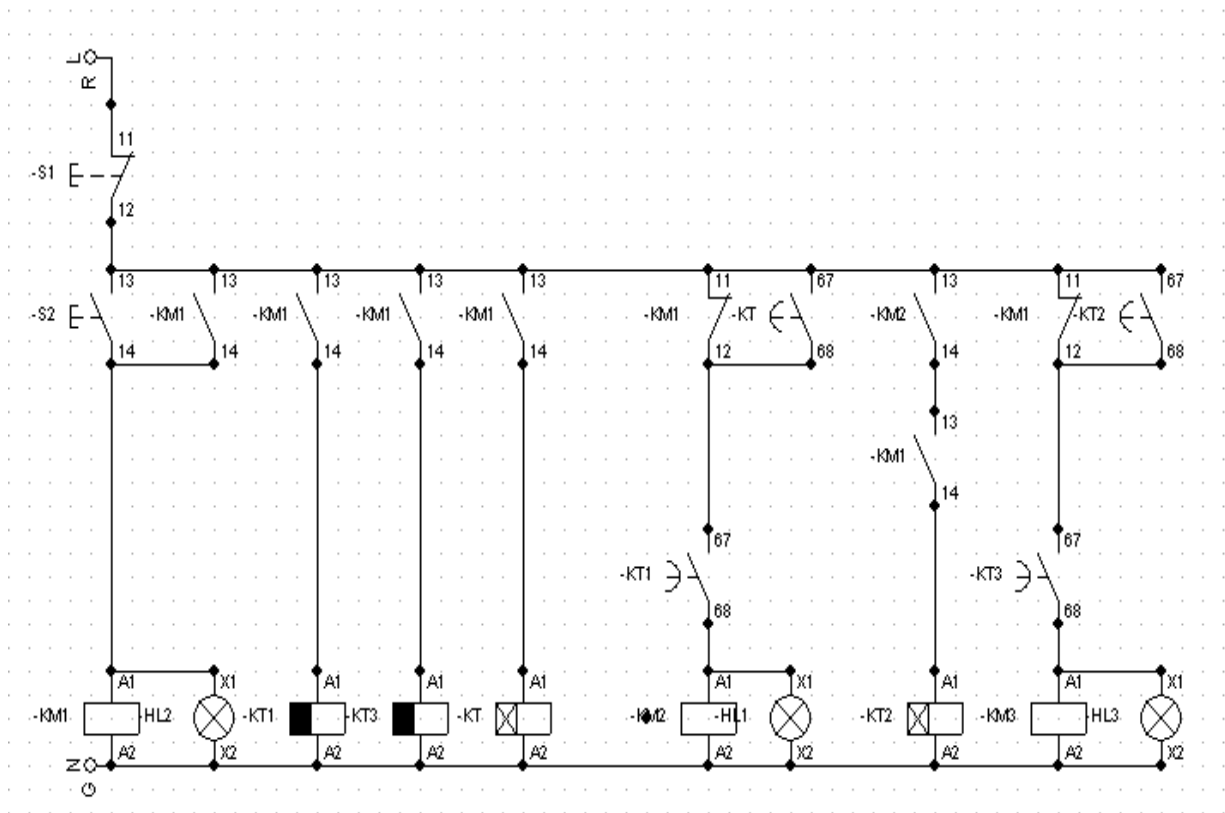
b) Dibujar el circuito en puertas lógicas para su control.

c) Elabore el circuito de control. Con contactores

e) Dibujar el circuito el circuito de potencia



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



CUESTIONARIO SOBRE AUTOMATISMOS

- Conceptos básicos de electricidad
- 1) Define el concepto de electricidad.
 - 2) Las resistencias en un circuito se pueden poner:
 - a) En serie solamente.
 - b) En serie y ocasionalmente en paralelo.
 - c) En serie y/o en paralelo.

d) En serie o en paralelo.

- 3) Busca los símbolos siguientes y pégalos con su nombre correspondiente:
Conmutador dos posiciones; Interruptor contacto abierto; Botón pulsador:
Botón pulsador con señalización luminosa.

- Concepto y definición de automatismo

4) Definición de automatismo.

5) Copia y pega los circuitos de funcionamiento de las lámparas de alumbrado público de nuestras ciudades.

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

- Tipos de automatismos

7) Existen muchos tipos de automatismos enumera tres y explica como funcionan.

8) Factores a considerarse respecto al controlador en el control de motores.

9) ¿Para qué sirve un relé?

- Automatismos fáciles de realizar

10) Indica al menos dos automatismos que tú pudieras fabricar en el taller y explica el que consideres más sencillo.

- Realización de automatismos

AUTOMATISMOS ELECTRICOS INDUSTRIALES

11) Que normas de seguridad consideras más importantes a la hora de trabajar con la electricidad.

12) ¿Crees que es necesario saber cómo reaccionar en caso de accidente eléctrico? Indica como crees que se debería actuar.