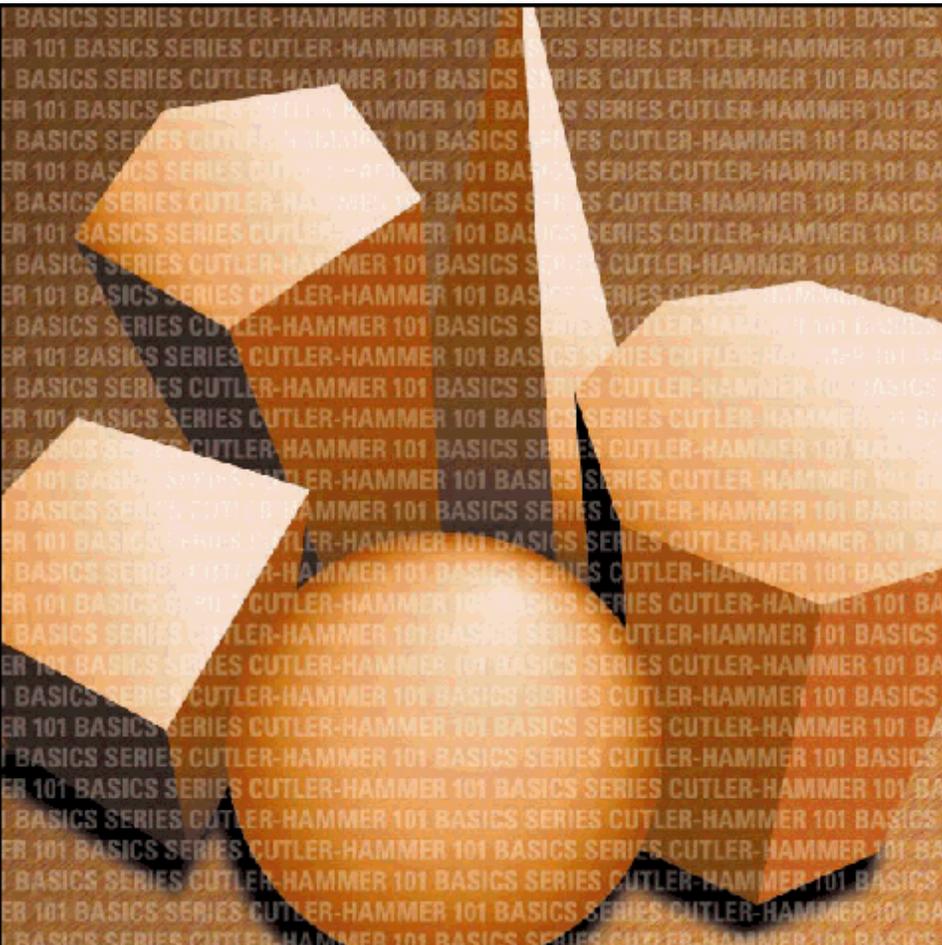


Arrancadores y Contactores

Serie Básica 101



Cutler-Hammer

Arrancadores y Contactores

Temario

Comenzaremos presentando los bloques de construcción de un arrancador: el contactor y la protección contra sobrecargas. Terminaremos con comentarios sobre los arrancadores. A continuación le ofrecemos una lista de los temas abarcados.

El Contactor	4
Interruptores de Cuchilla	4
Controlador Manual	5
Contactores Magnéticos	6
Componentes de un Contactor	6
Como Opera el Contactor	6
Vida de Contacto: Arqueo	8
Vida de Contactos: Rebote	8
Repaso 1	9
Protección contra Sobrecargas	10
Como Funciona un Motor	10
¿Qué es una Sobrecarga?	11
Relevador de Sobrecarga	11
El Relevador de Sobrecargas Eutético	12
El Relevador de Sobrecargas de Estado Sólido	14
Disparo	15
Relevadores de Sobrecargas en Acción	15
Repaso 2	16
El Arrancador	17
Arrancador Manual	17
Arrancadores de Motores Magnéticos	19
Circuito de Arrancador	19
Tipos de Arrancadores de Motor	21
Estándares y Especificaciones	22
NEMA y IEC	22
UL y NEC	22
CE y CSA	23
Ayuda al Cliente	24
Entrevista con el Cliente	24
¿NEMA o IEC?	24
Revisión de la Placa del Motor	25
Modificaciones	25
Repaso 3	26
Glosario	27
Respuestas del Repaso 1	30
Respuestas del Repaso 2	30
Respuestas del Repaso 3	31
Referencia	31

Arrancadores y Contactores

Bienvenido

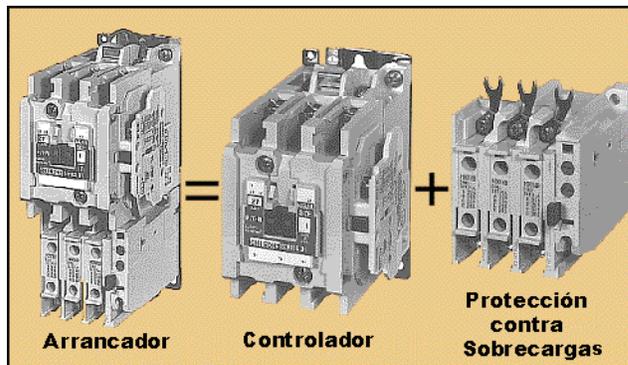
Bienvenido al Módulo 19, que trata Arrancadores, dispositivos que **controlan el uso de la energía eléctrica suministrada a los equipos, habitualmente un motor.**

Como su nombre lo indica, los arrancadores “arrancan” motores. Pueden también pararlos, invertirlos, acelerarlos y protegerlos.

Los arrancadores se elaboran de dos bloques, Contactores y Protección contra Sobrecargas:

- Los contactores controlan la corriente eléctrica hacia el motor. Su función es establecer e interrumpir repetidamente un circuito de suministro de energía eléctrica.
- La Protección contra Sobrecargas protege los motores para evitar que jalen una cantidad excesiva de corriente eléctrica y se sobrecarguen, “quemándose” literalmente.

Figura 1. Un Arrancador consiste de un Controlador (con mayor frecuencia un Contactor) y una Protección contra Sobrecargas



Como en los demás módulos de esta serie, este módulo presenta pequeñas secciones de material nuevo seguidas por una serie de preguntas sobre el material. Estudie el material cuidadosamente, conteste después a las preguntas sin hacer referencia a lo que acaba de leer.

Usted es el mejor juez de su asimilación del material. Repase el material tan frecuentemente como lo considere necesario. Lo más importante es establecer una base sólida sobre la cual construir conforme pasa de tema en tema y de módulo en módulo.

Nota sobre Estilos de Fuentes

Los puntos esenciales se presentan en negritas.

Los elementos de Glosario se presentan en cursivas y subrayados la primera vez que aparecen.

Viendo el Glosario

Las versiones impresas tienen el glosario al final del módulo. Usted puede también hojear el Glosario seleccionando con el mouse la marca de Glosario en el margen izquierdo.

Arrancadores y Contactores

El Contactor

Un contactor puede manejarse de manera independiente como dispositivo de control de energía eléctrica, o bien como parte de un arrancador. **Los contactores se utilizan en aplicaciones desde el interruptor de alumbrado hasta los equipos industriales automatizados más complejos. los contactores son utilizados por los equipos eléctricos que son frecuentemente encendidos y apagados** (apertura y cierre del circuito), tales como alumbrado, calentadores y motores.

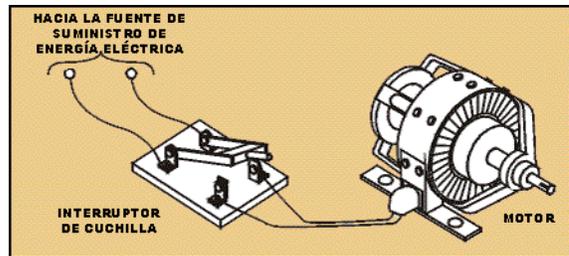
Cualquiera que sea la aplicación, la función del contactor es siempre la misma: **cerrar y abrir todas las líneas de suministro de energía eléctrica que llevan a una Carga**. O bien, de conformidad con lo definido por NEMA, establecer e interrumpir repetidamente un circuito de energía eléctrica.

Interruptores de Cuchilla

El primer dispositivo utilizado para parar y arrancar motores eléctricos fue un simple Interruptor de Cuchilla. Se trata de una palanca que hace bajar una tira de metal sobre un Contacto para establecer el circuito eléctrico. A finales de los años 1800, alguien tenía que estar al lado del interruptor de cuchilla y manipular la palanca para llevarlo a la posición cerrada.

Cuando la industria comenzó a requerir de motores eléctricos más potentes, el interruptor de cuchilla se volvió rápidamente obsoleto y no siguió en uso. ¿Por qué?

Figura 2. Un Interruptor de Cuchilla utilizado para controlar un Motor



los ingenieros descubrieron que los contactos se desgastan rápidamente porque los operadores no podían abrir y cerrar el interruptor suficientemente rápidamente para evitar el Arqueo. **El arqueo, una condición en la cual una alta tensión salta a través del espacio abierto conforme los contactos se cerraban o se abrían**, provocaba la corrosión de los interruptores de cobre blando con formación de hoyos. Polvo y humedad agravaban el problema.

Más importante, conforme los motores se volvieron más grandes, las corrientes para operarlos también se hicieron más importantes, creando una importante preocupación de seguridad. **Era físicamente peligroso manejar el interruptor**. Se volvió cada vez más difícil encontrar operadores que deseaban manipular los interruptores de cuchilla.

Se hicieron mejoras mecánicas importantes, pero con su operación peligrosa y su corta vida de contactor, los interruptores de cuchilla perdieron su popularidad. El interruptor de cuchilla ciertamente no era la mejor solución, pero a partir de él, los ingenieros aprendieron los problemas que se tenían que resolver:

- velocidad de operación
- vida de contactor
- protección para el motor
- protección para el operador del interruptor (se proporciona a través de operación remota o automática).

Arrancadores y Contactores

Controlador Manual

El controlador manual fue el siguiente paso de la evolución, ofreciendo varias nuevas características importantes:

- La unidad se encuentra en un gabinete, no está expuesta
- Se utilizan Contactos de Doble Ruptura en lugar de contactos de ruptura única
- La unidad es físicamente de menor tamaño
- La unidad es mucho más segura para su operación.

Los contactos de doble ruptura abren el circuito en dos lugares simultáneamente. La división de la conexión en dos juegos de contactos permite trabajar con más corriente en un espacio más pequeño de lo que sería factible con un contacto de ruptura única. Además, el enlace mecánico abre y cierra el circuito más rápida y consistentemente, ahorrando al metal una parte del arqueo al cual se encuentra sometido en el caso de interruptores de cuchilla.

Figura 3. Contactor de Doble Ruptura

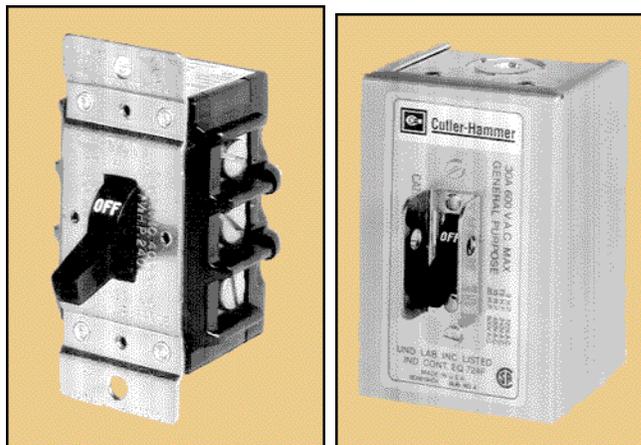


Con un controlador manual, el operador oprime un botón o desplaza un interruptor integrado al equipo eléctrico accionado. En otras palabras, el botón o interruptor se encuentra físicamente unido al controlador mismo, y no es operado a distancia.

Cuando un operador acciona un controlador manual, el Circuito de Alimentación se conecta, **llevando la energía eléctrica a la carga.**

El contactor manual fue una gran mejora en comparación con el interruptor de cuchilla. Variaciones de contactores manuales siguen en uso hoy en día.

Figura 4. Dos Contactores Manuales Típicos Todavía en Uso Hoy en Día



Arrancadores y Contactores

Contactores Magnéticos

Con el paso del tiempo, los ingenieros diseñaron el contactor magnético.

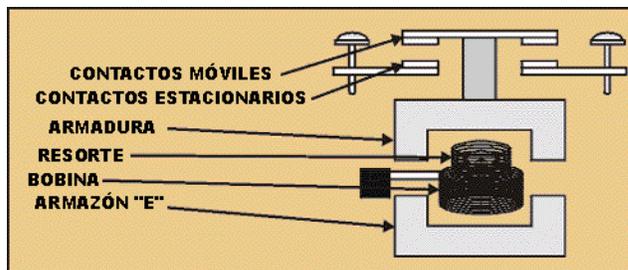
Un contactor magnético es operado electromecánicamente sin intervención manual. Esto significa que el contactor puede ser operado a distancia, sin necesidad de tener una persona en un lugar potencialmente peligroso. Los contactores magnéticos utilizan una pequeña corriente de control para abrir y cerrar el circuito.

NOTA: Desde ahora, el término “contactor” se referirá solamente a un **contactor magnético CA.**

Componentes de un Contactor

Si usted desarmó algún día un contactor como se muestra en la Figura 5, encontró los componentes siguientes: un **Electroimán** (armazón E), una **Armadura**, una **bobina**, un **resorte**, y dos grupos de **contactos**, un grupo de contactos móviles y un grupo de contactos estacionarios.

Figura 5. Componentes de Contactor Magnético



Como Opera el Contactor

¿Cómo abre y cierra exactamente el contactor? La **armazón E** cuando es excitado por la **bobina**, se vuelve un electroimán. La **armadura**, un compañero de la armazón E, está conectada a un grupo de **contactos**. La armadura es móvil, pero sujeta por un **resorte**.

Cuando la **bobina** es excitada, los **contactos móviles** son jalados hacia los **contactos estacionarios** puesto que la **armadura** es jalada hacia la **armazón E**. Una vez que los dos grupos de contactos se encuentran, la energía puede fluir a través del contactor hacia la carga.

Cuando la bobina es des-excitada, se rompe el campo magnético, y el resorte separa los dos grupos de contactos.

En la Figura 6, pasamos otra vez por el proceso, utilizando imágenes para ayudarle a entender.

Los contactores son utilizados cuando no se requiere de una protección contra sobrecargas, y en niveles más bajos de corriente eléctrica. Las aplicaciones incluyen circuitos de alumbrado, calentadores y transformadores.

En resumen, **los contactores operan electromecánicamente y utilizan una pequeña corriente de control para abrir y cerrar el circuito.** (Comentaremos sobre la corriente de control con mayores detalles en la sección sobre arrancadores). Los dispositivos electromecánicos hacen el trabajo, no la mano humana como en el caso de un interruptor de cuchilla o un controlador manual.

Arrancadores y Contactores

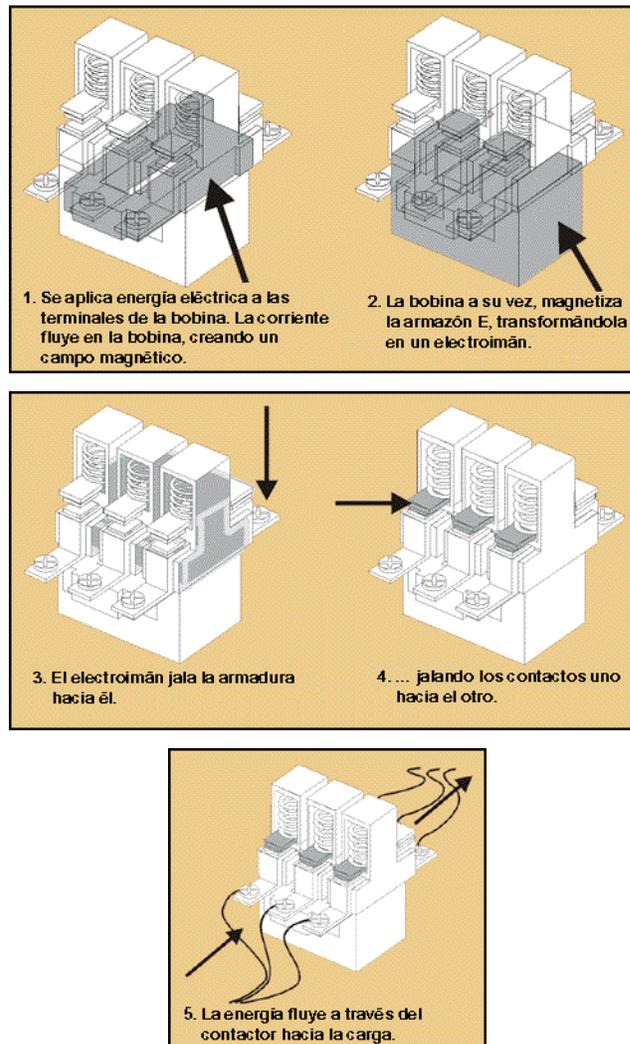
En Campo

Botones pulsadores e interruptores selectores tales como los presentados en este panel de control, son utilizados en cientos de industrias manufactureras.



Cada botón e interruptor está conectado a un contactor, para cerrar o abrir un circuito eléctrico a distancia.

Figura 6. Como Opera un Contactador Magnético



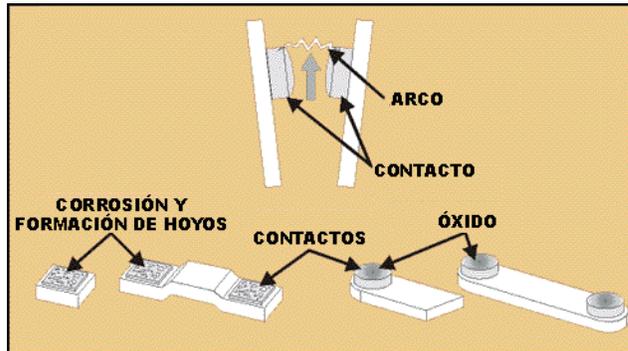
Arrancadores y Contactores

Vida de Contacto:
Arqueo

Una preocupación principal de los clientes es la expectativa de vida de un contactor. Se ha dicho que, "Lo peor que usted le puede hacer a un automóvil es arrancarlo". Lo mismo es cierto de los contactos. Entre más frecuentemente se abren y cierran los contactos, más corta será la vida del contactor.

Cuando contactos abren o cierran, se forma un arco eléctrico entre ellos. Los arcos producen un calor adicional que, si es prolongado, puede dañar las superficies de los contactos.

Figura 7. El Arqueo Provoca Corrosión, Formación de Hoyos y Acumulación de Óxido



Eventualmente, los contactos son ennegrecidos con marcas de quemado y hoyos formados por los arcos eléctricos. No es una razón para cambiar el contacto. De hecho, este depósito negro (Óxido) ayuda a crear un mejor "asiento" para conducir la energía eléctrica. Sin embargo, los contactos deben ser reemplazados una vez que la superficie presenta evidencia de una corrosión y desgaste importantes.

Vida de Contactos:
Rebote

Aplicando un pensamiento lógico, se puede llegar a la conclusión que **entre más rápidamente cierra el contacto, más pronto se extingue el arco, y mayor es la expectativa de vida del contacto**. Pero, los contactores modernos han sido diseñados para cerrar tan rápidamente y con tan energía que **los contactos se golpean entre ellos y rebotan, causando una acción de rebote**. Esto se conoce como Rebote de Contactos. Cuando el contacto rebota, se crea un arco secundario. Los contactos se golpean entre ellos una y otra vez, con rebote y arqueo cada vez menores.

Así, además del cierre de los contactos lo más rápidamente posible, es también deseable que los contactos reboten lo menos posible para reducir el arqueo secundario y desgaste.

Arrancadores y Contactores

Repaso 1

Conteste las preguntas siguientes sin hacer referencia al material que le acabamos de presentar. Empiece la siguiente sección cuando esté seguro que entienda lo que ya ha leído.

1. Explique los dos problemas con los interruptores de cuchilla que provocaron que los ingenieros buscaran otras soluciones.

2. ¿Cuál es la función de un contactor?

3. Explique la diferencia entre un contactor manual y un contactor magnético.

4. Explique las dos preocupaciones principales relacionadas con la vida de los contactos.

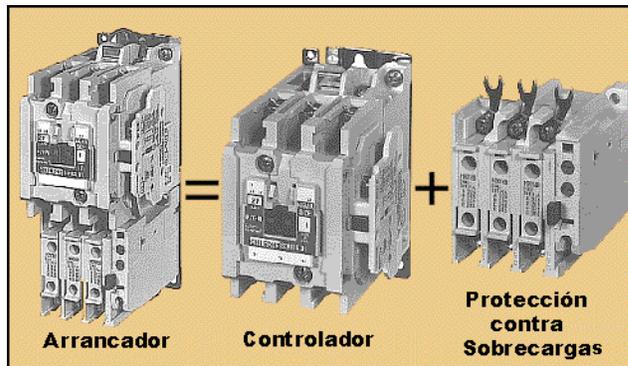
Arrancadores y Contactores

Protección contra Sobrecargas

Ahora que usted tiene una buena comprensión de lo que es un contactor y como funciona, pasemos a comentarios sobre la protección contra sobrecarga. Como lo hemos mencionado al principio de este módulo, **la protección contra sobrecargas impide que un motor eléctrico jale una cantidad excesiva de corriente, se sobrecaliente y se “queme”.**

Como un contactor, la protección contra sobrecargas es un bloque de construcción de los arrancadores. Recuerde la ecuación del arrancador:

Figura 8. Un Arrancador Consiste de un Controlador (en general un Contactor) y una Protección contra Sobrecorrientes

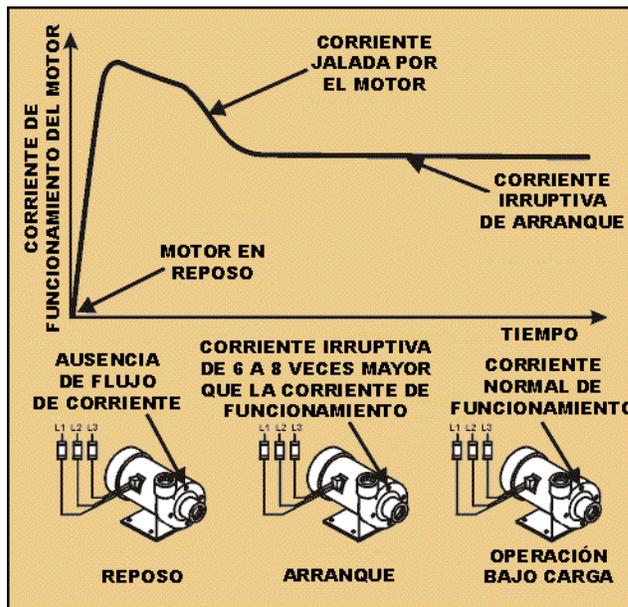


Empecemos esta sección estudiando cómo funciona un motor y por qué se requiere de una protección contra sobrecargas. Pasaremos después a los diferentes tipos de protección contra sobrecargas.

Como Funciona un Motor

Una parte de la comprensión de la protección contra sobrecarga es la comprensión del funcionamiento de los motores. **Un motor pasa a través de tres etapas durante una operación normal: reposo, arranque, y operación bajo carga.**

Figura 9. Etapas de Operación de un Motor



Un motor en reposo no requiere de corriente puesto que el circuito está abierto.

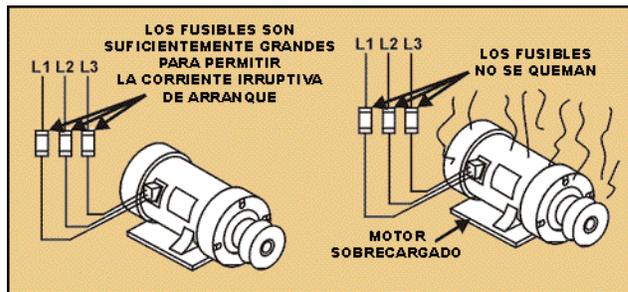
Arrancadores y Contactores

Pero **una vez cerrado el circuito**, el motor empieza a jalar una corriente *Irruptiva* muy elevada, del orden de 6 a 8 veces su corriente de funcionamiento.

Aquí, está el problema: **esta corriente irruptiva muy importante puede provocar un disparo inmediato del interruptor de circuito**. Un interruptor de circuito o fusible de un tamaño diseñado para manejar la carga de funcionamiento normal del motor abrirá el circuito durante el arranque.

Usted puede pensar que el hecho de seleccionar el tamaño del fusible o del interruptor de circuito para el pico de la corriente jalada resuelve el problema. Pero si usted hace eso, una vez que el motor está funcionando, solamente la *Sobrecarga* más extrema abrirá el circuito. Sobrecargas menores no provocarán un *Disparo* en los interruptores y el motor se quemará.

Figura 10. Problema con Fusibles Excesivamente Grandes



¿Qué es una Sobrecarga?

¿Qué es una sobrecarga? **El término significa literalmente que se ha colocado una carga excesiva sobre el motor**. Un motor está diseñado para funcionar a una cierta velocidad, que se conoce como su velocidad síncrona. Si la carga sobre el motor se incrementa, el motor jala más corriente para seguir funcionando a su *Velocidad Síncrona*.

Es posible colocar mucha carga en un motor y seguirá jalando más y más corriente sin poder alcanzar su velocidad síncrona. Si esto ocurre durante un período prolongado de tiempo, el motor puede fundir su aislamiento y quemarse. Esta condición se conoce como sobrecarga.

De hecho, el motor dejará de funcionar (se conoce como *Rotor Bloqueado*) cuando se le aplica una carga suficientemente grande. Es otro ejemplo de una condición de sobrecarga. Aún cuando el eje del motor ya no puede girar, el motor sigue jalando energía eléctrica, intentando llegar a su velocidad síncrona.

Aún cuando el motor en funcionamiento no puede jalar suficiente energía eléctrica para quemar los fusibles o disparar los interruptores de circuito, puede producir suficiente calor para quemar el motor. Este calor generado por una corriente excesiva en los devanados, provoca una falla del aislamiento y hace que el motor se quemé. **Utilizamos el término de *Amperaje de Rotor Bloqueado* para describir cuando el motor se encuentra en este estado** y jala la cantidad máxima de corriente.

Así, debido a la forma como funciona un motor, **se requiere de un dispositivo de protección contra sobrecarga que no abre el circuito cuando el motor está arrancando, pero abre el circuito si el motor se sobrecarga** y los fusibles no se funden.

Relevador de Sobrecarga

El *Relevador de Sobrecarga* es el dispositivo utilizado en arrancadores para protección contra sobrecarga de motor. Limita la cantidad de corriente jalada para proteger el motor contra un sobrecalentamiento.

Arrancadores y Contactores

Un relevador de sobrecarga consiste de:

- Una unidad de detección de corriente (conectada en la línea al motor).
- Un mecanismo para romper el circuito, ya sea directa o indirectamente.

Para cumplir con las necesidades de protección de motor, los relevadores de sobrecarga tienen un retardo para permitir sobrecargas temporales no perjudiciales sin abrir el circuito. Tienen también una capacidad de disparo para abrir el *Circuito de Control* si corriente medianamente peligrosa (que podrían causar un daño al motor) continúan durante un cierto lapso de tiempo. Todos los relevadores de sobrecargas tienen también un medio de reinicialización del circuito una vez removida la sobrecarga.

En Campo

El motor del soplador en este horno utiliza un relevador de sobrecargas para proteger el motor cuando se enciende el soplador y empieza la irrupción de corriente.



Un interruptor de circuito no podría proporcionar una protección en el arranque y en funcionamiento.

La corriente irruptiva sigue hasta que el ventilador alcance su plena velocidad o bien, más técnicamente, hasta alcanzar la velocidad síncrona del motor.

Veamos ahora la parte interna de algunos relevadores de sobrecarga para entender su funcionamiento. Estudiaremos los siguientes tipos de relevador de sobrecarga:

- Eutécticos (aleación fundible)
- Bimetálicos
- De Estado Sólido

El Relevador de Sobrecargas Eutéctico

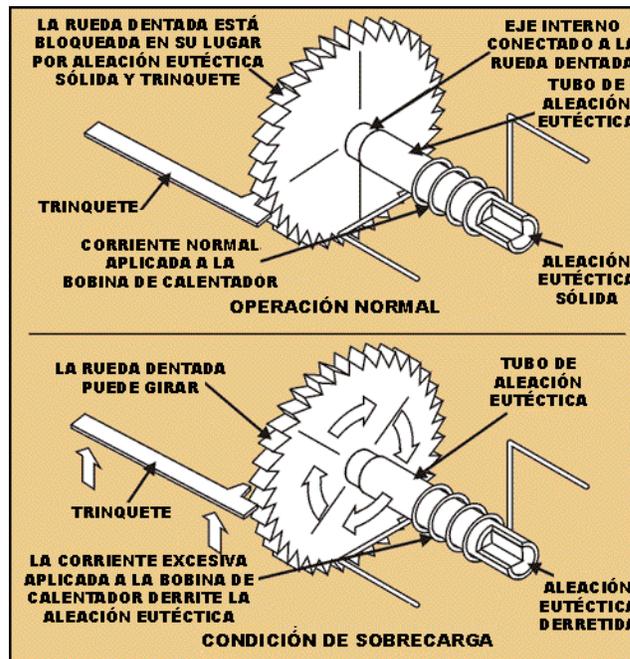
El relevador de sobrecargas de aleación fundible (o eutéctico) consiste de una *Bobina de Calentador*, una *Aleación Eutéctica*, y un mecanismo mecánico para activar un dispositivo de disparo cuando ocurre una sobrecarga. El relevador mide la temperatura del motor mediante el monitoreo de la cantidad de corriente jalada. Esto se efectúa indirectamente a través de una bobina de calentador.

Muchos tipos diferentes de bobinas de calentador están disponibles, pero el principio de operación es el mismo: **Una bobina de calentador convierte el exceso de corriente en calor que se utiliza para determinar si el motor está en peligro.** La magnitud de la corriente y el lapso de tiempo durante el cual está presente determina la cantidad de calor registrada en la bobina de calentador.

Arrancadores y Contactores

Habitualmente, un tubo de aleación eutéctica es utilizado en combinación con una rueda dentada para activar un dispositivo de disparo cuando ocurre una sobrecarga. **Una aleación eutéctica es un metal que tiene una temperatura fija a la cual cambia directamente de un estado sólido a un estado líquido.** Cuando ocurre una sobrecarga, la bobina de calentador calienta el tubo de aleación eutéctica. El calor derrite la aleación, liberando la rueda dentada y permitiendo su rotación. Esta acción abre los contactos normalmente cerrados en el relevador de sobrecarga.

Figura 11. Relevador de Sobrecargas Eutéctico: Combinación de Rueda Dentada y Aleación Eutéctica

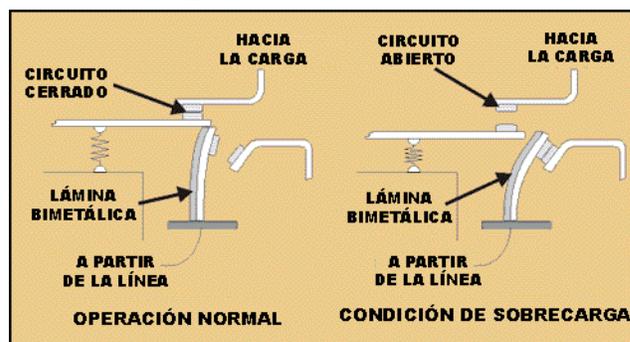


El Relevador de Sobrecargas Bimetálico

Un dispositivo bimetálico consiste de dos láminas de metales diferentes. Los metales diferentes están unidos permanentemente. El hecho de calentar la Lámina Bimetálica provoca su doblado puesto que los metales diferentes tienen coeficientes de dilatación y expansión diferentes.

La lámina bimetálica aplica tensión sobre un resorte en un contacto. Si el calor empieza a elevarse, la lámina se dobla, y el resorte separa los contactos, abriendo el circuito, como se muestra en la Figura 12.

Figura 12. Relevador de Sobrecargas Bimetálico: Efecto de Deformación de la Lámina Bimetálica



Una vez efectuada la acción de disparo, la lámina bimetálica se enfría y recupera su forma, reestableciendo automáticamente el circuito. El motor arranca de nuevo.

Arrancadores y Contactores

aún cuando la sobrecarga no ha sido removida, y disparará y reconectará una y otra vez. (Considerando el caso de un reconectador automático. Este tipo de relevador puede también estar equipado con un reconectador manual).

Como lo mencionamos, un relevador de sobrecarga está diseñado para evitar el sobrecalentamiento del motor. El calor proviene de dos fuentes: el calor generado dentro del motor, y el calor presente en el área en donde opera el motor (calor *Ambiente*). Aún cuando el calor ambiente contribuye una parte relativamente pequeña del calor total, tiene un efecto importante sobre la operación de los bimetales de relevador de sobrecargas. Un elemento de compensación por calor ambiente apropiadamente diseñado reduce los efectos de la temperatura ambiente sobre el relevador de sobrecargas.

Este tipo de relevador de sobrecargas se encuentra comúnmente en aplicaciones tales como cámaras de refrigeración, estaciones de bombeo remotas, y algunos equipos de procesos químicos, en donde la unidad es operada en entornos con temperaturas ambientes variables.

El Relevador de Sobrecargas de Estado Sólido

A diferencia de los dos otros tipos de relevadores, el relevador de sobrecarga de *Estado Sólido* no genera calor para facilitar el disparo. A diferencia de los demás, **mide la corriente o un cambio de resistencia**. La ventaja de este método es que el relevador de sobrecarga no desperdicia energía para generar calor, y no incrementa los requerimientos de enfriamiento del panel.

La corriente puede ser medida a través de transformadores de corriente, y después convertida en una tensión indicada por el relevador de sobrecarga. Si el relevador observa que la corriente es mayor de lo que debe ser durante un lapso excesivamente largo de tiempo, se dispara.

Otro tipo de relevador de sobrecarga de estado sólido utiliza sensores para detectar el calor generado en el motor. El calor que rebasa el valor preestablecido durante un período excesivamente largo de tiempo dispara el motor fuera de línea.

El relevador de sobrecargas de estado sólido ofrece también algunas funciones avanzadas.

1. Es posible ofrecer una funcionalidad proactiva y una protección mejorada contra condiciones especiales. Por ejemplo, cuando existen condiciones de temperatura ambiente elevadas, dispositivos que utilizan sensores pueden detectar el efecto de la temperatura ambiente sobre el motor.
2. Algunos relevadores de sobrecargas de estado sólido ofrecen un tiempo de disparo programable. Esto puede ser útil cuando una carga requiere de más tiempo para acelerarse de lo que permiten los relevadores de sobrecargas tradicionales, o bien cuando se desea un tiempo de disparo entre *Clases de Disparo* tradicionales.
3. Algunos relevadores de sobrecarga tienen un sobremando de emergencia integrado para permitir el arranque del motor aún en el caso en el cual sería perjudicial para el motor hacerlo. Esto puede ser útil en situaciones en las cuales el proceso es más importante que salvaguardar el motor.
4. Algunos relevadores de sobrecargas de estado sólido pueden detectar el cambio de corriente cuando un motor se vuelve repentinamente sobrecargado. En una situación de este tipo, el relevador dispara para avisarle al usuario que existe un problema de aplicación. Normalmente, esto indica un problema de sistema más que un problema de motor.

Arrancadores y Contactores

Disparo

Muchos dispositivos de protección contra sobrecarga tienen un indicador de disparo integrado en la unidad para indicar al operador que ha ocurrido una sobrecarga.

Los relevadores de sobrecargas pueden tener un reconectador manual o automático. Un reconectador manual requiere de la intervención del operador como por ejemplo el hecho de oprimir un botón, para arrancar de nuevo el motor. Un reconectador automático permite que el motor arranque de nuevo automáticamente, habitualmente después de un período de “enfriamiento”, como en el caso de una lámina bimetálica.

Los relevadores de sobrecargas tienen también una clase de disparo asignada. La clase de disparo es el tiempo máximo en segundos para que dispare el relevador de sobrecarga cuando la corriente es el 600% de su corriente nominal. Los relevadores de sobrecargas bimetálicos pueden ser clasificados como **Clase 10**, lo que significa que pueden interrumpir el circuito no más de 10 segundos después del inicio de una condición de rotor bloqueado. Los relevadores de sobrecarga de aleación fundente son generalmente de **Clase 20**.

Relevadores de Sobrecargas en Acción

Usted obtendrá protección para motor ya sea con un arrancador manual o un arrancador magnético. Sin embargo, las características mecánicas reales de la protección contra sobrecarga funcionan de manera diferente según el tipo de arrancador.

Cuando un arrancador manual se encuentra sometido a una sobrecarga, una sobrecarga dispara un cerrojo mecánico provocando la abertura de los contactos y la desconexión del motor de la línea eléctrica.

En un arrancador de motor magnético (lo que comentaremos en la sección siguiente), una sobrecarga resulta en la abertura de un grupo de contactos dentro del relevador de sobrecarga mismo. Este grupo de contactos está alambrado en serie con la bobina de arrancador en el circuito de control del arrancador de control magnético. El hecho de romper el circuito de bobina provoca la abertura de los contactos de arrancador, desconectando el motor de la línea. El motor para y se evita que se queme.

Arrancadores y Contactores

Repaso 2

Conteste las preguntas siguientes sin hacer referencia al material que se le acaba de presentar. Empiece la siguiente sección cuando esté seguro que entiende lo que ya ha leído.

1. Describa el propósito de la protección contra sobrecargas en el caso de un motor eléctrico.

2. Un motor pasa a través de tres etapas durante su operación normal. Nombre estas etapas y el porcentaje típico de corriente de plena carga que jala.
_____%
_____%
_____%
3. Defina y explique la importancia de la velocidad síncrona de un motor.

4. Explique por qué los fusibles o interruptor de circuito no pueden proteger apropiadamente un motor eléctrico.

5. Compara y contraste la función de los tres tipos de relevadores de sobrecarga:

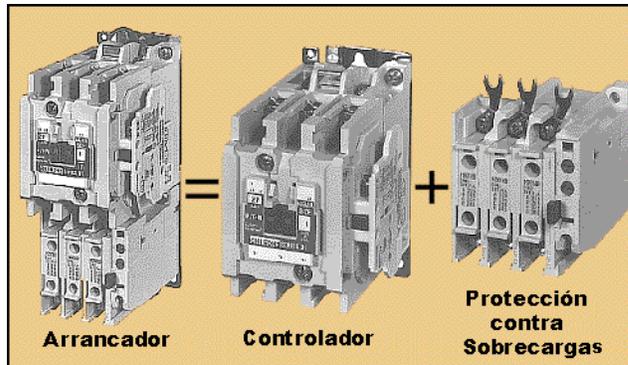
6. Defina la clase de disparo.
La clase de disparo es _____.

Arrancadores y Contactores

El Arrancador

Mediante la combinación de los dos elementos que hemos comentado hasta ahora, el contactor y la protección contra sobrecarga, tenemos un nuevo dispositivo: un arrancador.

Figura 13. Un Arrancador consiste de un Controlador (en general un Contactor) y una Protección contra Sobrecargas



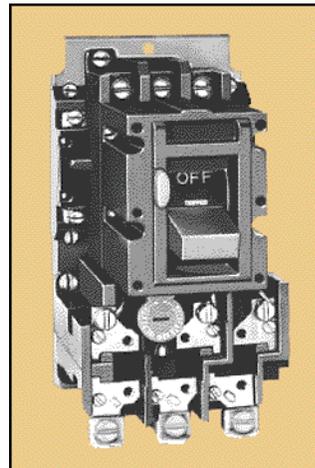
Un arrancador permite encender o apagar un motor eléctrico (o equipo eléctrico controlado con motor), y proporciona también una protección contra sobrecargas. Representa otra evolución el ámbito de los controles. Ahora, tenemos un dispositivo de control de energía que ofrece más que un simple control manual de encendido/apagado como por ejemplo un interruptor de cuchilla. El arrancador manual ofrece también un dispositivo para evitar que un motor se queme: protección contra sobrecargas.

Existen dos tipos principales de arrancadores: el arrancador manual y el arrancador de motor magnético.

Arrancador Manual

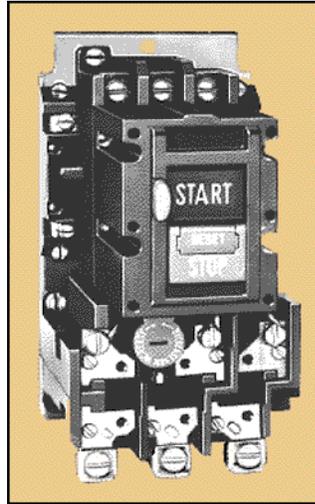
Como su nombre lo indica, un **arrancador manual es operado manualmente**. La operación de un arrancador manual es relativamente sencilla: usted oprime un botón o basculador (montado directamente en el arrancador) para arrancar o parar el equipo eléctrico conectado. Uniones mecánicas a partir de los botones o basculador abren y cierran los contactos, y por consiguiente arrancan y paran el motor.

Figura 14. Arrancador Operado con Basculador



Arrancadores y Contactores

Figura 15. Arrancador Operado por Botón Pulsador



Frecuentemente, un arrancador manual es la mejor opción para una aplicación puesto que ofrece:

- tamaño físico compacto
- elección de gabinetes
- costo inicial bajo
- protección de motor contra sobrecargas
- operación segura y económica

La *Protección contra Baja Tensión* (LVP), que impide la reconexión automática del equipo después de una falla de suministro de energía eléctrica, habitualmente no es posible con un arrancador manual.

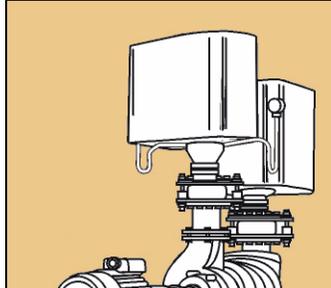
Esto significa que, si ocurre una falla de suministro de energía eléctrica, los contactos permanecen cerrados (el botón pulsador o el basculador se encuentra en la posición de CONEXIÓN). Cuando la energía eléctrica es restaurada, el motor arranca de nuevo automáticamente. Esto puede crear una situación peligrosa, según la aplicación.

Debido a esta situación, **los arrancadores manuales son generalmente utilizados en cargas más pequeñas en donde no se requiere de una protección contra baja tensión.** En aplicaciones tales como bombas y sopladores, en las cuales el motor debe funcionar continuamente, y arrancar de nuevo automáticamente, esto representa una ventaja.

Arrancadores y Contactores

En Campo

En este aserradero, una sierra de alta velocidad forma rápidamente los troncos en vigas para la construcción.



La sierra utiliza un arrancador en el motor para permitir que alcance su velocidad, para pararlo y protegerlo contra daños por sobrecargas. Si la sierra entra en contacto con un nudo o un clavo, y si el motor no puede girar a su velocidad sincrónica, intenta jalar más corriente para hacerlo. La sobrecarga resultante puede provocar el paro de la sierra y evitar un daño permanente al motor.

Arrancadores de Motores Magnéticos

El otro tipo principal de arrancador es el arrancador de motor magnético CA. Se utilizan tan comúnmente que, cuando utilizamos el término “arrancador de motor”, nos referimos a “arrancador de motor magnético CA” a menos que se especifique lo contrario.

Vamos a comenzar viendo lo que son y cómo funcionan y terminaremos con un repaso de tipos específicos de arrancadores de motor.

Los arrancadores de motor ofrecen ciertas capacidades adicionales no disponibles en un arrancador manual, especialmente, una operación remota y automática. En otras palabras, el arrancador de motor magnético hizo para los arrancadores manuales lo que el contactor magnético hizo para los controladores manuales: alejó al operador de la cercanía inmediata.

Como el contactor magnético, el contactor depende de imanes y magnetismo para su operación. Estas capacidades adicionales se deben, en su mayoría, a la operación electromagnética del arrancador de motor y al circuito de control.

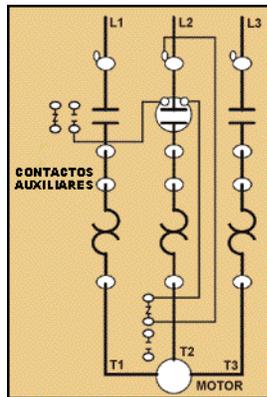
Circuito de Arrancador

Antes de seguir, tenemos que platicar del circuito de arrancador.

El arrancador de motor tiene dos circuitos: el circuito de energía eléctrica y el circuito de control. La Figura 16 muestra un arrancador magnético trifásico, de plena tensión irreversible. Las líneas gruesas son el circuito de suministro de energía eléctrica, y las líneas finas son el circuito de control.

Arrancadores y Contactores

Figura 16. Circuitos de Control y Energía



El circuito de suministro de energía eléctrica corre desde la línea hacia el motor. La energía pasa a través de los contactos de un arrancador, el relevador de sobrecargas y sale hacia el motor. Los contactos de suministro de energía eléctrica llevan la corriente al motor.

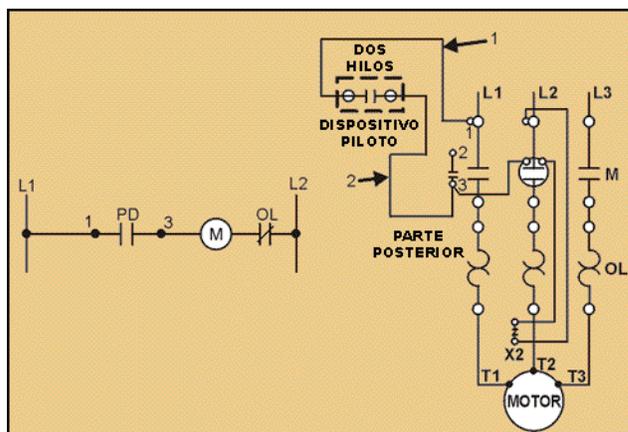
El circuito de control opera el contactor (conexión/desconexión). Como se muestra en la Figura 16, los contactos que interrumpen o permiten el flujo de la corriente principal al motor están controlados por la abertura o cierre de los contactos en el circuito de control. El circuito de control excita la bobina creando un campo magnético que cierra los contactos de energía, conectando así el motor a la línea. **El circuito de control hace posible una operación remota.**

El circuito de control puede obtener su energía de dos formas. Si el circuito de control obtiene su energía de la misma fuente que el motor, se conoce como Control Común. La Figura 16 muestra una configuración de circuito de control común.

El otro tipo es lo que se conoce como Control Separado. Es la forma más común de control. En esta disposición, el circuito de control obtiene su energía de una fuente separada, habitualmente con una menor tensión que la fuente de energía del motor.

Además, existen dos formas de alambrear el circuito de control. Un método común de alambrear el circuito de control se conoce como **Dos Hilos**. Utiliza un tipo de contacto mantenido de dispositivo piloto -- como por ejemplo un termostato, interruptor de flotador o sensor de presencia. Este circuito ofrece una operación automática (arranque-parada) de la carga.

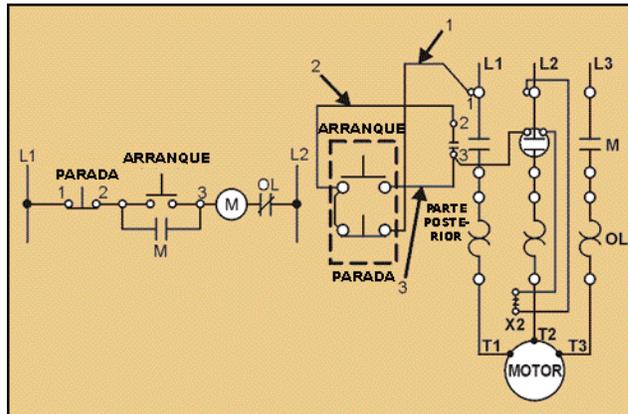
Figura 17. Control de Dos Hilos



Arrancadores y Contactores

El otro método común de alambrado del circuito de control es un control de **Tres Hilos**. Utiliza dispositivos piloto de contactos momentáneos y un contacto de circuito de retención. El contacto de circuito de retención es comúnmente un contacto auxiliar en el arrancador o contactor. Si se interrumpe la alimentación de energía eléctrica al circuito, el circuito debe ser re-encendido por un operador u otra lógica.

Figura 18. Control de Tres Hilos



Características de los Arrancadores de Motor

Todos los arrancadores de motor comparten las siguientes funciones de control de energía:

- Clasificados por intensidad (amperes) o potencia (caballo de potencia)
- Control de CONEXIÓN/DESCONEXIÓN a distancia
- Protección contra sobrecargas de motor
- Arranque y parada (vida eléctrica)
- Conexión y desconexión (cierre y apertura rápida)

Tipos de Arrancadores de Motor

Los cuatro tipos particulares de arrancadores de motor son: *Entre los Lados de la Línea*, el *Arrancador Inversor*, el *Arrancador de Velocidad Múltiple*, y el *Arrancador de Tensión Reducida*.

El arrancador entre los lados de la línea o arrancador no inversor de plena tensión (FVNR) es el arrancador general más comúnmente utilizado. Este arrancador conecta la energía entrante directamente al motor. Puede ser utilizado en cualquier aplicación en donde el motor funciona en una sola dirección, a una sola velocidad, y cuando el arranque del motor directamente entre los lados de la línea no crea ninguna “caída” de alimentación de energía eléctrica.

El arrancador inversor (FVR, inversión de plena tensión) invierte un motor invirtiendo cualquier par de conductores al motor. Esto se acompaña de dos contactores y un relevador de sobrecarga. Un contactor es para la dirección directa y el otro es para la dirección reversa. Tiene ambos grupos de contactores mecánica y eléctricamente interbloqueados.

El arrancador de velocidades múltiples está diseñado para ser operado a frecuencia y tensión constantes. Existen dos formas de cambiar la velocidad de un motor CA:

- variar la frecuencia de la corriente aplicada al motor
- utilizar un motor con devanados que pueden ser reconectados para formar números diferentes de polos.

Arrancadores y Contactores

El arrancador de velocidades múltiples utiliza esta última opción para cambiar la velocidad.

Los arrancadores de tensión reducida (RVS) se utilizan en aplicaciones que incluyen típicamente motores con gran potencia. Las dos razones principales para utilizar un arrancador de tensión reducida son:

- reducir la corriente irruptiva
- limitar la salida de par y el esfuerzo mecánico sobre la carga.

Las compañías de suministro de energía eléctrica frecuentemente no permiten esta elevación repentina de la demanda de energía eléctrica. El arrancador de tensión reducida resuelve este problema de la corriente irruptiva permitiendo que el motor llegue a su velocidad en etapas más pequeñas, jalando incrementos pequeños de corriente. Este arrancador no es un controlador de velocidad. Reduce el choque transmitido a la carga al momento del arranque.

Estudiaremos los arrancadores de motor de tensión con mayores detalles en el Módulo 21, Arrancadores de Tensión Reducida.

Estándares y Especificaciones

Ciertamente ya habrá visto estas dos siglas con relación a contactores y arrancadores: **NEMA y IEC**. Son dos organizaciones que recomiendan estándares de diseño y prueba para dispositivos eléctricos tales como contactores y **contactores y arrancadores de motor**. Es importante observar que ninguna de estas organizaciones efectúa la prueba real del equipo.

NEMA y IEC



NEMA es la National Electrical Manufacturers Association [Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico].

Tiene su matriz en Washington D.C., y se relaciona con equipo utilizado en **Norte América**. Los dispositivos NEMA son construidos con un alto nivel de perfección para su uso en varias aplicaciones.

Los dispositivos NEMA, debido a sus especificaciones conservadoras, pueden utilizarse en casi todas las operaciones. Puesto que son **menos sensibles a las aplicaciones y más duraderos**, los dispositivos NEMA tienden a ser de **mayor tamaño**, y por consiguiente **más costosos** que los dispositivos IEC.



IEC es la **International Electro-technical Commission** [Comisión Electro-Técnica Internacional]. Con su matriz en Ginebra, Suiza, se relaciona con equipos utilizados a **nivel internacional**. Los dispositivos IEC son comúnmente utilizados en máquinas OEM, en donde las especificaciones son conocidas y es poco probable que cambien.

Debido a su **mayor sensibilidad a la aplicación**, los dispositivos IEC **requieren** a veces **mayor cuidado en su selección** que los dispositivos NEMA.

Conforme se expande la globalización, un número creciente de productos de control se fabrican de conformidad con estándares y convenciones IEC. Por consiguiente, existe también más confusión para entender las diferencias entre los productos IEC y los productos NEMA. Un estándar no es necesariamente superior al otro, son diferentes.

UL y NEC



Además de los estándares IEC y NEMA, existe **UL** (Underwriters Laboratories, Inc.). UL ofrece estandarización y prueba de productos. Su objetivo es verificar (a través de pruebas) que el equipo no plantea peligro para el personal o la propiedad cuando está instalado apropiadamente. Se enfocan principalmente a **asuntos de seguridad**.

Arrancadores y Contactores

NEC (National Electrical Code) [Código Eléctrico Nacional] es un estándar para su aplicación a los equipos eléctricos en los Estados Unidos de América. En el caso de motores y arrancadores, uno de los requisitos de NEC es que **un motor debe ser protegido para evitar su destrucción en condiciones de sobrecargas**. Y es en donde entran en juego los relevadores de sobrecargas. El código es adoptado y aplicado por los inspectores eléctricos locales.

CE y CSA

Finalmente, existen **CE** y **CSA**. CE se refiere al mercado Europeo. CSA (Canadian Standard Association) [Asociación Canadiense de Estándares] es muy similar a UL. La etiqueta CSA se requiere en productos para su venta en Canadá. Productos que reciben la aprobación CE/CSA son etiquetados como tales y dicha etiqueta es su “**visa de entrada**”. Estas etiquetas indican el cumplimiento con los Estándares Europeos armonizados.

Arrancadores y Contactores

Ayuda al Cliente

Con su conocimiento de los arrancadores, contactores y relevadores de sobrecargas, usted puede ahora ayudar al cliente. Las dos cuestiones fundamentales que debe plantear son las siguientes:

1. ¿Está usted controlando un motor?
2. ¿Necesita del control remoto del motor?

Con base en la respuesta a estas dos preguntas, usted podrá navegar fácilmente entre los varios dispositivos y accesorios de control de energía para estrechar su selección.

Entrevista con el Cliente

Cuando está usted **seleccionando un dispositivo** para recomendarlo al cliente, debe tener una cantidad importante de información sobre la aplicación del cliente.

Consulte la tabla siguiente para determinar el tipo de dispositivo y obtener datos del cliente para cada tema. Algunas respuestas de muestra se proporcionan para ayudar al cliente a entender lo que le está preguntando.

Contactor	Arrancador Manual CA	Arrancador de Motor
Tipo de carga (motor, alumbrado)	Tamaño (HP, amperes) Tensión del motor (230, 460)	Tipo de Arrancador (FVR, RVS)
Tamaño (HP, amperes)	Tipo de gabinete (NEMA 1, 12 etc.)	Caballos de potencia (tamaño o amperaje del arrancador)
Tensión del motor (230, 460)		Tensión del motor (230, 460)
Tipo de gabinete (NEMA 1, 12 etc.)		Control común o separado
Tensión de control		Si es separado, tensión de control (24, 120)
Número de polos		Tipo de gabinete
		Accesorios requeridos
		Amperaje de motor a plena carga (para selección de calentador)

¿NEMA o IEC?

Una parte de su recomendación al cliente será seleccionar entre un dispositivo NEMA o un dispositivo IEC. Tendrá que obtener la información siguiente del cliente para efectuar la selección.

NEMA	IEC
Tensión del motor (230, 460)	Tensión del motor (230, 460)
Caballos de potencia (5, 10)	Caballos de potencia (5, 10)
Fase (1, 3)	Fase (1, 3)
Control común o separado	Control común o separado
Tensión de control	Tensión de control
Amperaje de plena carga del motor	Frecuencia de parada/arranque
Tipo de arrancador	Amperaje de plena carga del motor
Tipo de gabinete	Tipo de arrancador
	Tipo de gabinete
	Vida útil requerida

Pueden existir otras consideraciones, según la aplicación. Pero recuerde la regla general al manejar los conceptos IEC y NEMA: **NEMA es más sencillo de apli-**

Arrancadores y Contactores

car, pero más costoso. IEC satisface aplicaciones específicas, y es más económico.

Revisión de la Placa del Motor

La placa del motor es una fuente de información útil. Usted puede encontrar la *Corriente de Plena Carga* (FLC), el *Factor de Servicio de Motor* (SF), y la clase de disparo (10 ó 20) ahí.

En el caso de la selección de una bobina de calentador de sobrecarga para motores de funcionamiento continuo, véase las tablas del fabricante, con base en las especificaciones de corriente de plena carga en la placa del motor. El tamaño de la bobina de calentador se basa en la corriente de plena carga, el factor de servicio del motor y la clase de disparo.

Con la información correcta obtenida del cliente, usted puede hacer una recomendación informada para satisfacer las necesidades de su cliente.

Modificaciones

Frecuentemente, un cliente le preguntará si un contactor o un arrancador de motor puede ser modificado. En general, están buscando cambio de funcionalidad. La respuesta es sí, en la medida en que el dispositivo no requiere de reemplazo.

Los contactores y los arrancadores de motor son fácilmente modificados mediante la adición de dispositivos para ampliar sus capacidades. Las modificaciones que pueden ser efectuadas son análogas a la adición de accesorios a su coche, como por ejemplo un reproductor de discos compactos. Cambian el desempeño del dispositivo de control para satisfacer una necesidad específica.

Algunos dispositivos que se agregan comúnmente incluyen:

- contactos eléctricos auxiliares
- polos de energía
- temporizadores neumáticos
- supresores de transitorios
- sujetadores de fusibles de circuito de control

Arrancadores y Contactores

Repaso 3

Conteste las preguntas siguientes sin hacer referencia al material que se le acaba de presentar. Empiece la siguiente sección cuando esté seguro que entiende lo que ha leído.

1. ¿Cuál es la función de un arrancador?

2. Presente una lista de los cuatro tipos principales de arrancadores.

3. Escriba lo que cada una de las abreviaturas significa, y después relaciónela con la definición apropiada.

Organización	Significado	Correspon- dencia	Definición
NEC	_____	_____	A. Recomienda estándares de diseño y prueba para dispositivos eléctricos en Norte América.
NEMA	_____	_____	B. Recomienda estándares de diseño y prueba para dispositivos eléctricos Europeos.
UL	_____	_____	C. Proporciona estandarización y prueba para productos.
IEC	_____	_____	D. Un estándar para aplicaciones eléctricas específicas.

4. En términos de sensibilidad a la aplicación, explique las diferencias entre un dispositivo especificado según NEMA y un dispositivo especificado según IEC.

Glosario

Entre los Lados de la Línea	El arrancador general más comúnmente utilizado. Este arrancador conecta la energía entrante directamente al motor.
Ambiente	Las condiciones ambientales que rodean un equipo dado, como por ejemplo un motor. La temperatura del aire alrededor del motor se conoce como temperatura ambiente.
Arqueo	Una condición en donde una alta tensión salta a través del espacio abierto entre los contactos de un interruptor.
Armadura	Un componente de un contactor magnético que sujeta los contactos móviles.
Lámina Bimetálica	Una lámina de dos metales diferentes que hace el trabajo de disparar el relevador en caso de sobrecarga en un relevador de sobrecarga bimetálico.
Control Común	Un circuito de control que obtiene su energía eléctrica de la misma fuente que el motor.
Contacto	Las partes de un contactor que cierran y abren realmente la conexión eléctrica.
Rebote de Contacto	Una condición causada por los contactos de un contactor que se golpean entre ellos y rebotan, provocando una acción de rebote.
Contactor	Un dispositivo que conecta y desconecta el motor del suministro de energía eléctrica. El término se utiliza cuando los polos son operados por un circuito electromagnético a través del uso de una bobina y una armadura magnética.
Circuito de Control	El circuito que controla un relevador o contactor.
Contactos de Doble Ruptura	Un par de contactos que puede abrir un circuito en dos lugares simultáneamente.
Electroimán	Un imán formado por una bobina de alambre con un pasaje de una corriente eléctrica.
Aleación Eutéctica	Un metal que tiene una temperatura fija a la cual cambia de estado sólido a estado líquido.
Corriente de Plena Carga	La corriente requerida por el motor para producir un par de plena carga a la velocidad nominal del motor.
Bobina de Calentador	Un dispositivo de detección que monitorea el calor generado por una corriente excesiva, y por cambios de temperatura ambiente.
Irruptiva	La cantidad de corriente jalada cuando arranca un motor. Puede ser de 6 a 8 veces mayor que la corriente de funcionamiento normal.
Interruptor de Cuchilla	El primer dispositivo utilizado para parar y arrancar un motor eléctrico. Eran palancas que bajaban una lámina metálica sobre un contacto para establecer el circuito eléctrico.

Arrancadores y Contactores

Carga	El dispositivo excitado, por ejemplo un motor o calentador.
Rotor Bloqueado	Una condición que ocurre cuando un motor está tan sobrecargado que el rotor no puede girar, independientemente de la corriente que jale.
Amperaje de Rotor Bloqueado	La cantidad máxima de corriente que un motor puede jalar cuando está tan sobrecargado que el rotor no puede girar. Es generalmente una cantidad suficiente de corriente para provocar una falla de aislamiento y el motor puede quemarse.
Protección contra Baja Tensión	En un ajuste de control de tres hilos, cuando la tensión en L1 - L2 desciende a un valor bajo, y después es restaurada, el contactor permanece abierto.
Factor de Servicio de Motor	La cantidad de caballos de potencia adicionales que un motor puede generar sin sobrecalentamiento. Se expresa típicamente como 1.15.
Arrancador de Velocidad Múltiple	Un arrancador diseñado para ser operado a frecuencia y tensión constantes. Utiliza un motor con devanados que pueden ser reconectados para formar números diferentes de polos para cambiar la velocidad.
Sobrecarga	La aplicación de una carga excesiva a un motor.
Protección contra Sobrecargas	Un dispositivo o sistema que impide que un motor eléctrico jale una cantidad excesiva de corriente, se sobrecaliente, y se “queme”.
Relevador de Sobrecarga	Un relevador que responde a sobrecargas eléctricas y opera a un valor preestablecido.
Óxido	Una acumulación de materia que se forma con el paso del tiempo sobre los contactos repetidamente abiertos y cerrados.
Circuito de Alimentación	La parte de un relevador que proporciona realmente energía al componente de salida (como por ejemplo un motor).
Arrancador de Tensión Reducida	Un arrancador utilizado en aplicaciones que incluyen típicamente motores con muchos caballos de potencia. Se utiliza para reducir la corriente irruptiva y limitar el par producido y el esfuerzo mecánico sobre la carga.
Arrancador Inversor	Un arrancador que invierte la dirección del motor invirtiendo dos conductores al motor.
Control Separado	Un circuito de control que obtiene su energía eléctrica de una fuente separada, habitualmente de una tensión menor que la fuente de energía del motor.
Estado Sólido	Sin partes mecánicas móviles.
Arrancadores	Un dispositivo que controla el uso de la energía eléctrica a un equipo, habitualmente un motor.
Velocidad Síncrona	La velocidad a la cual el motor está diseñado para funcionar.
Disparo	La acción de un relevador de sobrecargas para proteger un motor.

Arrancadores y Contactores

Clases de Disparo El tiempo máximo en segundos para que el relevador de sobrecargas dispare cuando la corriente que lleva es 600% de su corriente nominal. Un relevador de clase 20 disparará en 20 segundos o menos.

Respuestas del Repaso 1

1. La respuesta debe decir básicamente: "1. El arqueo provocó la corrosión de los interruptores de cobre blandos con formación de hoyos. El polvo y la humedad agravaron el problema. 2. Conforme los motores se volvieron más grandes, se volvió físicamente peligroso manejar el interruptor".
2. Un contactor conecta o desconecta el motor del suministro de energía eléctrica.
3. La respuesta debe decir básicamente: "Un contactor magnético es operado electromecánicamente sin intervención manual. Esto significa que el contactor puede ser operado a distancia, sin necesidad de colocar una persona en un lugar potencialmente peligroso".
4. La respuesta debe decir básicamente: "1. Conforme los contactos abren y cierran, se crea un arco eléctrico entre ellos. Los arcos producen calor adicional que, si dura, puede dañar la superficie de los contactos. 2. Los contactores modernos se cierran tan rápidamente y con tanta energía que los contactos se golpean entre ellos y rebotan, provocando una acción de rebote. Cuando el contacto rebota, se crea un arco secundario".

Respuestas del Repaso 2

1. La respuesta debe decir básicamente: "La protección contra sobrecarga evita que un motor eléctrico jale una cantidad excesiva de corriente, se sobrecaliente, y literalmente se "queme".
2. Reposo: 0%
Arranque: 600-800%
Operación bajo carga: 100%
3. La respuesta debe decir básicamente: "Un motor es diseñado para funcionar a una cierta velocidad, que se conoce como su velocidad síncrona. Si la carga sobre el motor se eleva, el motor jala más corriente para seguir funcionando a su velocidad síncrona. Es posible colocar tanta carga en un motor que éste jalará más y más corriente sin poder alcanzar su velocidad síncrona. Si esto ocurre durante un período suficiente de tiempo, el motor puede derretir su aislamiento y quemarse".
4. La respuesta debe decir básicamente: "Un fusible o interruptor de circuito de un tamaño adecuado para manejar la carga de funcionamiento normal del motor abrirá el circuito durante el arranque. Si se selecciona un tamaño de fusible o interruptor de circuito para el pico de corriente jalada, sobrecargas más pequeñas no podrán disparar los interruptores y el motor se quemará".
5. La respuesta debe decir básicamente: "El relevador de sobrecargas eutéctica mide la temperatura del motor mediante el monitoreo de la cantidad de corriente jalada a través de una bobina de calentador. El relevador de sobrecargas bimetalico utiliza una lámina bimetalica para aplicar tensión a un resorte en un contacto. Si el calor empieza a elevarse, la lámina se dobla y el resorte separa los contactos, abriendo el circuito. El relevador de sobrecarga de estado sólido no genera realmente calor para facilitar el disparo. Al contrario, mide la corriente o un cambio de resistencia. La ventaja de este método es que el relevador de sobrecarga no desperdicia energía para generar calor".
6. el tiempo máximo en segundos para el disparo del relevador de sobrecargas cuando la corriente que lleva es 600% de su corriente nominal.

Arrancadores y Contactores

Respuestas del Repaso 3

1. La respuesta debe decir básicamente: “Un arrancador permite que usted encienda o apague un motor (o equipo eléctrico controlado con motor), mientras proporciona una protección contra sobrecargas”.
2. Entre los Ladros de la Línea, Inversor, de Velocidades Múltiples, de Tensión Reducida.
3. NEC es National Electrical Code [Código Eléctrico Nacional], corresponde a la letra D.
NEMA es National Electrical Manufacturers Association [Asociación Nacional de Fabricantes de Productos Eléctricos], corresponde a la letra A.
UL es Underwriters Laboratories, Inc., corresponde con la letra C.
IEC es International Electro-technical Commission [Comisión Electro-Técnica Internacional], corresponde con la letra B.
4. NEMA es más sencillo de aplicar, pero más costoso. IEC satisface aplicaciones específicas y es más económico.

Referencia

Al preparar este módulo de capacitación, se tomó material de la publicación: Gary Rockis y Glenn A. Mazur, *Electrical Motor Controls* (Homewood, IL: American Technical Publishers, Inc., 1997).