

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD REGIONAL**  
**ROSARIO**

**DEPARTAMENTO MECÁNICA**

**ASIGNATURA: INGENIERÍA MECÁNICA II**

**PROFESOR: Ing. Oscar Alberto GOROSITO**

**EL MANDO A DISTANCIA DE MOTORES ELÉCTRICOS**

**INTRODUCCIÓN**

Se denomina así a la forma del control de la puesta en marcha o de parada de los motores eléctricos, en la que el operador no acciona directamente una llave que abra o cierre el circuito eléctrico.

Los objetivos del mando a distancia son:

1. Eliminar el riesgo que representa para el operador, accionar una llave por la que circulan corriente y tensión elevadas.
2. Posibilitar que el accionamiento sea ejecutado en forma automática por dispositivos adecuados, ajenos al operador.
3. Lograr una velocidad de accionamiento tal, que el arco eléctrico que se produce entre los contactos que intervienen, sea de muy corta duración, evitando el deterioro de estos, manteniendo su eficiencia por más tiempo y prolongando su vida útil.

**LOS COMPONENTES DEL MANDO A DISTANCIA**

Los componentes del mando a distancia de un motor eléctrico, se agrupan generalmente en un tablero que puede ser de madera, mármol, chapa de acero o micarta. Para protegerlos del polvo, la suciedad, la abrasión, salpicaduras, etc., se los suele confinar en un gabinete metálico, que puede cerrarse con llave para prevenir el riesgo que personal no capacitado, pueda accidentarse o provocar desperfectos.

Debe tenerse siempre bien presente, que para una persona normal, la descarga accidental de una corriente en la línea de 380 Voltios generalmente es mortal. En consecuencia, las precauciones deberán siempre extremarse al máximo en estos trabajos.

Los componentes del mando a distancia son:

1. La llave general.
2. Los fusibles o interceptores (uno para cada fase).
3. Las luces de fase, también llamadas "ojo de buey".
4. El o los contactores.

5. El o los protectores térmicos.
6. Los pulsadores o botoneras.
7. Las borneras.

A continuación describiremos el funcionamiento de cada uno de estos elementos, con su representación esquemática para representarlo en un circuito, en el formato que consideramos mas adecuado desde el punto de vista didáctico.

1. La llave General, tiene por objeto dar alimentación al tablero o cortarla. De esta manera, se podrá trabajar en el mismo sin riesgo.
2. Los fusibles o interceptores, uno para cada fase, tienen por objeto cortar la corriente cuando ésta se hace demasiado alta, con lo que se evitará la destrucción del motor y de la instalación.

En la Fig. 1 se puede observar una llave trifásica abierta, que puede ser de cuchillas o rotativa y a continuación los interceptores.

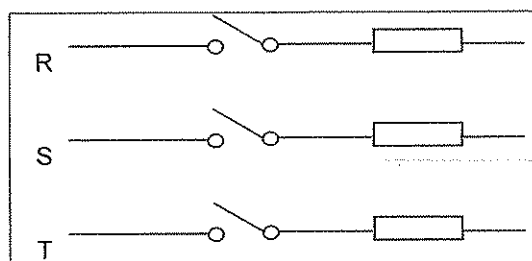


Fig. 1

3. las luces de fase son pequeñas lámparas, una por cada fase, que dan una indicación claramente visible, ya que estarán encendidas cuando el motor se encuentre en movimiento (o en general cuando circule corriente por la línea). Si se cortara alguna de las fases, quedará apagada la lámpara correspondiente. Esto no deberá confundirse con la llamada protección de fases.
4. El contactor, que es el elemento mas importante del mando a distancia. Es simplemente una llave electromagnética capaz de cerrar o abrir un circuito obedeciendo a una señal de baja tensión tal como 24 Voltios o de la tensión de red.

El contactor está compuesto por:

- a. una bobina que acciona a un electroimán.
- b. Tres contactos principales que se cierran estableciendo el circuito cuando la bobina es excitada y "chupa" al núcleo del electroimán. Estos contactos principales, se encuentran normalmente abiertos y esto se designa **NA**, ver Fig. 2, donde además se observan los dos contactos inferiores correspondientes a la bobina.
- c. Un resorte antagónico que vuelve a separar los contactos cuando cesa la excitación de la bobina del electroimán (en la figura no se indica).
- d. Uno o varios pares de contactos auxiliares, optativos, normalmente abiertos (**NA**) o normalmente cerrados (**NC**). La

finalidad de estos contactos auxiliares, es controlar corrientes de baja intensidad o de baja tensión, utilizadas en controles. Ver Fig. 3.

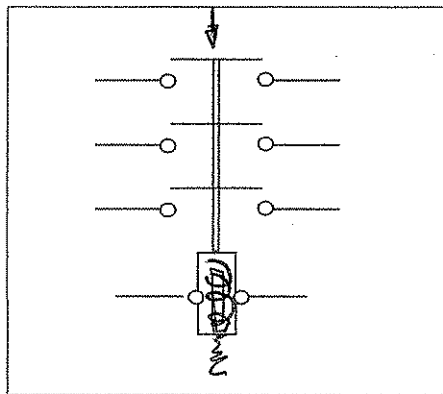


Fig. 2

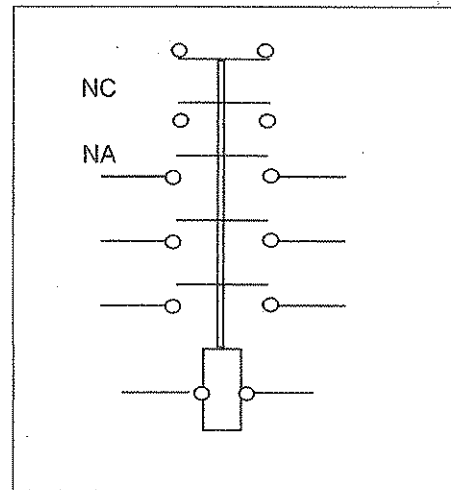


Fig. 3

5. El protector térmico, es un dispositivo que normalmente se adosa al contactor; actúa cuando circula por la línea principal una corriente normalmente alta, que no obstante no lo es tanto como para fundir los fusibles, pero que podría producir la destrucción del motor. Esta corriente excepcionalmente alta, actúa calentando una resistencia de una pequeña termocupla, que abre el circuito de la bobina del electroimán, interrumpiéndose la alimentación del motor. El protector térmico también llamado relevo térmico, tiene un dial para fijar la intensidad de corriente a la cual debe abrir el circuito. En la Fig. 4 tenemos el esquema de un relevo térmico conectado a un circuito cerrado mediante los contactos NC; éstos son los que se abren interrumpiendo el circuito de alimentación de la bobina del contactor. Eventualmente pueden cerrar los dos contactos de abajo NA, con los cuales se puede accionar una alarma. El protector térmico es un dispositivo caro, pero brinda una protección efectiva, complementaria a la de los interceptores.

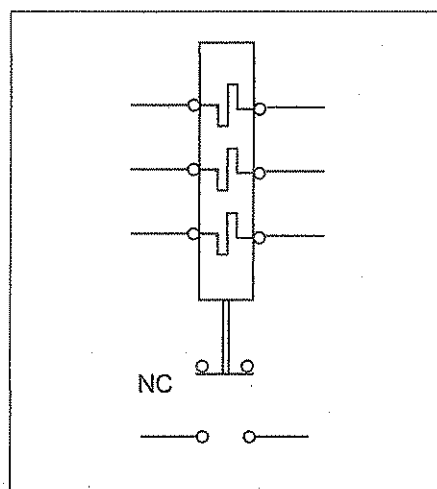


Fig. 4

6. Los pulsadores o botoneras son pequeñas llaves destinadas usualmente a manejar corrientes, que por razones de seguridad, deberían ser de baja intensidad y baja tensión. El pulsador está constituido como una unidad, para ser aplicado a un tablero, mientras que la botonera es una caja que contiene dos, tres o mas pulsadores. En la Fig. 5 se observa un pulsador con un par de contactos NA en la parte superior y otro NC en la parte inferior. Al ser presionado, cerrará la línea superior y abrirá la inferior. La flecha hacia arriba indica que esa es su posición normal, ya que está empujado por un resorte.

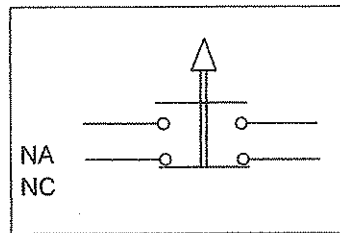


Fig. 5

7. Las borneras son elementos de conexión entre los componentes del tablero y el circuito exterior. Se emplean para conectar al tablero la línea de alimentación (entrada al tablero) y al o los motores y otros elementos de la instalación (salida).

### LA INVERSIÓN DE MARCHA

En los motores trifásicos, la inversión del sentido de rotación, se logra simplemente invirtiendo la entrada de dos de las tres fases arbitrariamente. Es decir que si para un sentido de marcha la conexión es R S T, bastará pasar la línea R al borne de la S y viceversa.

Cuando en un motor se quiere un mando a distancia para un solo sentido de marcha, bastará un solo contactor. Pero si se quiere lograr la inversión de marcha, como sería el caso de un montacargas, se deberá instalar en el tablero, otro contactor; es decir uno para cada sentido de marcha.

### EL ENCLAVAMIENTO DEL MANDO

Cuando se instalan dos contactores en un tablero, es importante impedir que por error de maniobra o negligencia, se pueda producir corto circuito oprimiendo simultáneamente los dos pulsadores que mandan los sentidos de marcha opuestos.

Para que esto no ocurra, se recurre a los denominados enclavamientos, que pueden ser por botonera, por contactores o por ambos a la vez.

#### El enclavamiento por botoneras

En la Fig. 6 tenemos un enclavamiento por botoneras o pulsadores. El pulsador **B1** es el que abre el circuito de alimentación de la bobina del contactor **C1** con el que se pondrá en marcha el motor con rotación por ejemplo a la izquierda.

Presionando el pulsador **B1** se cierra el circuito que pasa por los contactos **NA** del **B1**, luego por el **NC** del **B2** y luego por la bobina del contactor **C1**.

Si se presionara el pulsador **B2** para hacer entrar en circuito el otro contactor **C2**, se cortaría la corriente que desde el **B1** pasa por el contacto **NC** del **B2**. De este modo podrá entrar en funcionamiento uno sólo de los contactores.

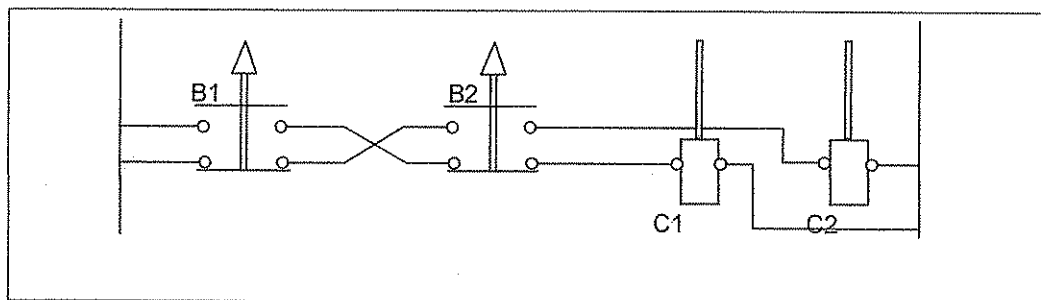


Fig. 6

### El enclavamiento por contactores

En la Fig. 7 se observa este tipo de enclavamiento que consiste en hacer pasar la alimentación de la bobina del contactor **C1** por el par de contactos **NC** del contactor **C2** y viceversa.

De esta manera el contactor que entra en circuito, dejará abierto el circuito de la bobina del otro contactor, ya que abrirá sus contactos auxiliares **NC** con lo que impedirá la excitación de la bobina del otro, que por lo tanto no podrá entrar en servicio.

En la Fig. 7 se observan dos contactores con esta forma, también llamada "enclavamiento de bobinas" y se puede observar que cada contactor tiene un par de contactos auxiliares **NA** que no son utilizados en este caso.

Los esquemas de conexión indicados hasta aquí, mantienen sus circuitos cerrados en la medida que el operador mantenga presionado el pulsador que corresponda. Esta forma es corriente en el mando de aparatos tales como los puentes grúa con mando a botonera colgantes, en los que el operador está obligado a acompañar la marcha del puente, andando por el suelo, ya que si suelta la botonera se cortan todos los circuitos.

Como se puede imaginar, esta forma no es la adecuada para la mayor parte de los circuitos en los que se requiere que la marcha, una vez iniciada, ya no dependa de la presión que ejerza en la botonera el operador. Para esto se

hace el agregado que se observa en la Fig. 7, en donde en la salida de la fase T de cada contactor hay una línea que se dirige a la entrada de bobina de cada contactor. Con esto, al establecerse el circuito principal, la bobina del contactor es alimentada aunque su pulsador quede abierto. A esto se le llama "realimentación de bobina".

En estos casos, para abrir el circuito deberá instalarse un pulsador en la línea de bobina de cada contactor como por ejemplo en los extremos de ellas indicados 1 y 2.

Se entiende que los extremos de líneas de alimentación de bobina deberán ser conectados a masa o neutro.

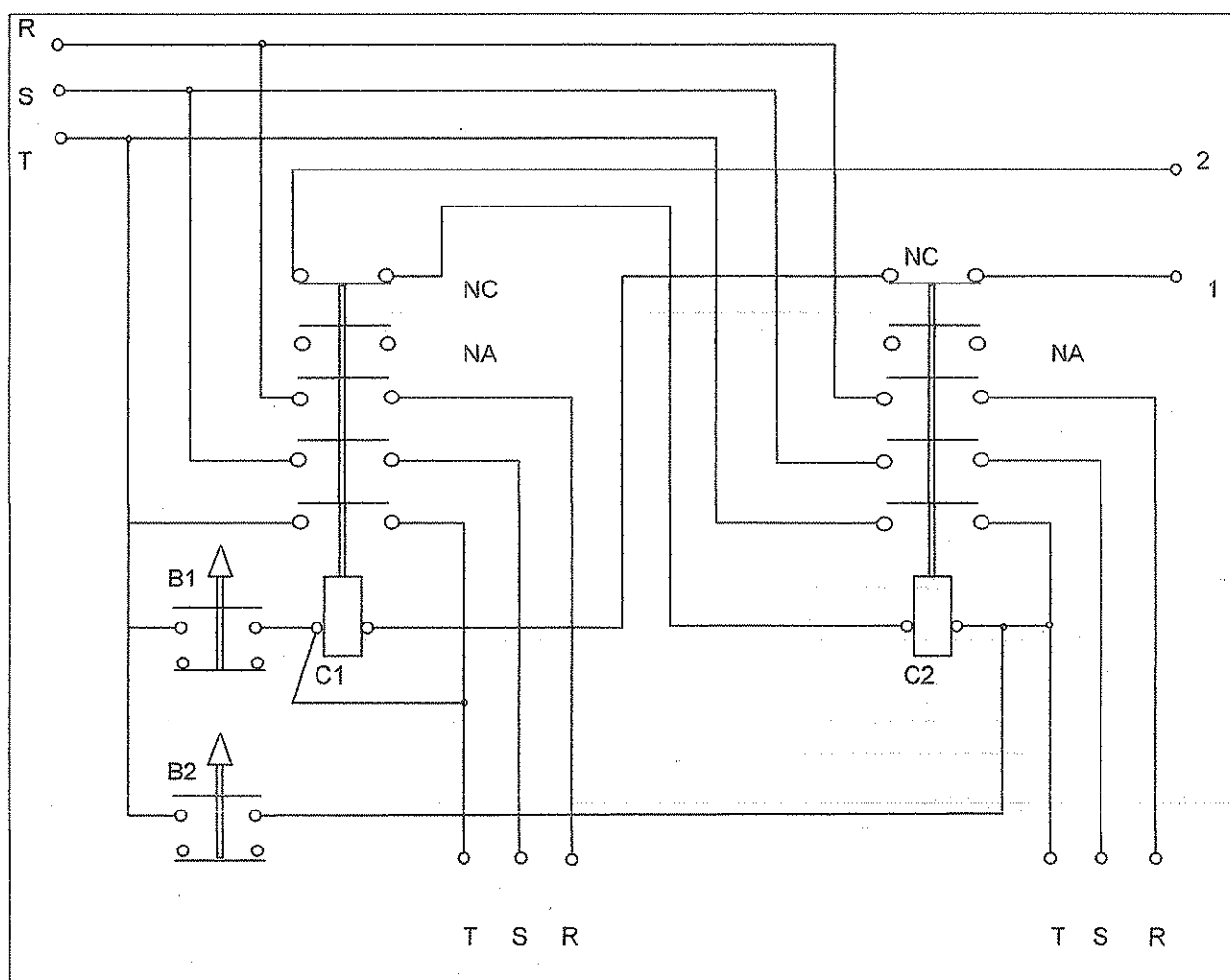


Fig. 7

Como orientación acerca del consumo, diremos que un contactor para una intensidad de corriente de 16 Amperes a 380 Voltios, que permite manejar motores de hasta 10 CV, tienen un consumo de bobina durante la marcha del orden de 3 wattios. Por esto decimos que los contactores permiten el manejo

de corrientes y tensiones elevadas, con corrientes y tensiones para nada peligrosas.

Hemos mencionado anteriormente, que se suelen emplear tensiones de 24 Voltios para los circuitos de bobina de los contactores, para lo cual debe incluirse en el circuito un transformador. Este transformador no esta indicado en ninguno de los esquemas.

### OTROS COMPONENTES

En estos circuitos son de uso común unos interruptores llamados "límites de carrera" (limit switch) o "fin de carrera", que cortan el circuito de bobina cuando el aparato llega a una posición que no debe sobrepasar. Es el caso de un montacargas que no debe pasar hacia abajo de la planta inferior, ni hacia arriba de la planta superior.

Se lo conecta de modo tal que, una vez interrumpido el circuito sea imposible reiniciar la marcha en el mismo sentido.

Para el diagrama de la Fig. 7, se debería instalar a partir de 1 ó 2. Se lo puede observar en forma esquemática en la Fig. 8, cuenta con un contacto NA y uno NC.

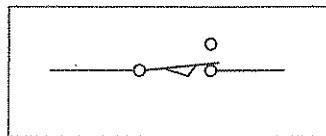


Fig. 8

Las células fotoeléctricas, fotocélulas o células fotosensibles, son asimismo formas especiales de interruptores que pueden actuar como elementos NC o NA. Están compuestas por un emisor de señal luminosa y un receptor fotosensible; la luz genera sobre la placa sensible (generalmente selenio), una corriente que una vez ampliada, podrá accionar un elemento tal como un contactor o un relé (relay).

Si por cualquier circunstancia la luz es interrumpida, se interrumpirá la señal y actuará el contactor. Estas células son de uso muy extendido, por ejemplo en detectores de llama, contadores de bultos en los transportadores, alarmas contra robos, etc.

