

Electrónica Digital.

# Proyecto de automatismo. Control de un túnel de autolavado.

Práctica de circuitos combinacionales.

José Miguel Castillo Castillo.



---

## 1. INTRODUCCIÓN.

La automatización de una máquina o proceso productivo simple tiene como consecuencia la liberación física y mental del hombre de dicha labor.

El significado que se entiende por “*automatismo*” es al dispositivo físico que realiza una función controlando, por si solo, el funcionamiento de una máquina ó proceso sin que esté el hombre.

Este proyecto es una práctica donde se describe el diseño, elaboración y montaje de un equipo electrónico que realiza la función del lavado de un vehículo de forma automática. En su diseño y elaboración se utilizará los circuitos lógicos combinacionales con la obtención de la tabla de verdad para el circuito de mando y control y su implementación mediante puertas lógicas así como también los dispositivos de entrada y salida con la fuente de alimentación.

Se describirá todos los elementos y componentes que intervienen en este proceso, los esquemas eléctricos, montaje, funcionamiento y procesos de pruebas y comprobación.

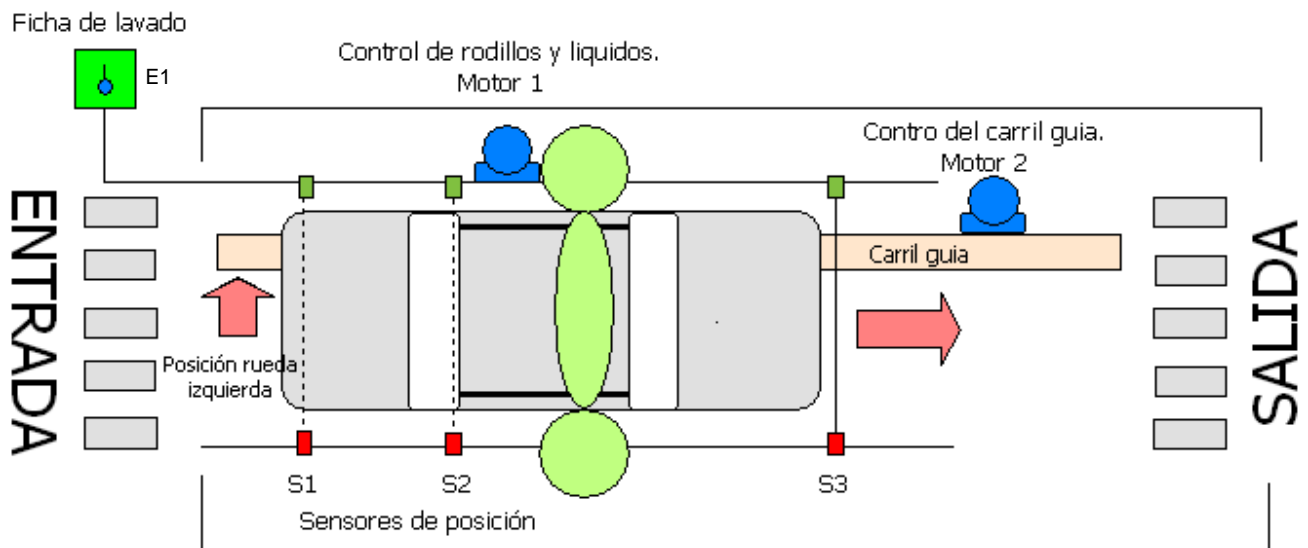
Al final se añade un Apéndice donde se muestra información de componentes que tienen relación con el proyecto.

## 2. ENUNCIADO DEL PROYECTO.

El proyecto contempla el diseño, elaboración y montaje de un sistema automático para el control de un túnel de autolavado mediante lógica combinacional (puertas AND, OR, NOT).

Existen tres partes principales del proyecto:

1. Sensores de posicionamiento del vehículo con células fotoeléctricas (Circuito de entradas).
2. Circuito de control y mando de las señales de entrada y salida (Circuito de control).
3. Circuito de potencia de salida para activación de los motores (Circuito de salida).



En el dibujo, se representa el túnel de lavado, con todos los elementos que lo componen. Según se aprecia, existe a la entrada, un receptor de **ficha de lavado**, que será la entrada de validación **E1**, unos sensores de posicionamiento del vehículo **S1**, **S2** y **S3** que controlarán el inicio y final del proceso y los correspondientes elementos de salida de potencia, los motores **M1** y **M2**, que serán los que desarrollen el trabajo duro.

El funcionamiento sería el siguiente: en el inicio del proceso de lavado hay que insertar necesariamente la ficha de lavado para comenzar el proceso, seguidamente, se situará la rueda izquierda del vehículo en la posición inicial del carril guía, el vehículo será detectado por el sensor **S1**, que podrá en funcionamiento el **Motor 2** que hará mover y desplazar el vehículo hacia adelante a través del túnel. Cuando llega al sensor **S2** y éste lo detecta, se pone en marcha el **Motor 1** que hace funcionar los rodillos, líquidos y secado de lavado, éstos no se desplazan a través del túnel, como existen en otros sistemas, en éste, se encuentran fijos y quien se desplaza es el propio vehículo por medio del carril guía. Mientras que el vehículo es detectado por los sensores **S1** y/o **S3** seguirá su desplazamiento hacia la salida, cuando el vehículo salga de la zona de detección del sensor **S3** el proceso habrá finalizado.

---

## 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

### 3.1. Planteamiento y diseño del circuito de control

En esta primera parte del proyecto, es el circuito de control el que nos interesa diseñar, para ello, se plantea en lógica positiva y veremos las pautas y los criterios para determinar su diseño.

Primeramente, lo que hay que tener claro, es determinar las condiciones y criterios para su diseño, para ello, planteamos las siguientes condiciones:

- a. La entrada **E1** será prioritaria para establecer el funcionamiento lógico de todo el circuito de control, es decir, si no se introduce la ficha de lavado, necesaria para producir un estado lógico alto a la entrada del circuito, el sistema no se ejecutará.
- b. Los sensores **S1**, **S2** y **S3** son variables de entradas que controlará la posición del vehículo dentro del túnel y se pondrá en un estado lógico alto siempre y cuando:
  - **S1** detecta la entrada de vehículo en posición inicial de lavado que activará el Motor 2, **M2**, del carril guía y comienza a desplazarse el vehículo dentro del túnel.
  - **S2** detecta el vehículo y, durante todo el tiempo que lo esté detectando, se activará el Motor 1, **M1**, rodillos y bomba de lavado y secado.
  - **S3** detecta el vehículo y mantendrá el motor del carril guía **M2** activado hasta que el vehículo salga de la zona de detección y por lo tanto finalizará el proceso.
- c. **M1** y **M2** son las funciones de salida:
  - **M1** es el Motor 1 de control de rodillos y líquidos, éste se activará con el sensor **S2** pero, para ello, debe de estar activados a nivel alto la siguiente secuencia: sensores **S1** y **S2**, y sensores **S2** y **S3**. Cuando **S2** no detecte el vehículo se desactivará el motor 1, **M1**.
  - **M2** es el motor del carril guía, éste estará activado siempre que estén activos el sensor **S1** y/o **S3**.
  - Se puede dar el caso de que un vehículo posea una longitud mayor de 5 metros, en este caso habría que permitir que todos los sensores estuviesen activos.

Los pasos para el diseño del circuito de control sería el siguiente:

1. Determinar el número de variables de entradas y salidas necesarias. Identificación de las variables de entradas sería E1, S1, S2 y S3, y M1 y M2 para las salidas.
2. Obtención de la tabla de verdad a partir del enunciado descrito anteriormente.
3. Deducción de la ecuación mediante la expresión canónica miniterminos.
4. Simplificación de las funciones mediante el mapa de KARNAUGH.
5. Implementación de las funciones obtenidas con puertas lógicas y con el menor número de ellas.

### 3.2. Obtención de la tabla de verdad.

La tabla de verdad constará de 4 variables de entradas E1, S1, S2 y S3 y dos funciones de salidas M1 y M2.

- Hallar el número de estados sabiendo las variables de entradas:
- Marcar con un 1 lógico el estado que nos interese para las funciones de salida.
- Cada grupo dará lugar a un producto en que sólo figuran las variables comunes a dicho grupo.
- La función será la suma de las expresiones de cada grupo seleccionado.

E 1	S 1	S 2	S 3	M 1	M 2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1

### 3.3. Deducción de la ecuación mediante la expresión canónica minitérminos y simplificación por el método de Karnaugh.

Seleccionamos de la tabla de verdad los grupos de variables que tenga un 1 lógico en las funciones de salida y lo aplicamos directamente en el mapa de Karnaugh cuya resultante es una expresión canónica, minitérminos, de suma de productos.

M1

		E1 S1			
S2	S3	00	01	11	10
00					
01					
11				1	1
10				1	

$$M1 = E1 S2 S3 + E1 S1 S2$$

$$M1 = E1 S2 (S3 + S1)$$

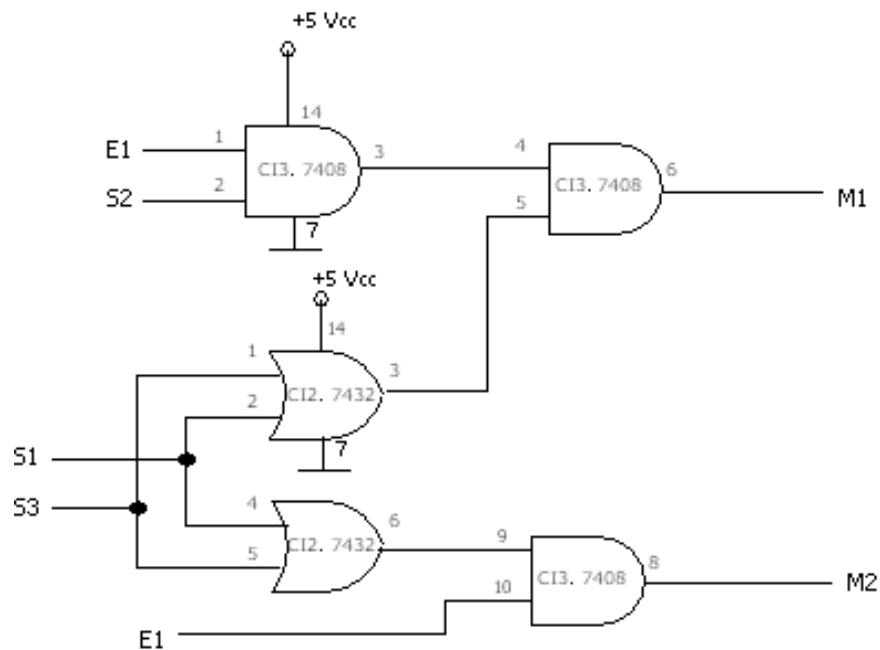
M2

		E1 S1			
S2	S3	00	01	11	10
00				1	
01				1	1
11				1	1
10				1	

$$M2 = E1 S1 + E1 S3$$

$$M2 = E1 (S1 + S3)$$

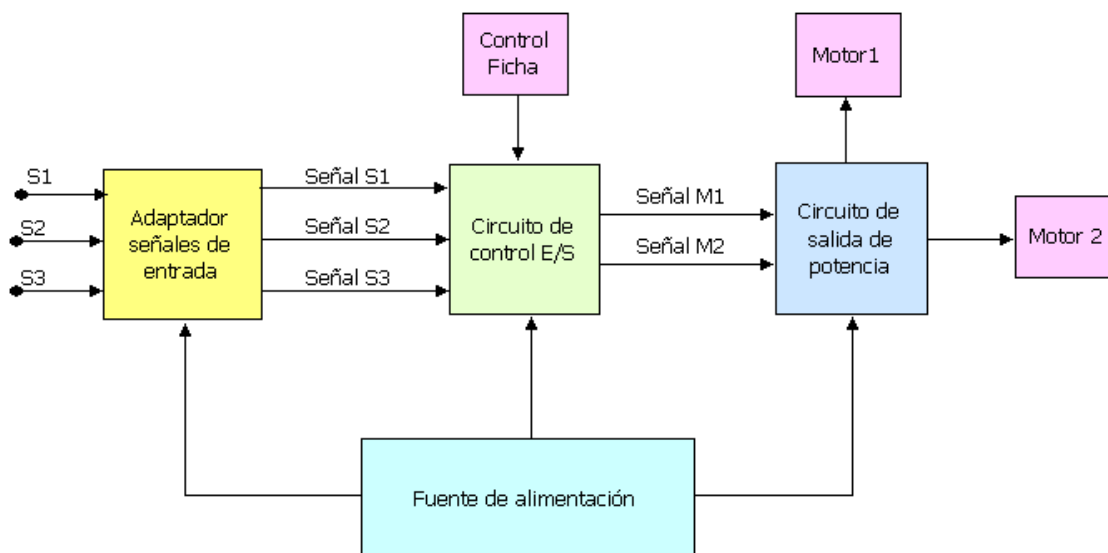
### 3.4. Implementación del circuito mediante puertas lógicas AND y OR:



### 3.5. Descripción de los circuitos electrónicos.

Tal como se había comentado en el apartado 2 del enunciado del proyecto, éste comprende 3 circuitos principales:

1. Circuito de entradas.
2. Circuito de control.
3. Circuito de salida.



Si nos fijamos en el diagrama de bloques, vemos con más detalle todo el conjunto completo de los circuitos que intervienen en el proyecto:

1. Adaptador de señales de entrada (Puertas lógicas NOT).
2. Circuito de entrada ficha de lavado (SW1).
3. Circuito de control de entradas y salidas (Puertas lógicas AND y OR).
4. Circuito de salida de potencia (Relés y Contactores).
5. Fuente de alimentación (Reguladores fijos positivos 78XX).

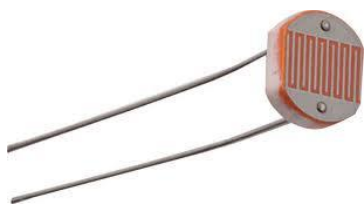
#### 3.5.1. CIRCUITO ADAPTADOR DE ENTRADAS

Cuando el vehículo entra dentro del túnel los sensores son los encargados de dirigir el proceso de inicio y final del lavado.

El circuito electrónico adaptará las señales de los tres sensores **S1**, **S2** y **S3** en señales con niveles digitales de **0** y **1** para entregarlos a nuestro circuito de control. Las señales de los sensores de entradas, la negamos dos veces, mediante puertas inversoras NOT, para obtener a la salida niveles amplificados y concretos de 0 ó 1.

Los sensores que vamos a utilizar en esta práctica del proyecto son células fotoeléctricas LDR, Resistencia Dependiente de la Luz, con un valor aproximado de 1,5K con luz y de 6,5K sin luz. Para su polarización utilizaremos en serie una resistencia ajustable para ajustar y determinar el punto de funcionamiento óptimo de cada célula.

La LDR es un tipo de resistencia no lineal que depende de una magnitud física como es la luz. Su valor óhmico depende fundamentalmente de la cantidad de luz que incide directamente sobre ella.

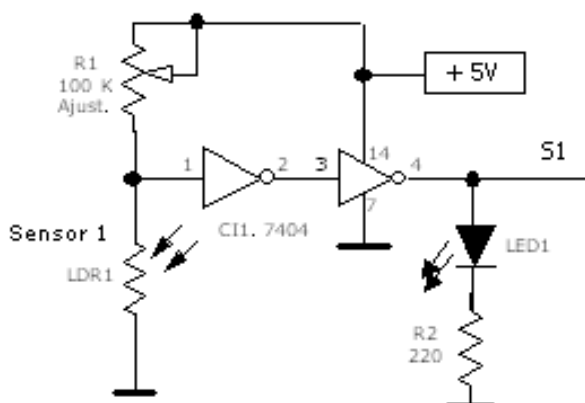


Fotoresistencia LDR.

El uso que se le da a esta resistencia suele ser en sistemas de control y automatización donde sea necesario tener presente el nivel de la luz existente.

En este proyecto práctico nos centraremos en esta fotocélula LDR, pero existe en el mercado muchos tipos de detectores fotoeléctricos más sofisticados y diseñados para estas funciones (Ver Apéndice).

El valor de la fotoresistencia LDR detectando luz es de unos  $1500 \Omega$  y sin luz es de aproximadamente de unos  $6500 \Omega$  luego utilizaremos una conexión ó potencial negativo para conectar la fotoresistencia y obtener a la salida de nuestro circuito adaptador un nivel alto cuando no haya luz, *vehículo detectado*, y un nivel bajo cuando haya luz, *vehículo no detectado*.



Esquema eléctrico de un sólo adaptador sensor.

En el esquema eléctrico se representa, para un solo sensor, el circuito adaptador de las señales de entrada del Sensor 1, que cuando se activa, debido al corte del haz luminoso que incide sobre la fotocélula, en este caso el vehículo la tape, tendremos un nivel alto a la salida y el diodo LED1 de señalización se encenderá, indicando que se ha producido la activación, éste es el caso en que el vehículo es detectado.

Al tener dos inversores conectados en serie se obtiene a la salida el mismo nivel de señal de entrada pero amplificado y adaptados a niveles lógicos.

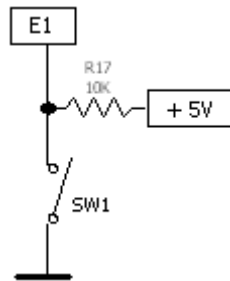
El circuito integrado utilizado es del tipo TTL 7404 de seis inversores que se alimenta de 5 voltios.



---

### 3.5.2. CIRCUITO DE ENTRADA DE FICHA DE LAVADO

Este circuito se compone únicamente de un switch SW1 ó interruptor simple con el objetivo de poner a nivel 1 la entrada E1 cuando se le ha introducido la ficha.

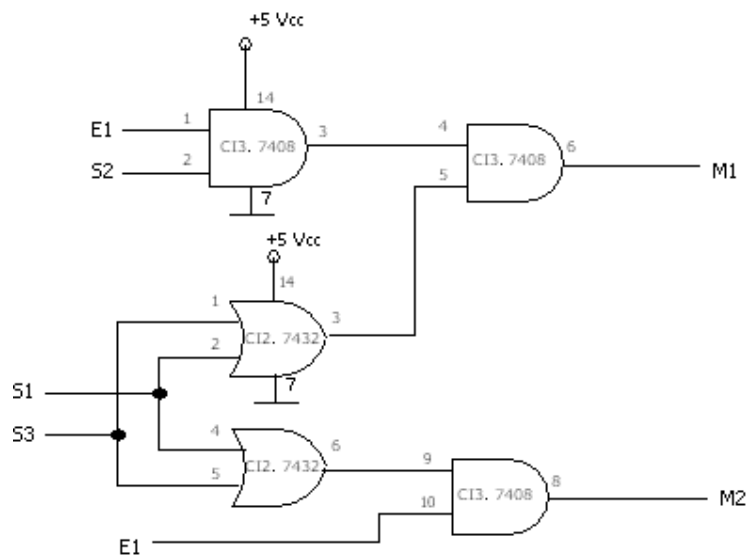


Este circuito simula el funcionamiento de un dispositivo de recepción y control de fichas ó monedas.

---

### 3.5.3. CIRCUITO DE CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA

El circuito de control es el que se ha diseñado y representado en el apartado 3.4 en el que se muestra el circuito eléctrico mediante puertas lógicas AND y OR con las señales de entrada y salida. (Ver Apéndice).

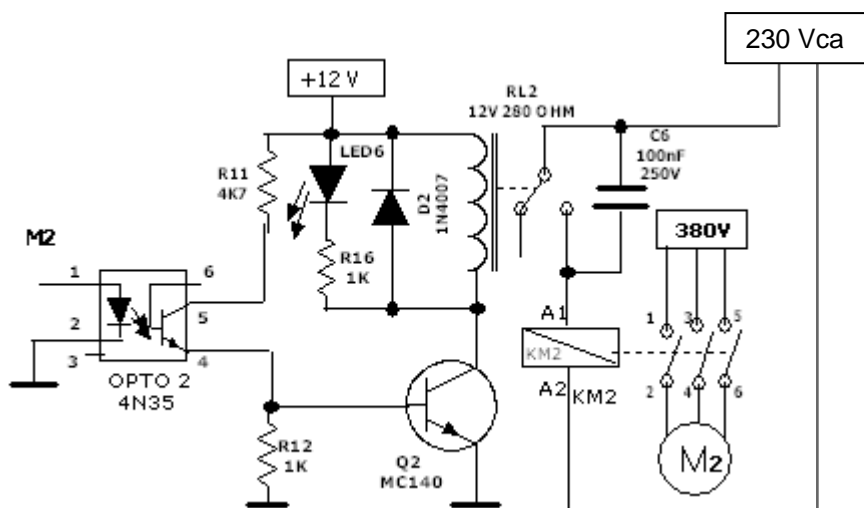


Los circuitos integrados utilizados son del tipo TTL CI3 7408 de cuatro puertas multiplicadoras AND y el CI2 7432 de cuatro puertas sumadoras OR y se alimentan con tensión de 5 voltios.

### 3.5.4. CIRCUITO DE SALIDA DE POTENCIA

El circuito de salida de potencia se encarga de mediar entre el circuito de control y los dispositivos de carga: motores, sistemas hidráulicos, ventiladores, bombas, etc.

Tal como se describe en el esquema eléctrico de uno de ellos, se compone de un optoacoplador OPTO2 que se encarga de aislar circuitos, tensiones y adaptar señales desde el circuito de control hacia el circuito de salida de potencia donde posee la tensión de trabajo de 12 voltios y mecanismos electromagnéticos que puede incidir y contaminar el funcionamiento del circuito lógico.



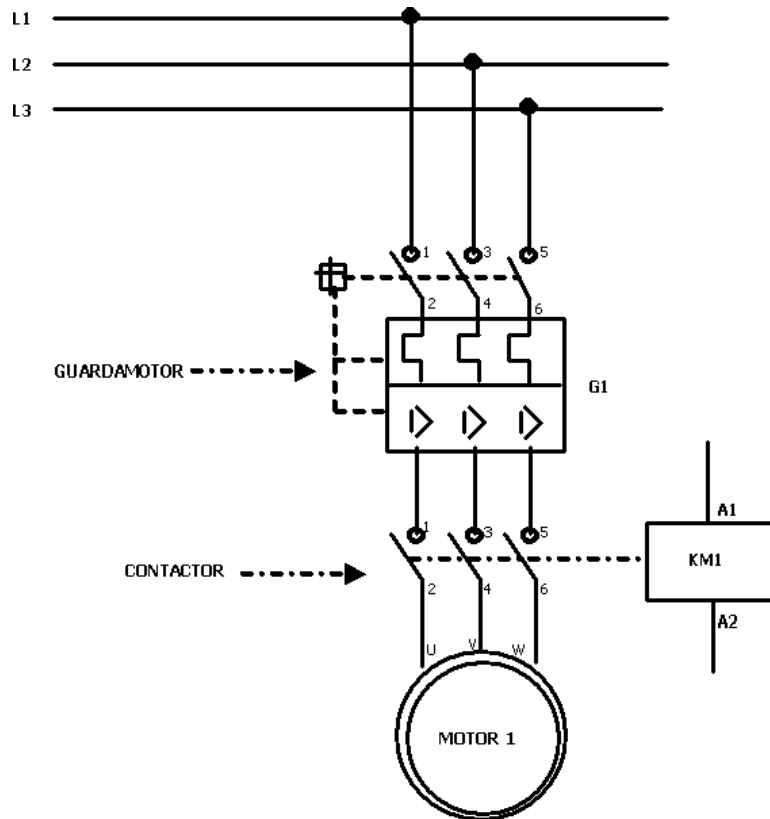
El transistor Q2 realiza la función de amplificador de la señal que le llega desde el optoacoplador y conmutar para activar el relé, que actuará, alimentando a 230 Vca, sobre los terminales A1 y A2 del contactor KM2 y éste pondrá en funcionamiento los motores y máquinas de mayor potencia.

Se dispone de un testigo de señalización con un diodo LED y su resistencia limitadora que indica el estado actual del relé, cuando se encuentra activado ó desactivado, conectándose también un diodo semiconductor D2 en paralelo con la bobina del relé para proteger nuestro circuito contra la fuerza electromotriz que se producen en la conexión y desconexión del relé.

El circuito consta de dos componentes principales: el relé RL2 de 12 voltios y cuyo contactos de salida admite una corriente máxima de 10 A, posee solamente un circuito de contactos conmutado NA, NC, C, utilizándose solamente el circuito NA-C, se ha colocado un condensador poliester C6 que protege los contactos de continuas conexiones y desconexiones. El otro componente que se utiliza es el contactor principal de potencia KM2 con su bobina de activación A1 y A2 y tres contactos principales de fuerza (Normalmente Abierto NA) 1-2, 3-4, y 5-6, para los motores trifásicos (Ver Apéndice).

En nuestro proyecto práctico utilizaremos los contactores general de potencia y trabajarán las bobinas con tensión de 230 Vca y los circuitos de fuerza a 380Vca trifásica para los motores M1 y M2 con sus correspondientes guardamotors trifásicos.

En el esquema siguiente se muestra el circuito de fuerza o potencia CONTACTOR-GUARDAMOTOR para la conexión del motor 1.

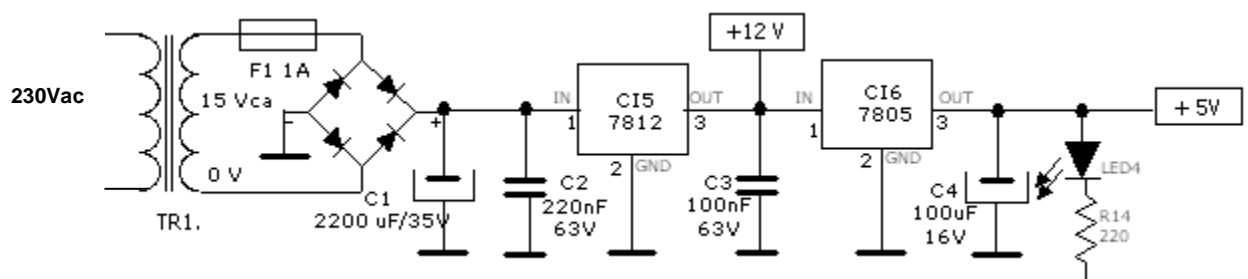


### 3.5.5. CIRCUITO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN:

La fuente de alimentación se compone de:

- Transformador.
- Rectificación.
- Filtrado.
- Regulación – estabilización.

Para este equipo electrónico es esencial la utilización de un transformador, rectificador, filtrado de la componente alterna y regulación fija de la tensión de salida.



Tal como vemos en el esquema eléctrico de la fuente de alimentación los elementos de transformación, rectificación y filtrado hacen posible obtener un nivel de tensión de c.c. adecuado con un mínimo de rizado de la componente alterna, previo al circuito regulador.

El transformador, que proporciona el vital aislamiento eléctrico y cambia el nivel de tensión de 230V a 15V, tiene tres parámetros importantes:

- Su tensión (ó tensiones, si se usa más de un arrollamiento) en el secundario. En nuestro proyecto sólo necesitaremos un bobinado del secundario.
- Su valor de potencia de 20VA.
- El factor de regulación.

La tensión del secundario, consignada como valor r.m.s. (eficaz), es la tensión en c.a. presente en el arrollamiento secundario del transformador cuando por él circula la corriente nominal (plena carga).

La potencia ó valor VA, del transformador es el producto de la tensión c.a. del secundario por la corriente c.a. en el secundario a plena carga (ambos valores r.m.s.). Así, por ejemplo, un transformador de 100 VA puede tener dos arrollamientos secundarios de 20 V a 2,5 A cada uno, un solo arrollamiento secundario que proporcione 20 V a 5 A, u otras combinaciones, u otras combinaciones.

El transformador de 15V y 20VA tiene una tensión de 15 voltios eficaces a una frecuencia de 50Hz en los terminales del secundario cuando está suministrando 20VA, y si se retira la carga, la tensión del secundario aumentará hasta un valor especificado por el **factor de regulación**, este valor vendrá dado en %, y en consecuencia, la salida de un transformador de 15 voltios con un factor de regulación, por ejemplo, del 10% aumentará 16,5 V cuando no tenga la carga nominal conectada al secundario.

El circuito de alimentación utiliza un rectificador en puente de onda completa. Los cuatros diodos de silicio que forman el rectificador puente causarán una caída de tensión de aproximadamente 2 V en la carga.

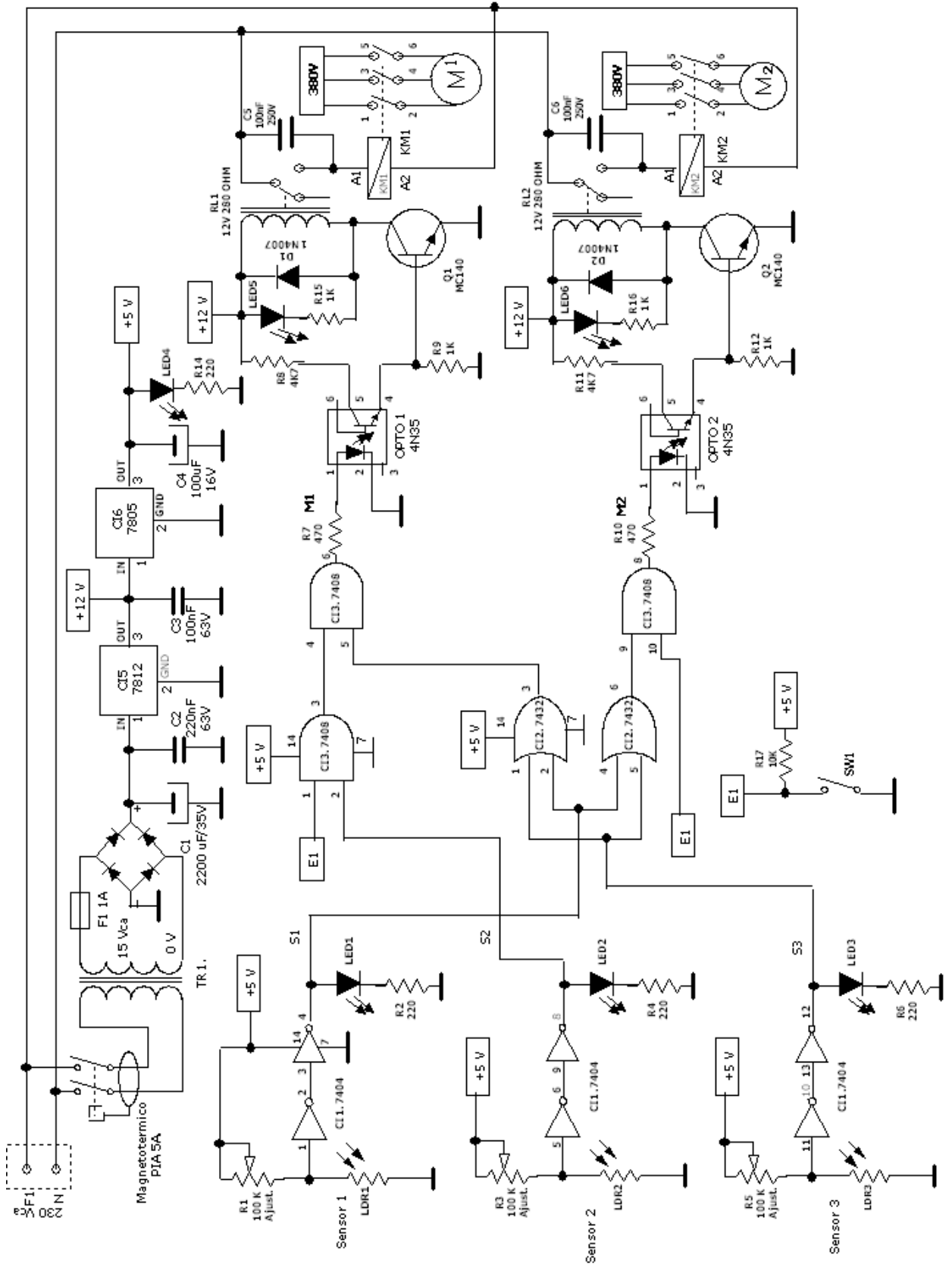
El condensador de filtro C1 elimina la componente ó rizado de la corriente alterna mejorando la continúa.

Los circuitos de reguladores de tensión positivas CI5 7812 con salida fija de +12 Vcc y el CI6 7805 con salida fija de +5 Vcc son circuitos integrados de tres terminales y tienen todos los elementos de regulación necesarios en serie, incluida la protección por sobrecarga, montados en un cuerpo único. Estos reguladores positivos poseen internamente como elemento en serie un transistor bipolar conectado como seguidor de emisor, siendo más estable.

Los condensadores de salida C3 y C4 actúan básicamente como un filtro de línea para mejorar la repuesta transitoria. El condensador de entrada C2 es utilizado para prevenir oscilaciones no deseadas cuando el regulador está a alguna distancia de la salida del filtro, de tal forma que la línea tiene una inductancia considerable.

El voltaje de entrada, de estos reguladores, debe estar al menos 2 voltios por encima del voltaje de salida para mantener la regulación. Sus características principales son su funcionamiento fiable, además de tener circuitos para protección contra sobrecargas térmicas internas, estos integrados también poseen protección contra cortocircuito.

3.6. Esquema general eléctrico del proyecto.



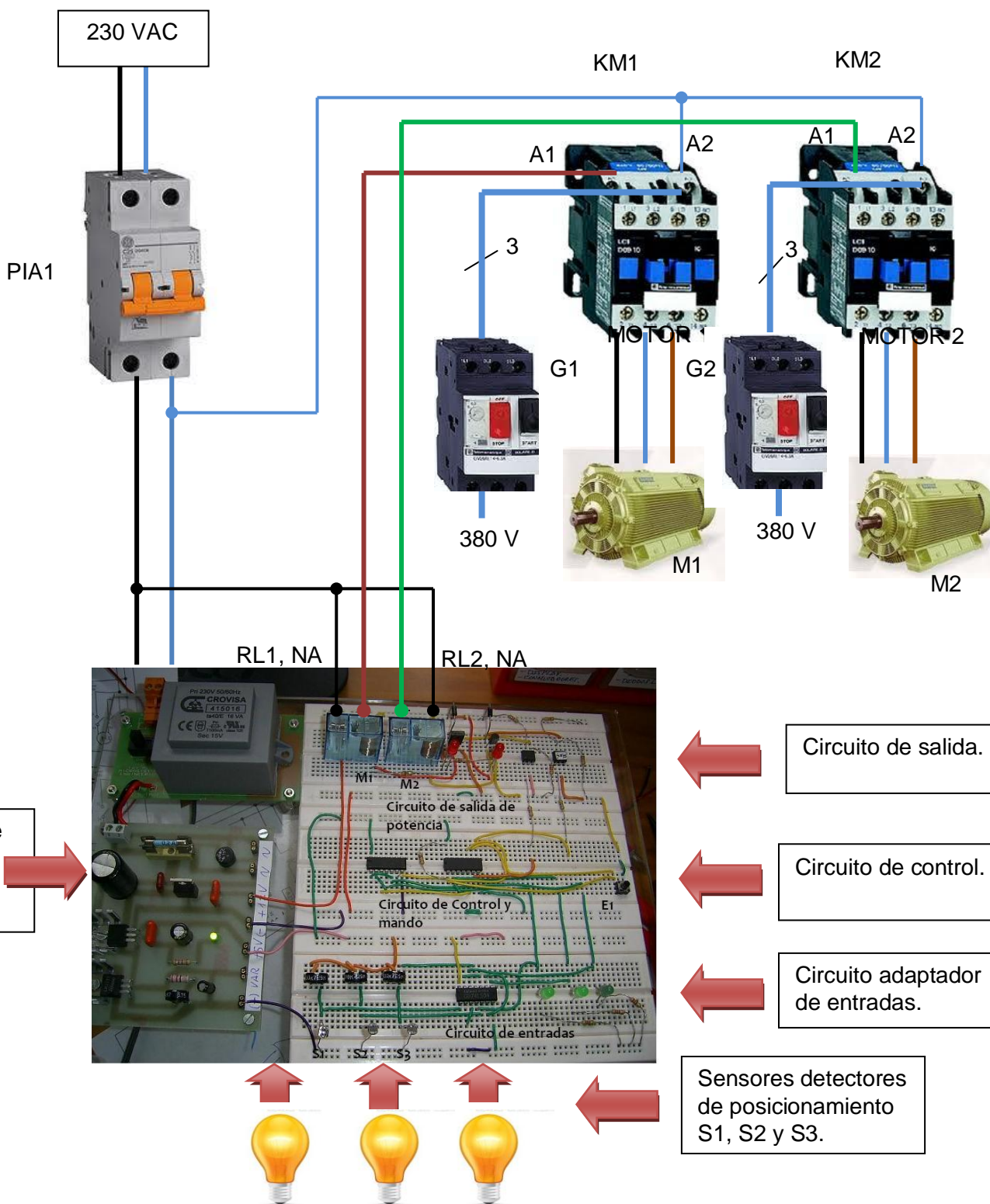
---

### 3.7. Lista de componentes y materiales eléctricos y electrónicos.

- R1, R3, R5 = Resistencia ajustable de 100 K $\Omega$
- R2, R4, R6, R14 = Resistencia de  $\frac{1}{4}$  W, 220  $\Omega$
- R7, R10 = Resistencia de  $\frac{1}{4}$  W, 470  $\Omega$ .
- R8, R11 = Resistencia de  $\frac{1}{4}$  W, 4K7 $\Omega$ .
- R9, R12, R15, R16 = Resistencia de  $\frac{1}{4}$  W, 1K $\Omega$ .
- LDR1, LDR2, LDR3 = Fotoresistencia eléctrica LDR.
- C1 = Condensador electrolítico de 2200  $\mu$ F. 35 Voltios.
- C2 = Condensador poliester de 0,22  $\mu$ F / 63 V.
- C3 = Condensador poliester de 0,1  $\mu$ F / 63 V.
- C4 = Condensador electrolítico de 100  $\mu$ F / 16 V.
- C5 y C6 = Condensador poliester de 0,1  $\mu$ F / 250 V.
- D1, D2 = Diodo de silicio 1N4007.
- Q1, Q2 = Transistor NPN de media potencia MC140.
- BR1 = Puente rectificador de silicio 1 Amperio.
- LED1, LED2, LED3, LED4 = Diodo LED 5mm de color verde.
- LED5, LED6 = Diodo LED 5mm de color rojo.
- OPTO1, OPTO2 = Optoacoplador 4N35.
- CI1 = TTL 7404. 6 inversores NOT.
- CI2 = TTL 7432. 4 sumadores OR.
- CI3 = TTL 7408. 4 multiplicadores AND.
- CI5 = Regulador de tensión fija positiva 7812. TO-220.
- CI6 = Regulador de tensión fija positiva 7808. TO-220.
- RL1, RL2 = Relé de 12 V, 280  $\Omega$ , 1 circuito conmutado.
- L1, L2, L3 = Bombilla E14- 12 V.
- KM1, KM2 = Contactor principal de potencia 3 circuitos NA 2 Auxiliares.
- F1 = Soporte fusible circuito impreso y fusible 0,5 A.
- TR1 = Transformador 20 VA. 230 VAC / 15 VAC. 1 A
- PIA1 = Interruptor magnetotérmico de 10 A bipolar.
- G1, G2 = Guardamotor magnético térmico trifásico de 0,25KW.
- M1, M2 = Motor Asíncrono trifásico de 10 KW.

### 3.8. Montaje del proyecto

Los circuitos electrónicos se montarán en tarjetas de pruebas de inserción proto-board.10, tal como se muestra en la figura. A parte, y es muy importante, se utilizará un panel de madera aglomerada de 50x60 cm para montar los dispositivos eléctricos: motores y carril DIN con los magnetotérmicos, contactores, señalizadores, etc., para disponer de un aislamiento de protección y seguridad.



### 3.9. Puesta en marcha y comprobación

Antes de poner en marcha el equipo es preciso visualizar y revisar las conexiones, posicionado y polarización de los componentes, utilizando para ello un polímetro en medida de resistencia de continuidad para chequear el circuito por medio del esquema eléctrico y la verificación de los siguientes puntos:

- Medir continuidad del Fusible F1
- Medir continuidad de conexión entre las entradas y salidas de CI1, CI2 y CI3.
- Medir aislamiento entre GND y +5 Voltios
- Medir aislamiento entre GND y + 12 Voltios.
- Medir aislamiento entre +12V y +5 V.
- Medir aislamiento en las conexiones de salida de los relés RL1 y RL2. Hay que utilizar los contactos normalmente abiertos del relé, C y NA.

En esta primera fase de la prueba no se conectarán las tensiones de 380 V a los contactores principales ni tampoco la tensión de 230 V a los relés para activar los bobinados A1, A2 de los contactores.

Proceder a las pruebas siguientes:

1. Comprobar la fuente de alimentación en vacío, para ello, abriremos las conexiones que van a los distintos circuitos y tomaremos las medidas de tensión en los puntos de salida. Daremos paso de corriente a través del interruptor magnetotérmico, si se enciende el LED 4 y las tensiones son correctas pasar a la siguiente prueba.
2. Conectar la fuente de alimentación al circuito y seguir la secuencia de prueba siguiente:
  - a. Poner a 5 voltios la entrada E1, abriendo el interruptor SW1.
  - b. Tapar el sensor 1 y se deberá activar el relé RL2, LED6 encendido.
  - c. Con el sensor 1 tapado, tapar el sensor 2, se debe activar el relé RL1, LED 5 encendido.
  - d. Estando tapados los sensores 1 y 2, tapar también el sensor 3, debe de continuar los dos relés RL1 y RL2 activados, LED 5 y 6 encendidos.
  - e. No tapar el sensor 1, se debe seguir manteniendo los dos relés activados.
  - f. No tapar el sensor 1 y el sensor 2, se debe desactivar el relé RL1, LED5 apagado, y activo el relé RL2, LED 6 encendido.
  - g. No tapar el sensor 3 se debe desactivar el relé RL2, LED 6 apagado.
  - h. Poner a 0 voltios la entrada E1, cerrando el interruptor SW1, con lo cual el proceso ha finalizado.
3. Si las pruebas han ido correcta, la siguiente prueba es conectar la alimentación de 230 voltios a los relés de salida A1 y A2 de los contactores KM1 y KM2 y la alimentación trifásica de 380 V a los motores M1 y M2 con su correspondiente magnetotérmico y elementos de protección (Ver Apéndice).

**Nota:** En esta prueba hay que prestar especial atención y cuidado con las tensiones que se manejan y proveer todas las conexiones de los bornes con terminales aislantes, fichas de empalmes y punteras protegidos.



## 4. APÉNDICE

### Relé y Contactor.



Relé electromagnético.



Contactador electromagnético auxiliar.

Los contactores están constituidos de interruptores, con contactos Normalmente Abierto NA y Normalmente Cerrado NC, y están formados de armaduras altamente fiables y robustas para garantizar un gran número de maniobras en baja y alta tensión y con elevadas corrientes de conexión.

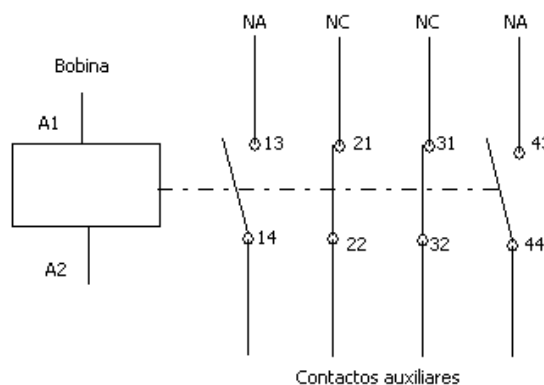
Los hay contactores principales de potencia y contactores de mando auxiliares.

En el mercado existen una gran variedad de contactores auxiliares de mando, su elección está en función del número de contactos necesarios, condiciones de empleo, adaptabilidad, tamaño, potencia, etc.

El **relé**, básicamente está constituido internamente por una bobina en cuyo interior se ha colocado como núcleo un material capaz de imantarse en presencia de un campo magnético. Cuando dicho material, generalmente hierro dulce, se imanta, atrae a una palanca que pivota sobre un soporte y que activa uno ó varios contactos, que pueden ser normalmente abiertos (NA) o normalmente cerrados (NC). Al desaparecer la imantación, la palanca vuelve a su posición de reposo forzada por la acción de un muelle.

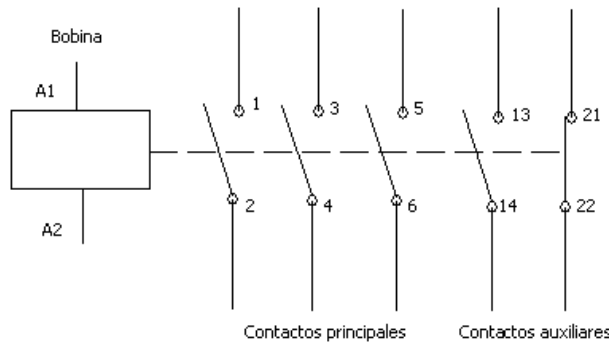
El **contactador** es un dispositivo de conexión/desconexión, con una sola posición de reposo y mandado a distancia, que vuelve a la posición de desconectado cuando deja de actuar sobre él la fuerza que lo mantenía conectado. Intervienen en el circuito de potencia a través de unos contactos principales y en la lógica del circuito de mando con los contactos auxiliares.

Posee una bobina, terminales A1 y A2, que puede estar alimentada por una tensión diferente a la utilizada en el circuito de fuerza. Por ejemplo, 24 Vcc y 380 V respectivamente.



Simbología y referenciado de un contactador auxiliar.

Los fabricantes diferencian los contactores auxiliares (mando) de los de potencia (fuerza), aplicando diferentes colores al elemento móvil situado en el frontal del contactor. Por ejemplo: azul-potencia, naranja-mando.



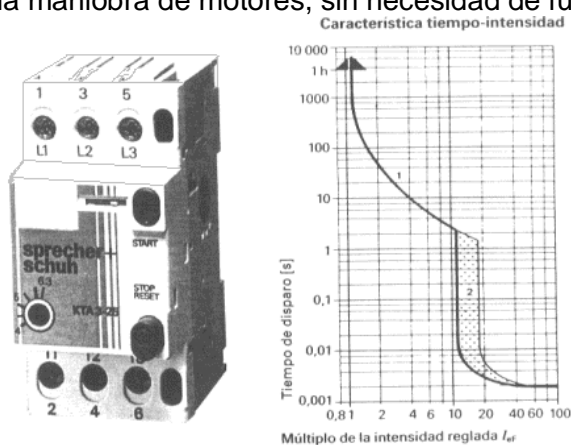
Simbología y referenciado de un contactor principal de potencia. Contactor principal de potencia.

## Interruptor automático de motor. Guardamotor.

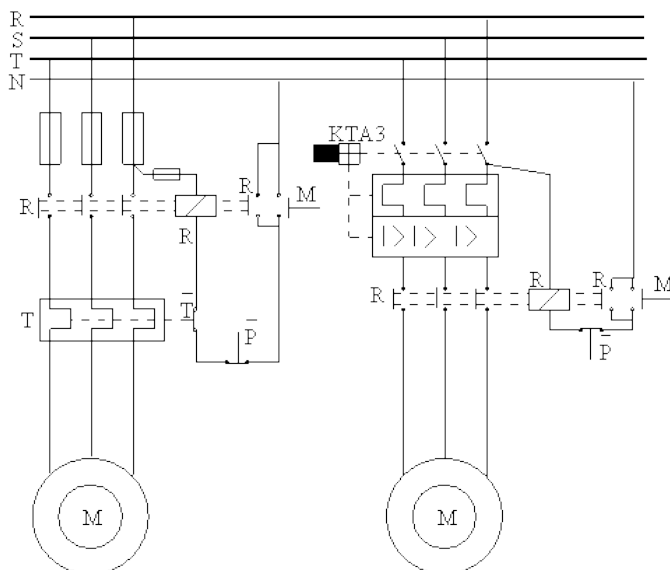
Los interruptores automáticos de motor utilizan el mismo principio de protección que los interruptores magnetotérmicos. Son aparatos diseñados para ejercer hasta 4 funciones:

- 1.- Protección contra sobrecargas.
- 2.- Protección contra cortocircuitos.
- 3.- Maniobras normales manuales de cierre y apertura.
- 4.- Señalización.

Este tipo de interruptores, en combinación con un contactor, constituye una solución excelente para la maniobra de motores, sin necesidad de fusibles de protección.



En la figura siguiente se puede ver dos circuitos diferentes de alimentación de un motor según dos procedimientos; el primero utiliza los fusibles de protección de líneas, el imprescindible contactor y su relé térmico; el segundo solamente utiliza un interruptor automático de motor y un contactor. Las diferencias son notables, así que veamos los inconvenientes y ventajas estudiando la composición del interruptor automático de motor.



Como ya se ha dicho, estos interruptores disponen de una protección térmica. Cada uno de los tres polos del interruptor automático dispone de un disparador térmico de sobrecarga consistente en unos bimetales por los cuales circula la intensidad del motor. En caso de una sobrecarga el disparo se produce en un tiempo definido por su curva característica.

La intensidad de disparo térmico es regulable dentro de ciertos límites. Para el modelo KTA3 de Sprecher existen 13 modelos con intensidades comprendidas entre 0,1 A hasta 25 A. disponiendo cada uno de ellos de un campo de reglaje determinado.

La protección magnética o disparador magnético de cortocircuito consiste en un electroimán por cuyo arrollamiento circula la corriente del motor y cuando esta alcanza un valor determinado se acciona bruscamente un núcleo percutor que libera la retención del mecanismo de disparo, obteniéndose la apertura de contactos en un tiempo inferior a 1 ms. La intensidad de funcionamiento del disparador magnético es de 11 a 18 veces la intensidad de reglaje, correspondiente a los valores máximo y mínimo del campo de reglaje.

Otra característica interesante en este tipo de aparatos es la limitación de la corriente de cortocircuito por la propia resistencia interna del interruptor, correspondiente a los bimetales, disparadores magnéticos y contactos. Este efecto disminuye a medida que aumenta la intensidad nominal del aparato.

Gracias al diseño optimizado de las piezas de los contactos y de las cámaras de extinción, estos aparatos tienen un poder de corte muy elevado. Así, por ejemplo, a 380V. el poder de corte es de 100 kA. para los aparatos de hasta 6,3 A; de 6,3 - 10 A. el poder de corte es de 10 kA, y de 10 - 25 A. el poder de corte es de 6 kA.

Una tecla de conexión START y otra de desconexión STOP o RESET permiten el mando manual del interruptor, lo cual le faculta para que en ciertos circuitos se pueda prescindir del contactor.

Un botón giratorio, situado a un costado del interruptor, permite seleccionar la función T "TRIP", de disparo con señalización y bloqueo de la reconexión directa. Esta función tiene la misión de que en el caso de disparo por sobrecarga o cortocircuito la tecla STOP se desplace a una posición intermedia, aproximadamente a la mitad de su carrera total, indicando con ello el motivo de la desconexión. Para efectuar la nueva conexión manual es necesario pulsar a fondo la tecla STOP.

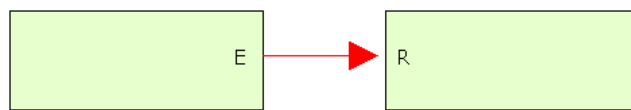
## Detectores fotoeléctricos.

Los **detectores fotoeléctricos**, basan su funcionamiento en la interrupción de una barrera luminosa generada por un emisor de luz, visible ó infrarroja. Cuando el elemento receptor deja de recibir la radiación luminosa es activado el circuito de disparo.

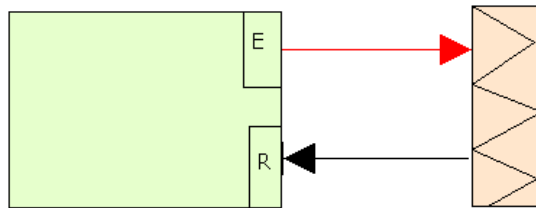
Las tensiones de trabajo habituales de este tipo de detectores son 24 y 48 V en corriente continua y 120 /240 V en corriente alterna.

Aunque el principio de funcionamiento es el mismo, existen tres variantes de los detectores fotoeléctricos:

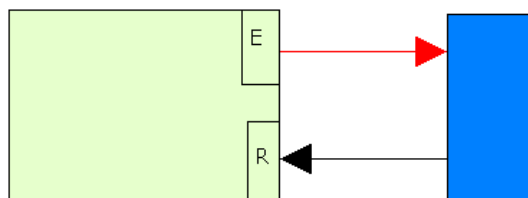
- Los **detectores de barrera**, tienen el emisor y el receptor del haz luminoso separados que se activa cuando se interrumpe el haz al intercalarse un objeto.



- Los **detectores réflex**, donde el emisor y el receptor están montados juntos en el mismo soporte y el retorno se hace mediante un reflector.



- Los **detectores de proximidad**, donde el emisor y el receptor están montados juntos en el mismo soporte. El haz es reflejado hacia el receptor por cualquier objeto que se encuentre próximo a él.



Por su fabricación y diseño, estos tipos de detectores fotoeléctricos son aptos para trabajar en ambientes corrosivos de polvo, humedad, vibraciones, etc.

### Circuitos integrados y puertas lógicas básicas.

Las puertas lógicas son dispositivos u operadores que realizan las funciones lógicas básicas. Las puertas lógicas se encuentran disponibles en el mercado en circuito integrados. Estos circuitos tienen una gran densidad de componentes electrónicos integrados en un material semiconductor de silicio de reducidas dimensiones. Los circuitos integrados de puertas lógicas corresponden a un nivel de integración bajo, aproximadamente unos 100 componentes por circuito. El número aproximado de puertas lógicas que contiene un circuito integrado es de 4.

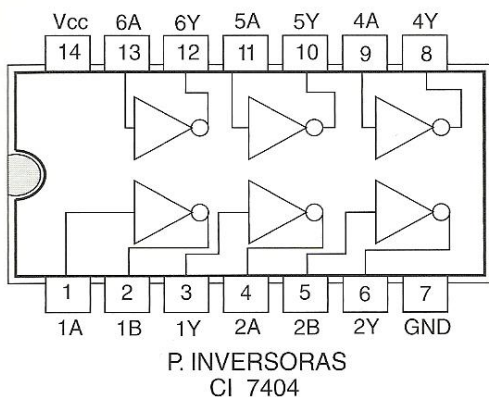


Figura 1.82.

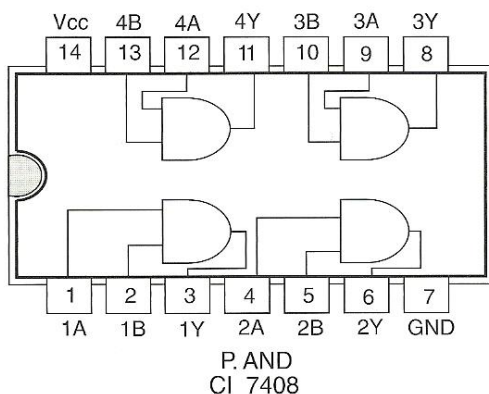


Figura 1.84.

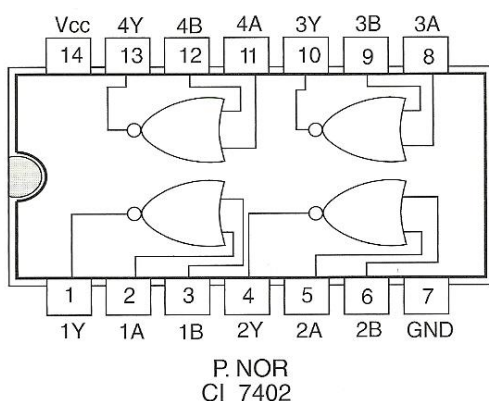
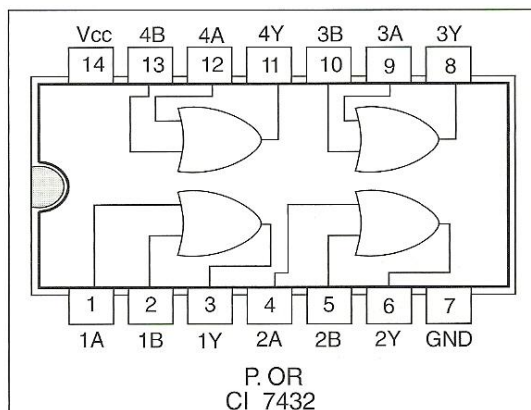


Figura 1.85.



Características. Está formado por 4 puertas OR de dos entradas cada una, todas realizan la misma función. El número de terminales o pins es de 14. El terminal 14 es el de alimentación, 5V, y el 7 corresponde a masa, estos dos terminales son comunes para todas las puertas. El resto de terminales corresponden a las entradas y salidas de las puertas.

Figura 1.83.

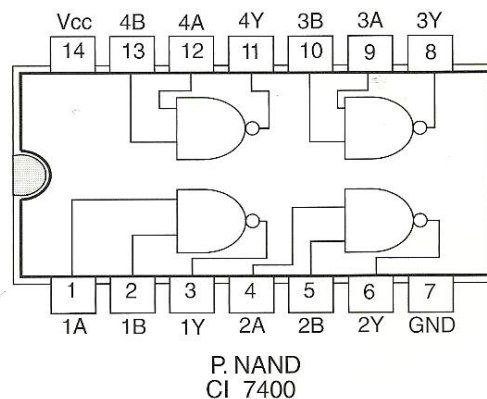


Figura 1.86.