

Entendiendo los circuitos de arranque de motores

Sin importar si es su primera inspección infrarroja o si ya tiene mucha experiencia con cientos de inspecciones realizadas, entender el equipo que se inspecciona es crucial para identificar y analizar anomalías térmicas. Este documento identificará y discutirá los componentes y problemas potenciales involucrados con los circuitos de arranque de motores. También se mencionarán los métodos de inspección infrarroja y se ilustrará algunos problemas comunes y no tan comunes en estos circuitos.

El propósito de un circuito de arranque de motor es proteger al personal, al motor y al equipo asociado a él. Más del 90% de los motores en uso son de corriente alterna y se utilizan circuitos para controlar su arranque y parada. Un término más genérico para identificar estos dispositivos es “circuitos de control de motores”, este puede incluir varias funciones como encendido, apagado, protección de corriente, protección de sobre-carga, reversa, etc.

El arranque de motor es seleccionado según el voltaje y caballaje del sistema. Otros factores que se deben tomar en cuenta incluyen: velocidad del motor, torque, corriente máxima de carga (FLC, por sus siglas en Inglés), Factor de servicio (SF, por sus siglas en Inglés) y categoría de tiempo (10 ó 20 segundos).

También se debe usar el gabinete eléctrico adecuado que proteja al personal de los circuitos energizados y proteja los equipos de las condiciones ambientales. Las opciones de gabinetes y montajes van desde Centros de Control de Motores (CCM), o montados en pared o gabinetes hechos a la medida. Se debe tomar en cuenta el fácil acceso al gabinete para que el personal calificado pueda abrirlo y realizar inspecciones. Por ejemplo, paneles intrínsecamente seguros no permiten el acceso mientras el equipo está energizado.

Gabinetes

Los CCMs son los gabinetes eléctricos más

comúnmente usados. Existen diferentes tipos, pero generalmente estos aparentan ser un grupo de gabinetes, donde cada uno representa un CCM. Cada puerta contiene los componentes del control del motor.

La energía trifásica es distribuida dentro de un CCM por un bus de barras metálicas que transportan gran cantidad de corriente. Las barras horizontales trifásicas distribuyen la energía desde la fuente y las barras verticales en cada sección se conectan a cada CCM. Estas barras se protegen por medio de aislantes eléctricos para evitar cortos circuitos. Las barras verticales tienen puntos de conexión que alimentan los equipos dentro del CCM, estas conexiones son puntos muy importantes de inspeccionar y por lo regular son pasados por alto o diagnosticados de manera incorrecta. Los puntos de conexión entre las barras verticales y horizontales están usualmente localizados detrás de una cobertura o panel, estas conexiones típicamente están atornilladas. Estos puntos de conexión son más difíciles de inspeccionar pues el termógrafo no tiene un punto directo de vista para inspeccionarlos y la primera indicación térmica de un problema puede ser vista en los cables de alimentación del disyuntor o el fusible que alimenta la carga. Recuerde que aun pequeños aumentos de temperatura pueden ser indicación de un problema serio.



Figura 1: Cables de alimentación principal de un CCM.

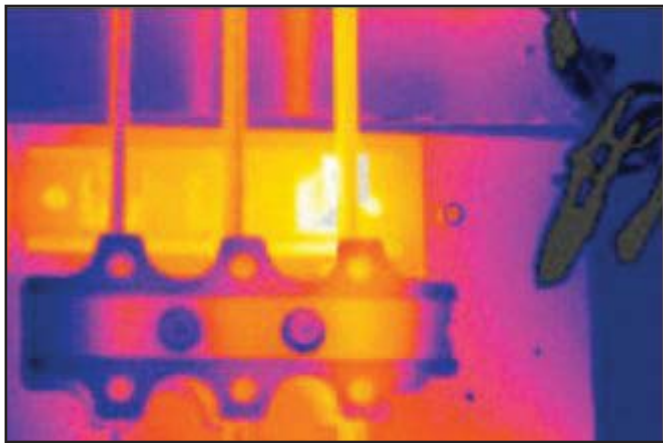


Figura 2 Conexiones de barras conductoras en la parte posterior de un CCM. Estas se conectan a las barras verticales para alimentar el MCC y el motor.

Controlador de Motores

Los motores pueden dañarse o reducir su tiempo de vida significativamente si son operados continuamente a carga total. Los motores son diseñados para soportar corrientes de arranque o corrientes de rotor bloqueado sin que su temperatura se incremente de gran manera, pero existe una limitación en la duración de los mismos o del número de arranques. La sobre-corriente de rotor bloqueado es generalmente causada por sobrecargar mecánicamente el motor. El Código Eléctrico Nacional (NEC, por sus siglas en Inglés) describe la protección de sobre-corriente para esta situación como la protección de sobrecarga del motor en funcionamiento. Sobre-corrientes causadas por corto circuitos o fallas de tierra son dramáticamente mayores a las causadas por sobrecarga mecánica o arranques excesivos. El NEC describe ese tipo de protección de sobre-corriente como la protección de corto circuito y falla a tierra.

Existen cuatro variedades comunes en los arrancadores de motores y son: a través de la línea, de inversión, de control de velocidad y reducción del voltaje. Los arrancadores de motor generalmente están compuestos por los mismos componentes que incluyen un disyuntor, braker o fusible de desconexión, un contactor y una protección de sobrecarga. También existen algunos componentes adicionales como circuitos de control y transformadores. Entender los patrones térmicos de todos estos equipos es crítico para el éxito de la inspección y para identificar la fuente de la anomalía y realizar recomendaciones más valiosas.

Protección de Sobre-corriente

El NEC solicita contar con una protección de sobre-

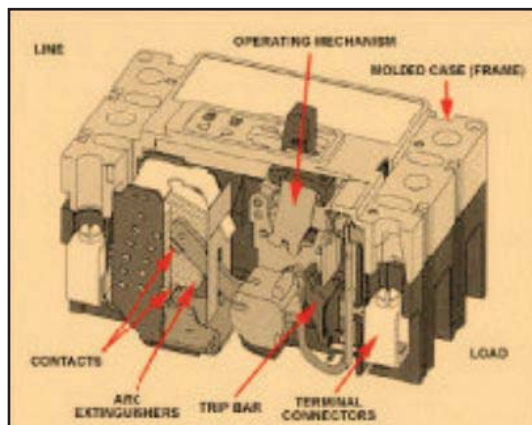


Figura 3 Breaker o disyuntor termo-magnético. Se muestran algunas de las conexiones internas.

corriente, un dispositivo para desconectar el motor y un controlador para la línea de voltaje. Los fusibles de desconexión o disyuntors termo-magnéticos (breakers) típicamente son utilizados como protección de sobre-corriente y proveen una manera de desconexión del circuito. Un disyuntor es definido en el estándar NEMA como un dispositivo diseñado para cerrar un circuito de manera no-automática y para abrirlo de manera automática a una corriente predeterminada sin dañarse el disyuntor al ser utilizado en las condiciones adecuadas. Si realizamos un corte transversal en un breaker podremos identificar varios puntos de conexión que pueden representar fallas potenciales.

Las borneras del lado de la carga y la conexión a la barra son los puntos de falla más comunes, pero muchos breakers tienen un segundo par de conexiones atornilladas en la parte de atrás. Este tipo de problema puede ser diagnosticado de manera errónea pensando que se trata de la bornera de conexión del cable. También existen contactos internos que pueden abrirse y cerrarse dependiendo la posición en que se acciona el breaker.

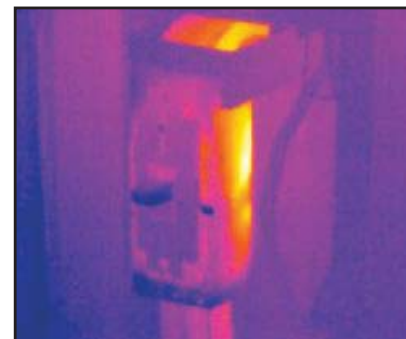


Figura 4: Breaker con problemas de alta resistencia de conexión.

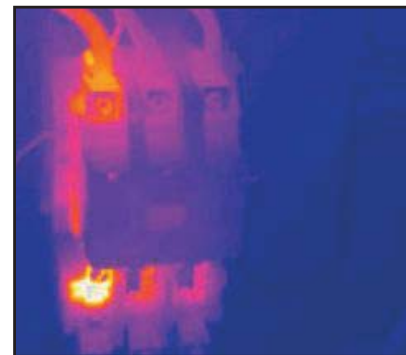


Figura 5: Componente con alta resistencia de conexión.

En estos contactos se crea un arco al momento de abrir el circuito energizado, este arco es una corriente eléctrica que brinca a través del aire entre los contactos. Estos arcos, dependiendo la carga, pueden producir diferentes cantidades de calor y dañar la superficie de contacto, al dañarse esta superficie puede causar una alta resistencia de contacto. Estos patrones pueden aparecer como una pequeña fuente de calor en la superficie del breaker. Existen también algunos breakers que tienen bobinas internas para protección del circuito, estas bobinas crean calor y puede aparentar que son un problema interno cuando en realidad no lo son.

Fusibles de Desconexión

Los fusibles de desconexión son utilizados para proveer protección de sobre-corriente al motor de la misma manera que el breaker, pero en lugar de contar con contactos que se pueden abrir los fusibles se romperán abriendo el circuito. Cuando la protección de sobre-corriente es brindada únicamente por fusibles se requiere de un interruptor para abrir manualmente el circuito.

Las conexiones con funcionamiento tipo resorte y las conexiones tipo cuchilla de los interruptores, son típicamente fuentes de sobre calentamiento donde la causa es típicamente un bajo o continuo uso. Los porta fusibles o las bases de los fusibles son también puntos débiles de conexión, diferentes fusibles del mismo amperaje pero de diferente fabricante producirán patrones térmicos diferentes. Diferentes tamaños y amperajes de fusibles también producirán diferentes patrones térmicos.

Contactores

Los arrancadores están constituidos generalmente por dos bloques, el contactor y la protección de sobre-carga. Los contactores controlan el flujo de corriente eléctrica al motor, su función es establecer e interrumpir la alimentación del circuito. El contactor puede funcionar por si mismo como un dispositivo de control de alimentación o como parte de un arrancador.

Los contactores operan de manera electromecánica y usan pequeños controles de corriente para abrir o cerrar el circuito. La electromecánica realiza el trabajo, no la mano humana, contrario a lo que sucede en un interruptor manual como por ejemplo el tipo cuchilla. La secuencia de operación de un contactor es la siguiente: primero una corriente de control es

aplicada a la bobina; luego, la corriente que fluye por la bobina crea un campo magnético lo cual genera un electro-magneto, por último este electro-magneto atrae hacia él los contactos lo que cierra el circuito. Los contactores tienen un tiempo de vida útil, si el contactor es frecuentemente operado abriéndolo y cerrándolo se reducirá el tiempo de vida útil de la unidad. Al accionar los contactos se crea un arco eléctrico entre ellos lo que produce calor y puede dañar los contactos.

Los contactos eventualmente se oxidan y se crea una sustancia negra, esta puede aumentar la conexión eléctrica de los contactos, pero las marcas de quemaduras, picaduras y corrosión son indicadores que se deben reemplazar los contactos.

Por lo regular la firma térmica o patrón térmico de un contactor mostrará la bobina del contactor tibia. Temperaturas altas son una indicación de problemas en las bobinas. Las borneras del lado de la alimentación y de la carga pueden observarse calientes lo que indica que existen malas conexiones, las fallas en los contactos pueden detectarse también en el cuerpo del contactor.

Protección de Sobre-carga

La protección ideal de sobre-carga de un motor es un dispositivo con capacidades de detectar cambios en la corriente, similares a la curva de calentamiento del motor. Este dispositivo abrirá el circuito del motor cuando se sobrepasa la corriente máxima de la carga total. Este dispositivo debe permitir que el motor opere con pequeñas sobre-cargas temporales pero debe abrir el circuito cuando una sobre-carga dura mucho tiempo.

Esta protección puede proveerse con el uso de un relé de sobre-carga. Este dispositivo limita la cantidad de corriente consumida para proteger el sobre-calentamiento del motor.

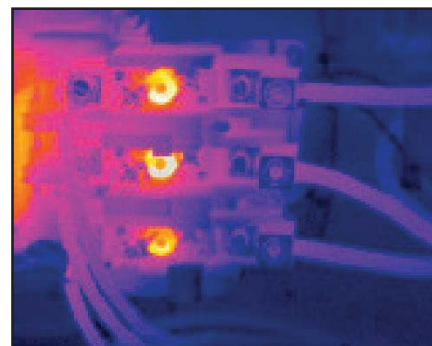


Figura 6: Protección de sobre-carga de motor con un patrón térmico normal.

Este dispositivo consiste en una unidad que detecta la cantidad de corriente y un mecanismo que abre el circuito. Un relé de sobrecarga es un dispositivo renovable que puede seguir funcionando aun después de varios ciclos de reseteo, pero que no provee protección contra cortocircuitos. El eutéctico de los metales del relé de sobrecarga consiste en una bobina de aluminio y un mecanismo que activa el disparo cuando ocurre una sobrecarga. El relé detecta la temperatura del motor monitoreando la cantidad de corriente consumida, esto se realiza de manera indirecta a través de una bobina sensible al calor, la cual bajo condiciones de sobre-corriente se derrite permitiendo al dispositivo girar libremente para abrir el contacto.

El relé de sobre-carga de estado sólido no genera calor para causar el disparo, en su lugar mide la corriente o el cambio de la resistencia. La ventaja de este tipo de dispositivo es que el relé no desperdicia electricidad para generar el calor y no requiere de ningún tipo de enfriamiento en el panel.

La temperatura normal de una protección de sobrecarga puede verse como una anomalía térmica, el calor generado en la bobina o en el bimetálico puede aparentar un problema de conexión. Los típicos problemas de uno de estos dispositivos pueden ser localizados en la conexión del contactor o en el motor.

Arrancadores



Figura 7: Arrancador de motor compuesto por un contactor y protecciones de sobre carga. El patrón térmico normal debería mostrar la bobina tibia.

Los sistemas de arrancadores son una combinación de un controlador, y además usualmente un contactor y un relé de sobrecarga. Los arrancadores de voltaje reducido se usan en aplicaciones que envuelven motores de gran caballaje, estos son utilizados para reducir la corriente pico de arranque, y para limitar el torque y el estrés mecánico sobre la carga.

Los componentes de este tipo de arrancadores deben ser inspeccionados cuando el motor acelera. Un circuito arrancador independiente de bajo voltaje se utiliza para acelerar el motor. Una vez alcanzada la velocidad de operación los componentes se desenergizan.

Inspecciones

Antes de abrir la puerta del gabinete eléctrico o del panel del controlador del motor se debe hacer una pre-inspección del exterior del mismo para asegurarse que es seguro abrirlo. Si se observa calor excesivo en la superficie de la puerta se debe tomar precauciones extras al momento de abrirlo. El termógrafo o el escolta pueden decidir anotar las condiciones como inaceptables y no abrir la puerta del equipo mientras esté energizado. Luego de haber abierto la puerta del equipo se debe empezar inspeccionando tanto térmicamente como visualmente que no existan condiciones riesgosas.

Sea sistemático mientras realiza una inspección infrarroja, recuerde que el sistema debe estar energizado para poder inspeccionarlo. Trabaje ya sea de izquierda a derecha o siguiendo los circuitos de manera cuidadosa inspeccionando todos los componentes. Busque patrones térmicos anormales causados por altas resistencias de contacto.

Desbalances o sobre-cargas en las fases de sistemas trifásicos pueden localizarse al comparar las fases. Ajuste el nivel y el intervalo del sistema infrarrojo para optimizar la imagen, un ajuste apropiado podrá encontrar anomalías primarias y secundarias. Las anomalías primarias son problemas que sobresalen de los demás patrones térmicos. Para localizar las anomalías secundarias se requiere algunas veces saturar las anomalías primarias para poder detectarlas. Se debe entender que serán diferentes las firmas térmicas o patrones térmicos de diferentes tipos de fusible y diferentes tipos de relés de sobre-carga. Las anomalías térmicas deben ser identificadas y reportadas.

Recuerde que cuando se evalúa la severidad de un problema la temperatura no es la única variable importante. Todos los parámetros involucrados deben ser tomados en cuenta para determinar la severidad de una anomalía. Para mejorar las mediciones de temperatura se debe evitar superficies de baja emisividad, busque cavidades irradiadoras o aislamiento eléctrico con alta emisividad en los conductores. Haga mediciones de cargas donde se piensen que existen

desbalances o sobrecargas. Tenga cuidado de los efectos del viento o la convección, anote la temperatura ambiente y el gradiente térmico. La seguridad al realizar las inspecciones debe ser lo principal.

Conclusión

Conocer el funcionamiento de los equipos que se inspeccionan permitirá la correcta identificación de problemas que podrían ser pasados por alto o mal diagnosticados. Se debe analizar los patrones térmicos no familiares. Localizar diferencias de temperatura de manera cualitativa o cuantitativa tiene un gran beneficio en las inspecciones con Termografía. Saber dónde buscar estas diferencias de temperaturas sólo puede ser alcanzado con la experiencia y el conocimiento del equipo y esto lo hará un mejor termógrafo.

