

Secretos de un **CAZADOR** de Fallas Eléctricas Industriales

**El Paso a Paso para Localizar Averías
Eléctricas de Forma Rápida y Eficiente**



Ing. Roni Domínguez

2023

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1 - Método del Embudo de Detección de Fallas Eléctricas	6
Paso 1 - Análisis de síntomas	9
Paso 2: Definir El Área Del Problema.....	15
Paso 4 - Reparación y puesta en marcha.....	21
Paso 5 - Análisis de la causa raíz.....	23
Capítulo 2 - Siempre Trabaja de Forma Segura	27
.....	27
Tipos de contacto eléctrico	27
Descarga eléctrica en el cuerpo	28
Incendios eléctricos	35
Reglas de seguridad.....	37
Límites de aproximación.....	38
Evaluación del peligro	42
Control del peligro	43
Control de peligros: prácticas laborales seguras	44
Equipos de Protección Personal (EPP)	45
Medidas de seguridad con las escaleras	55
Protección contra arcos eléctricos	56
Las 5 reglas de oro.....	63
Bloqueo y Etiquetado	66
Seguridad en el puesto de trabajo.....	72
Capítulo 3 - Usos de instrumentos de medición.....	74
Multímetros digital	75
Medición de resistencia	79
Medición de corriente	83
Amperímetro de gancho o pinza amperimétrica	84
Medición de voltaje.....	87
Categorías de medición.....	89
Mantenimiento básico de multímetros digitales	91
Pirómetros.....	92
Cámaras termográficas	94
Tacómetro	97

Capítulo 4 - Domina la lectura de diagramas eléctricos.....	98
Tipos de circuitos	99
Usos de los diagramas eléctricos en la detección de fallas	104
Leyendo un plano	110
Detectar fallas eléctricas con diagramas eléctricos	116
Detectar fallas sin diagramas	118
Capítulo 5 - Tipos de fallas eléctricas.....	124
Partes fundamentales de un sistema eléctrico.....	124
Tipos de fallas eléctricas	129
Capítulo 6 - Métodos para el rastreo de fallas eléctricas en circuitos	134
Medición para detectar fallas.....	135
Técnicas de medición con voltímetro.....	136
Método de rastreo de señales	141
Capítulo 7 - Detección de fallas en circuitos de control y potencia	146
Detección de falla de circuito abierto	146
Análisis de falla de circuito abierto.....	146
Detección de cortocircuito y fallas a tierra en el circuito de control	157
Diagnóstico de circuito de potencia	167
Capítulo 8 – Diagnóstico de instalaciones eléctricas.....	175
Inspección visual	175
Detección de cortocircuitos.....	176
Circuitos sobrecargados.....	177
Continuidad de los conductores	178
Resistencia de aislamiento de la instalación.....	179
Resistencia de puesta a tierra	183
Medición de las corrientes de fuga	184
Causas de disparo de los diferenciales	188
Comprobación de la secuencia de fases	189
Capítulo 9 - Detección de fallas en dispositivos eléctricos	190
Diagnóstico de contactor	190
Pruebas de relés térmicos	202
Prueba de relay	206
Diagnóstico de relé de estado sólido	212
Diagnóstico de transformadores	219
Detección de fallas en electroválvulas	223
Diagnóstico de Fusibles y disyuntores.....	225

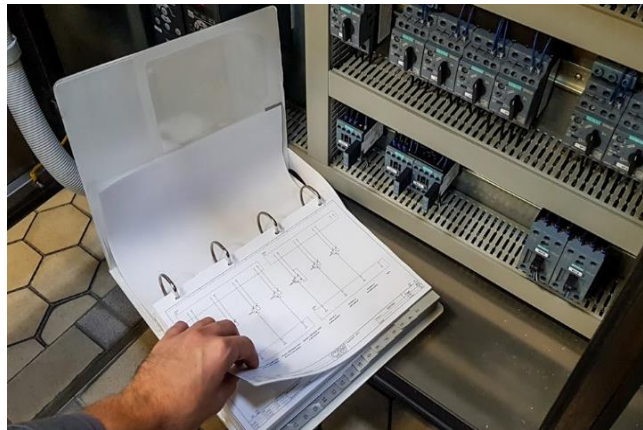
Diagnóstico de fallas en elementos de control manual	231
Fallas de interruptores de límite o finales de carrera	235
Diagnóstico de interruptores de flujo y nivel	236
Diagnóstico fallas en interruptores de presión o presostatos	237
Diagnóstico de fallas en interruptores de temperatura o termostatos	239
Prueba de diodos	241
Diagnóstico en sensores de proximidad	244
Capítulo 10 - Detección de Fallas en PLC y HMI	247
Módulo de procesador	247
Detección de fallas en las entradas	249
Detección de fallas en la salida del PLC	253
Solución de problemas en los elementos de salida	255
Programa de PLC	256
Software de programación de PLC	258
Procedimientos para verificar fallas de comunicación en el PLC	260
Mantenimiento de PLC	261
Solución de fallas en HMI	262
Capítulo 11 - Detección de fallas en Variadores de Frecuencia (VDF)	267
Sección de control	267
Problemas de programación	268
Medición de tensión y corriente del Variador	268
Cómo calcular el desequilibrio de tensión	270
Prueba de la parte de potencia (Rectificación e inversor)	271
Comprobación de bus de CC en VFD	275
Verificación de salida VFD (en el inversor)	276
Capítulo 12 - Diagnóstico de fallas en motores eléctricos	284
Fallas eléctricas	285
Fallas mecánicas	286
Diagnóstico de motores de fase partida	287
Diagnóstico Condensadores eléctricos	291
Diagnósticos de motores trifásicos	295
Inspección general	307
Usos del Megóhmetro	307
Capítulo 13- Recomendaciones finales	315
No seas un héroe, tu seguridad es más importante	315
Empieza con lo más fácil	316

Sé creativo, pero analítico a la vez	317
Indagar montaje	317
Analiza el pasado del equipo.....	318
Analiza la urgencia de la reparación.....	319
Parar o no la producción	320
Tomate tu tiempo	321

Capítulo 4 - Domina la lectura de diagramas eléctricos

La lectura e interpretación de diagramas eléctricos es de suma importancia para detectar y solucionar fallas en sistemas eléctricos. Estos diagramas proporcionan una representación gráfica de cómo está estructurado un sistema eléctrico, mostrando la conexión y la interrelación entre los componentes, así como la dirección del flujo de corriente.

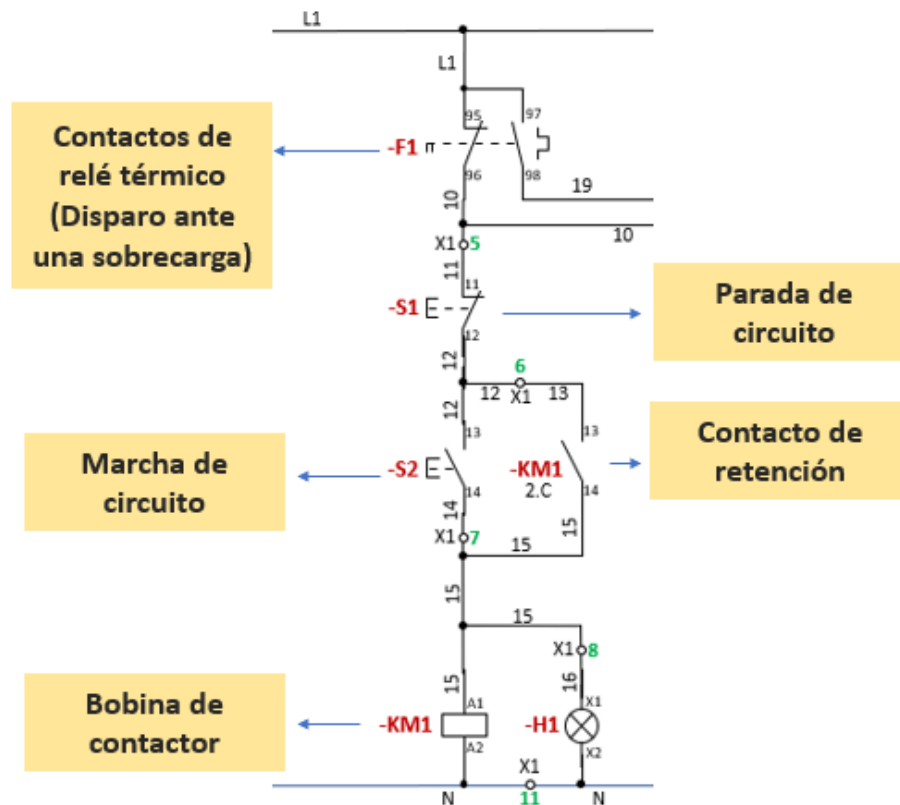
En la mayoría de las plantas industriales, se tienen sistemas y circuitos muy complejos, estos sistemas cuentan con cientos de motores, sensores y circuitos de control. Por lo tanto, es imposible tener todos estos sistemas y circuitos en mente, por eso nos apoyamos de los diagramas eléctricos, para poder reconocer como están interconectados todo el circuito.



Apóyate de los diagramas eléctricos para detectar fallas eléctricas

El uso de diagramas eléctricos es fundamental para detectar fallas eléctricas debido a las siguientes razones:

- **Localización precisa de componentes:** Los diagramas eléctricos muestran la disposición y conexión de todos los componentes del sistema eléctrico. Esto facilita la identificación de la ubicación exacta de cada componente, lo que es crucial para detectar dónde se encuentra el problema.
- **Resolución de problemas de manera sistemática:** Los diagramas eléctricos permiten realizar un enfoque sistemático para resolver problemas. Al seguir el flujo de corriente y comparar la configuración real con el diseño teórico, es posible identificar y eliminar posibles causas de fallas paso a paso.

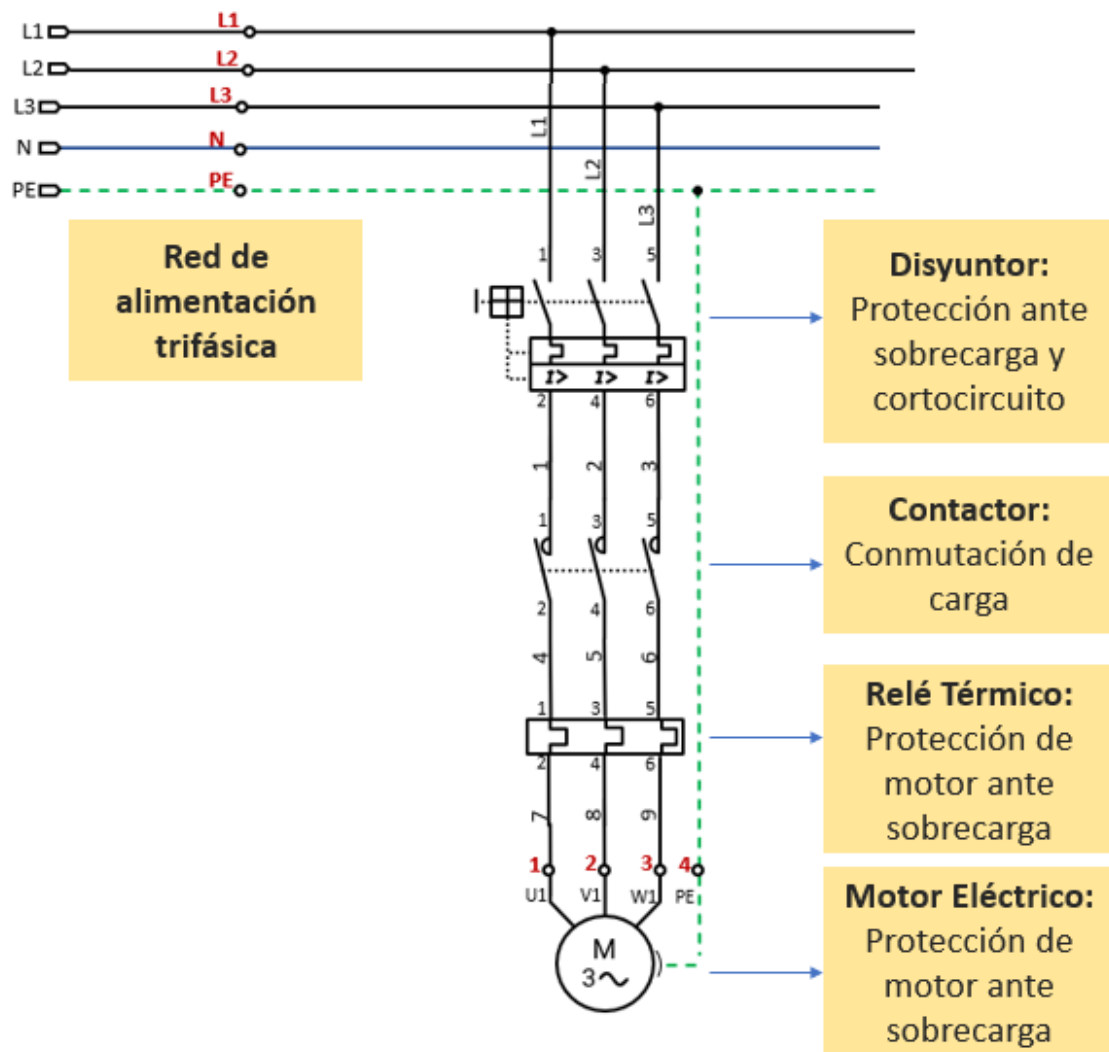


Circuito de marcha paro para el control de un motor trifásico

Circuitos de potencia

Estos circuitos se utilizan para controlar y suministrar energía a equipos eléctricos de mayor consumo tales como motores eléctricos, sistemas de iluminación industrial, sistemas de climatización, equipos de elevación, entre otros.

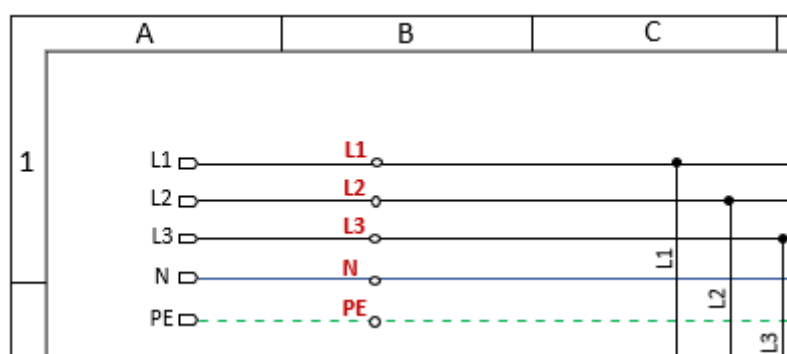
Los circuitos de potencia están diseñados para operar a niveles de voltaje y corriente más altos que los circuitos de control, que se utilizan para enviar señales y comandos a los dispositivos de potencia. Estos circuitos pueden incluir componentes como contactores, fusibles de potencia, disyuntores, resistencias de potencia, variadores de frecuencia, arrancadores suaves etc.



Parte de un circuito de potencia o fuerza

Identificación de terminales de alimentación

En un circuito de potencia de motor, los terminales y conductores se pueden identificar con diferentes marcas según el fabricante del equipo y el instalador del equipo. Por ejemplo, las líneas eléctricas trifásicas pueden estar marcadas como L1, L2 y L3 o R, S y T.

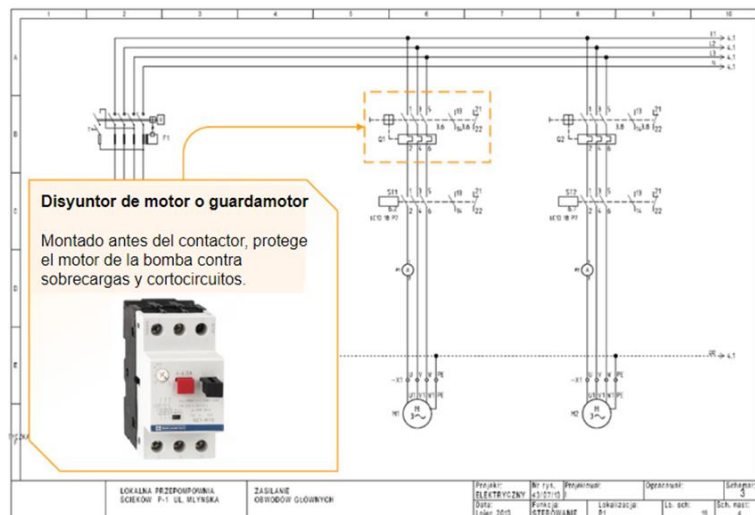


Red de alimentación trifásica

Usos de los diagramas eléctricos en la detección de fallas

Relaciona el símbolo con el componente

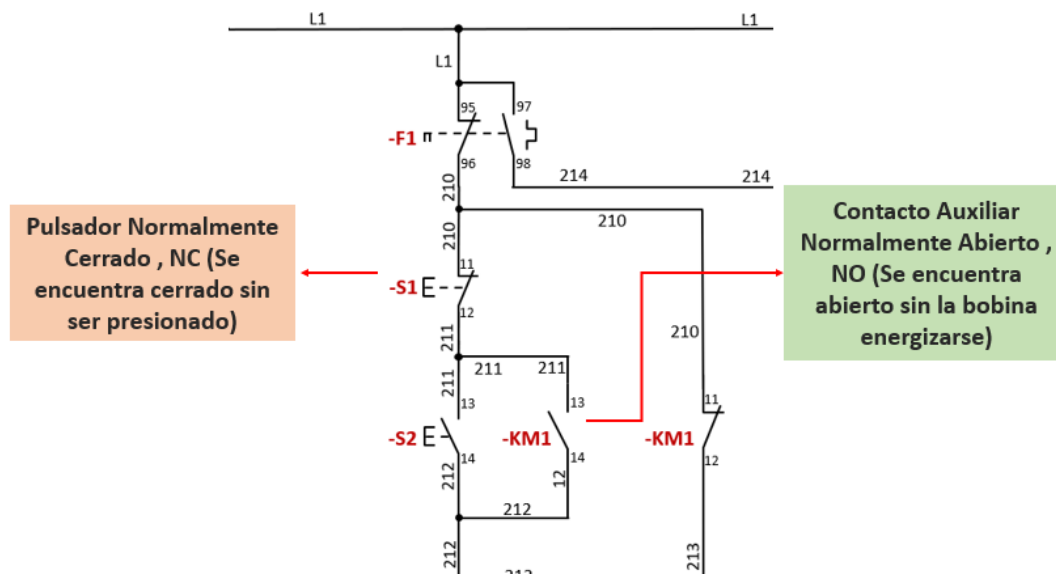
Es fundamental tener un conocimiento sólido sobre los símbolos utilizados en los diagramas eléctricos para poder identificar y reconocer cada componente del panel de control representado en el diagrama.



Además de ver los símbolos en los diagramas eléctricos, debes visualizarlos físicamente en el circuito

Estado de los símbolos

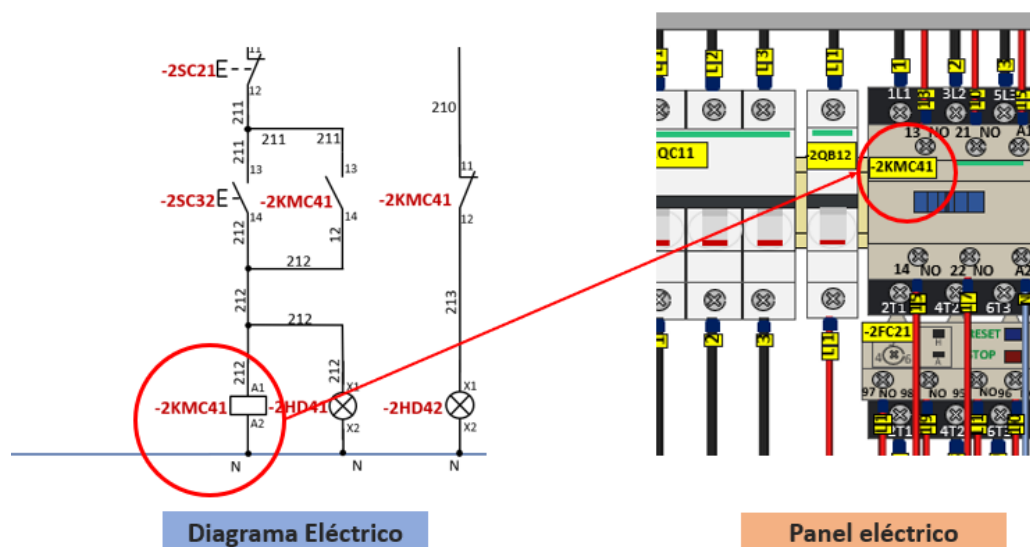
Los símbolos que se muestran para un dispositivo en un circuito representan su estado desactivado cuando no se aplica energía. O es un temporizador de contactos NA/NC o un relé NA/NC en un circuito. Además, los dispositivos de potencia, tales como interruptores de circuito y contactores están provistos de contactos auxiliares NA y NC que se utilizan para indicar el estado del dispositivo en la señalización y para circuitos de enclavamiento.



Los contactos se representan en su estado normal

Ubica el identificador o nombre de componente

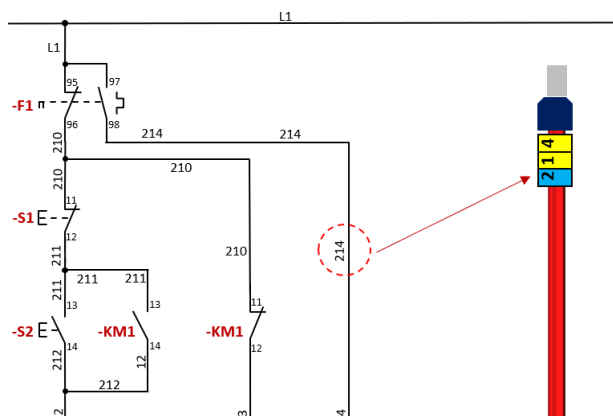
Es importante conocer el nombre o identificación de cada dispositivo para poder reconocer cada componente del panel en el diagrama eléctrico, ejemplo KM1 hace referencia a un contactor, Q1 a un disyuntor, S1 a un pulsador etc.



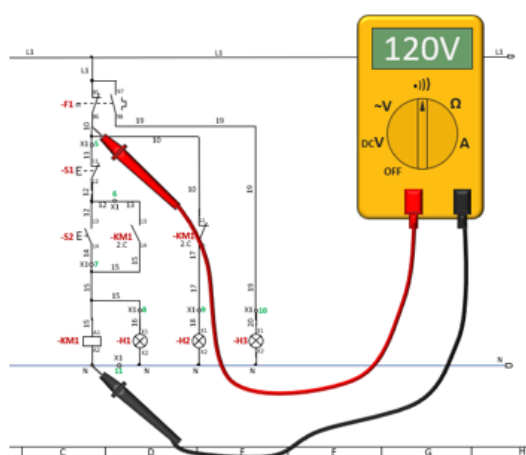
Los identificadores de los componentes te pueden guiar a identificar cada dispositivo de forma rápida en el diagrama eléctrico o en panel de control

Identificadores o etiquetado de los cables

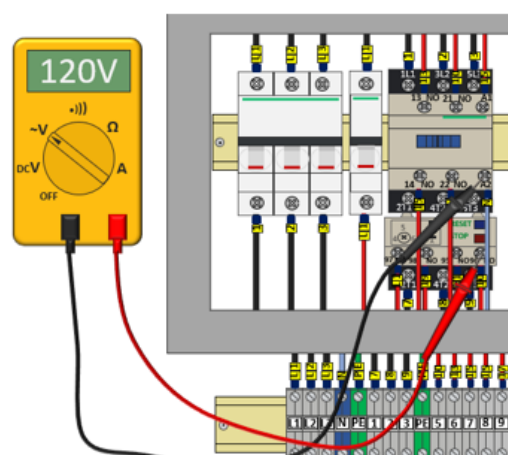
Esto nos ayudará para identificar cada cable en el diagrama y el circuito eléctrico. Por ejemplo si vemos un cable suelto con su nombre o identificador podemos fácilmente determinar dónde conectarlo con la ayuda del esquema eléctrico.



Cada conductor puede estar identificado con su numeración correspondiente en el plano, esto te ayudará a buscar con exactitud el conductor con el problema



Medición imaginaria en diagrama entre N y cable con etiqueta 10

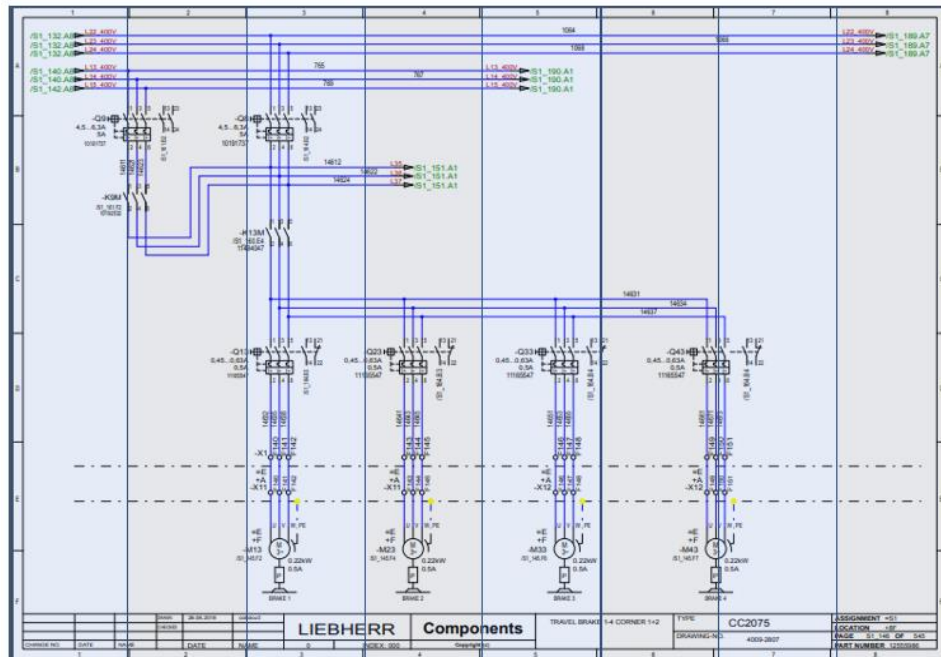


Medición efectuada en el panel, entre N y cable con etiqueta 10

Guíate de los diagramas eléctricos para saber con precisión que puntos o cables vas a realizar las mediciones

Coordenadas de planos

Un dibujo eléctrico tiene un número de hoja y cada hoja se divide en columnas listadas verticalmente como A, B, C, D y horizontalmente como 1, 2, 3, 4. Este tipo de disposición de matriz ayuda a localizar rápidamente un dispositivo en particular o un contacto en un esquema. Del mismo modo, se utiliza para la referencia cruzada en un contacto.

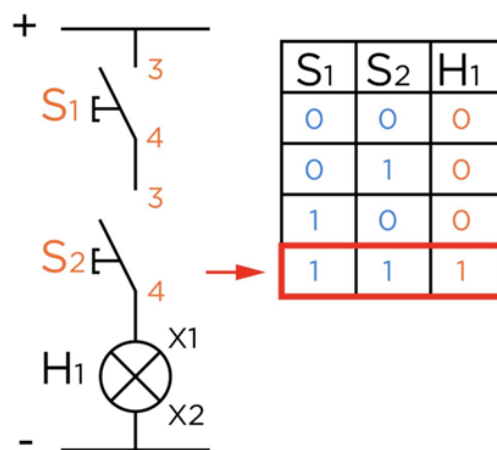


Coordenadas del plano

Sigue la lógica de los contactos

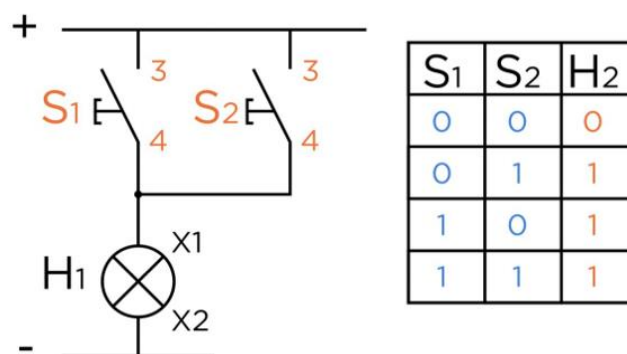
Reconocer la lógica AND y OR en la detección de fallas eléctricas es fundamental porque permite comprender cómo interactúan y se combinan las señales eléctricas en un circuito. La lógica AND implica que para que una salida sea verdadera, todas sus entradas deben ser verdaderas. En cambio, la lógica OR indica que la salida será verdadera si al menos una de sus entradas es verdadera.

Al aplicar estas lógicas en la detección de fallas, se pueden identificar condiciones específicas en el circuito que pueden llevar a problemas. Por ejemplo, si se tiene una lógica AND entre dos sensores, ambas señales deben estar presentes y funcionando correctamente para que la condición sea verdadera. Si una de las señales falla, se puede detectar que el circuito no está funcionando como debería.



Circuito con lógica Y o AND (contactos en serie)

La lógica de contactos O, como su nombre lo resume, indica que tendremos dos contactos NO en paralelo, donde para completar la aplicación o cambiar el estado lógico del componente final, un contacto/equipo no depende del otro, y en de esta forma tendremos un accionamiento o cambio de estado lógico (0 ó 1) de la carga final activando uno u otro contacto.



Circuitos con lógica de contactos O (contactos en paralelo)

Paso # 6 - Busca componentes defectuosos: Examina los componentes eléctricos presentes en el diagrama y verificar si alguno de ellos podría estar defectuoso. Verificando bobinas de contactores, motores, transformadores, fuente de alimentación, sensores, pulsadores, etc.

Detectar fallas sin diagramas

Esta puede ser una situación común con la que te puedes topar en la industria.

Existen tableros que están instalados sin ningún criterio o normas, tales como...

- Sin regletas y cables desorganizados
- Cables sin código de color
- Componentes y cables sin identificar (numerados y con etiquetas)

O simplemente es un tablero muy viejo y en el ajetreo de reparación o mantenimiento al abrir el panel notas que este no cuenta con el diagrama del circuito.

Ahora bien, si vas a detectar una falla, sería muy difícil identificarla sin planos y con un tablero vuelto un desastre.

Imagínate buscar una falla en el siguiente panel.
¿Verdad que sería frustrante?

Pero descuida siempre hay una solución.

Y para esto hay que seguir una estrategia, que con el tiempo puedes ir puliendo.

Ya sea para rediseñar el plano, hacer un diagrama nuevo o al detectar una falla.

Esto consiste en aplicar una “ingeniería inversa” a los circuitos de control, potencia y todo sistema interconectado en el panel eléctrico.

Veamos a continuación los pasos ante un tablero que no cuenta con diagramas eléctricos.

Paso 1 - Conoce la operación del circuito

Antes de comenzar el proceso de ingeniería inversa, es crucial tener un conocimiento claro y completo de cómo opera el sistema. Esto implica entender el funcionamiento completo del equipo controlado por el circuito y su propósito dentro del proceso industrial. Tal vez el equipo no cuente con los diagramas eléctricos, sin embargo, es importante investigar si existe alguna documentación técnica o manuales de usuarios.

Ahora bien, si no hay ninguna información al respecto.

Recurrimos a probar personalmente, cómo opera el circuito.

ADVERTENCIA: Antes de probar el circuito realiza una inspección visual de todo el sistema para no arrancar el sistema con una falla muy delicada, por ejemplo: cables quemados, circuitos con alarmas, etc.

En dado caso que el circuito no se pueda probar, salta al siguiente paso, para identificar la conexión cable por cable.

IMPORTANTE: Si el equipo cuenta con alguna operador también puedes apoyarte de él, te puedo asegurar que el casi siempre conoce cómo funciona la máquina o el equipo (tal vez no te diga cómo están conectado el circuito, pero si el funcionamiento del sistema, que es lo que queremos saber en este primer paso). Si no sabes cómo funciona la máquina, no sabrás qué hace el circuito... así que, si tienes tus dudas, debes de apoyarte del operario de la máquina.

Podemos partir probando desde la parte frontal del panel, accionar los pulsadores pertinentes, selectores o demás dispositivos de control.

Observamos qué elementos se activan en el equipo: ya sea un motor, las luces piloto, etc., en este punto vas analizando la operación del equipo.



Accionar los diferentes dispositivos de control del panel y observar cómo responde la máquina

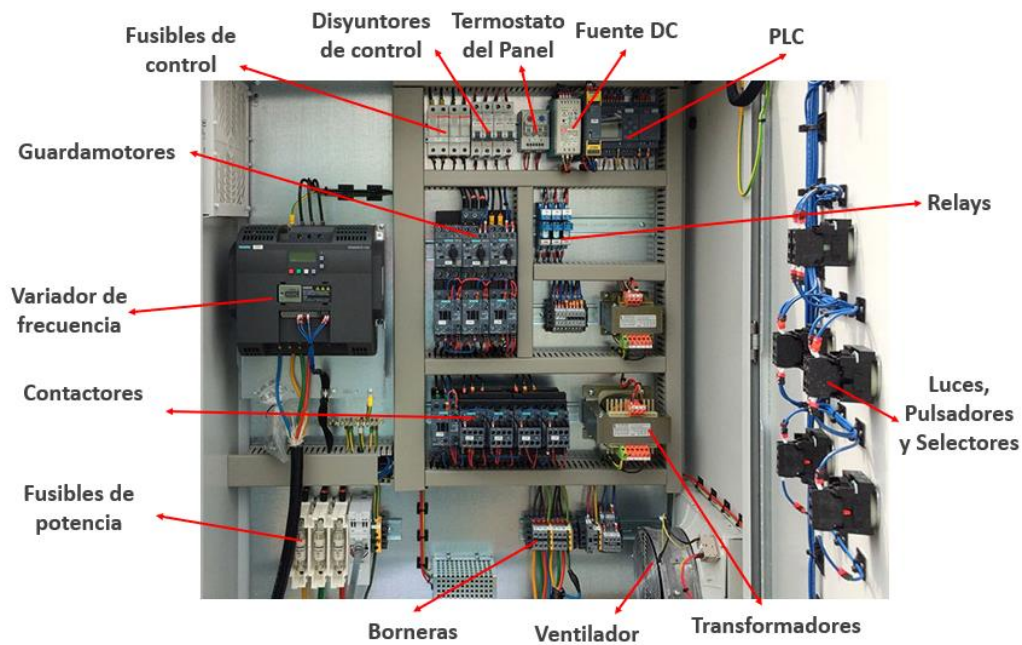
Vas anotando, al pulsar S1, se activa la Bomba 1. Al accionar el selector S3, se activa el Calentador. Y así sucesivamente...

Si el proceso es muy grande puedes dibujar un diagrama de flujo del sistema.

Paso 2 - Identifica los componentes

Aquí es importante que tengas conocimientos de automatismos eléctricos, ya sea con lógica cableada, así como lógica programada.

En este paso, abrimos el tablero, luego debes identificar y listar todos los componentes del circuito de control. verificamos todos los componentes: contactores, relays, variador de frecuencia, PLC... trata de identificar todos.



Identificar todos los componentes del panel de control

También es importante identificar sus características y especificaciones técnicas.

Y por supuesto conocer su principio de funcionamiento.

Además, en conjunto con el primer paso que ibas activando los diferentes dispositivos de control, hacerte la pregunta las siguientes preguntas...

- ¿Ese contactor que dispositivo controla?
- ¿Ese relay para que se usa?
- ¿Este breaker, este fusible, este guardamotor... que dispositivo protege?
- ¿Y este sensor, que sucede cuando se activa?

Así vas indagando dispositivo por dispositivo y vas enlazando su relación en el sistema.

En este paso, puedes dibujar un layout del panel y así guiarte.

Paso 3 - Identifica los circuitos conocidos

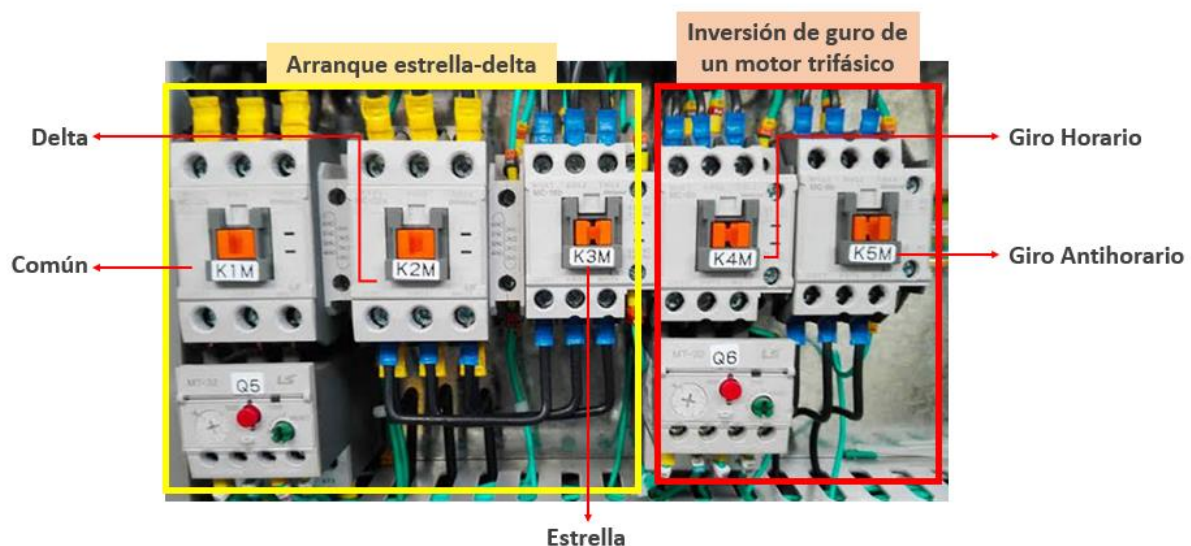
Una vez que se conocen los componentes, es importante identificar los circuitos conocidos.

Estos son circuitos cuyo funcionamiento y propósito se comprenden completamente.

Por ejemplo, un circuito de arranque y parada es común en muchos sistemas y se entiende bien su funcionamiento, un arranque estrella-delta, una inversión de giro, el cableado de un variador de frecuencia, el cableado de un PLC. etc.

En los circuitos de automatismos con lógica cableada generalmente la disposición de los dispositivos y algunas conexiones sabrás de qué circuito se trata.

Por ejemplo en el siguiente tablero podemos observar que este cuenta con un arranque estrella-delta y una inversión de giro.



Panel de control con un arranque estrella-delta y una inversión de giro de un motor trifásico

Identificar los circuitos conocidos ayudará a comprender mejor el diseño general del sistema.

Paso 4 - Analiza la interconexión

En este paso, se debe analizar cómo se interconectan los diferentes componentes y circuitos del sistema. Esto implica entender cómo se conectan eléctricamente, qué señales se envían entre ellos y cómo se integran para lograr el funcionamiento deseado del equipo. El análisis de la interconexión ayudará a determinar la lógica y secuencia de operación del circuito de control.

La lógica circuital es fundamental para seguir cada conductor y como están conectados los dispositivos para realizar el funcionamiento del circuito... este es una de las habilidades más importantes para comprender como opera el circuito de control, ya sea utilizando lógica cableada o en el programa del PLC...

Capítulo 6 - Métodos para el rastreo de fallas eléctricas en circuitos

Una vez ya tenga una idea del área afectada y vea algunos síntomas del sistema averiado. Debes de seguir estos pasos para detectar el origen de la falla.

Las pruebas en el **nivel uno**, podrían incluir:

- Verificación de la presencia de alimentación (esto lo puedes verificar hasta sin medir directamente, solo con observar si el panel tiene alguna luz piloto que indique que hay energía eléctrica, de lo contrario medir el voltaje de alimentación).
- Comprobar que los interruptores necesarios para el funcionamiento normal están en posición de encendido y que los controles de nivel están en sus ajustes nominales.
- Verificar que todo el cableado se ha conectado correctamente.
- Verificar que los controles del panel frontal estén en la posición para un funcionamiento normal.
- Cambiar los controles del panel frontal o la configuración de los interruptores para ver cómo se ven afectados los síntomas.

Las comprobaciones a este nivel se realizan con rapidez, no suelen requerir el uso de ningún equipo de prueba, no es necesario retirar las cubiertas de los equipos y eliminan las zonas sospechosas del circuito, por lo que se puede reducir en nuestro análisis el área afectada.

Como pauta general, debes agotar todas las comprobaciones posibles en cada nivel, acercando al máximo el origen de la falla, antes de pasar a los niveles inferiores, donde las pruebas son más específicas.

*En el **nivel 2***, hay menos zonas sospechosas y se utilizan equipos de prueba para acercarnos al origen de la falla. Aquí se empieza a medir los diferentes puntos desde las entradas a las salidas de cada dispositivo.

El trabajo en este nivel suele implicar una serie de pruebas en las que cada resultado cambia la ubicación del origen de la falla ya sea de izquierda o derecha o de arriba a abajo.

*En el **nivel tres***, las pruebas se suelen realizar cuando se ha identificado un único dispositivo o cable como fallo. En muchos casos, por ejemplo si es un variador de frecuencia, un PLC u cualquier otro controlador, la localización de averías continúa dentro de la unidad en módulos de subsistema o tarjetas electrónicas utilizando mediciones más precisas, en dado caso que la reparación no se justifica se cambia toda la unidad.

Nivel cuatro se centra en la sustitución de las unidades o subcomponentes del subsistema por repuestos en buen estado y verificar que el cambio ha corregido el problema.

Medición para detectar fallas

El instrumento principal que deberás utilizar para detectar fallas en un circuito es el multímetro, éste lo podremos utilizar como voltímetro, continuidad, ohmímetro, amperímetro.

Cuando hay una falla en un circuito, existen dos formas comunes de medir y detectar el problema: midiendo la continuidad y midiendo el voltaje. Cada método tiene su propósito y proporciona información valiosa para identificar la causa de la falla.

Prueba de continuidad en circuito: la medición de continuidad se utiliza para verificar si hay un camino eléctrico ininterrumpido entre dos puntos en un circuito. Se utiliza un probador de continuidad o un multímetro en el modo de continuidad, para realizar esta prueba.



Prueba de continuidad de circuito sin energía eléctrica

Pasos:

- Asegúrate de que el circuito esté apagado y desconectado de la fuente de alimentación para evitar lesiones o daños en los equipos.
ADVERTENCIA: Después de desconectar y bloquear circuito, mide tensión y descarga todos los capacitores si el circuito los incluye.
- Establece el multímetro en el modo de continuidad o usa un probador de continuidad si tienes uno.
- Coloca una punta del medidor en un extremo del camino que desees probar y la otra punta en el otro extremo.
- Si hay una continuidad, es decir, si hay una conexión eléctrica sin interrupciones, el medidor emitirá un pitido o mostrará una indicación en pantalla.

Prueba con voltaje: A menudo es necesario solucionar problemas de un circuito con energía aplicada al circuito. La medición de voltaje se utiliza para verificar si hay una tensión eléctrica adecuada en diferentes puntos de un circuito. Se utiliza un multímetro en el modo de voltaje. La seguridad debe ser la primera consideración. Al desconectar o

activar un gabinete de control o un módulo del centro de control de motores, debes vestirte con ropa resistente al fuego y usar anteojos de seguridad, un protector facial y un casco. Los centros de control de motores empleados en toda la industria generalmente tienen la capacidad de liberar suficiente energía en una situación de falla.

Pasos:

- Asegúrate de que el circuito esté energizado y funcionando.
- Establece el multímetro en el modo de voltaje y selecciona la escala adecuada para el rango de voltaje esperado.
- Coloca las puntas del medidor en los puntos que deseas medir para verificar el voltaje.

Una regla que siempre se debe observar al energizar o desenergizar un circuito debe pararse al costado del gabinete o módulo de control. No se pare frente a la puerta del gabinete al abrir o cerrar el circuito. Una condición de cortocircuito directo puede hacer que la puerta del gabinete salga volando.

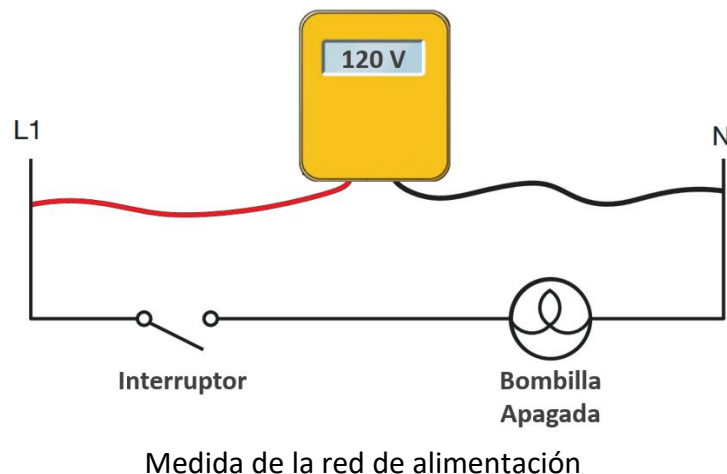
Después de abrir la puerta del gabinete o del módulo, se debe verificar la energía con un voltímetro para asegurarse de que esté apagada. Se debe usar un procedimiento llamado verificación, prueba, verificación para asegurarse de que la energía esté apagada:

1. Verifique el voltímetro en una fuente conocida de voltaje para asegurarse de que el medidor esté funcionando correctamente.
2. Pruebe el voltaje del circuito para asegurarse de que esté apagado.
3. Vuelva a comprobar el voltímetro en una fuente conocida de tensión para asegurarse de que el medidor sigue funcionando correctamente.

Técnicas de medición con voltímetro

Recuerde que una definición de voltaje es presión eléctrica. El voltímetro indica la cantidad de potencial entre dos puntos de la misma manera que un manómetro indica la diferencia de presión entre dos puntos.

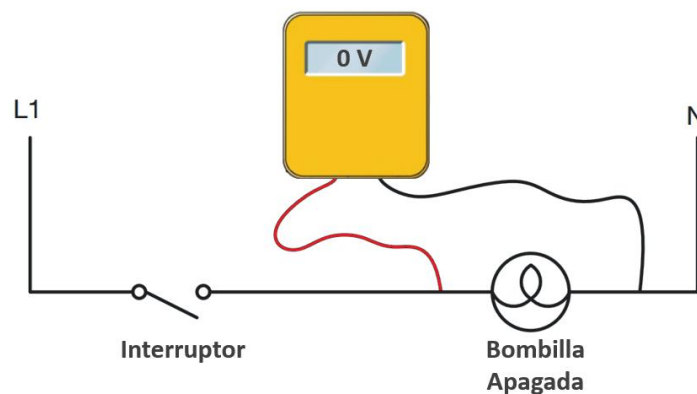
El circuito de la figura siguiente supone que existe un voltaje de 120 voltios entre L1 y N. Si los cables de un voltímetro se conectaran entre L1 y N, el medidor indicará 120 voltios.



Medida de la red de alimentación

Ahora suponga que los cables del voltímetro están conectados a través de la lámpara.

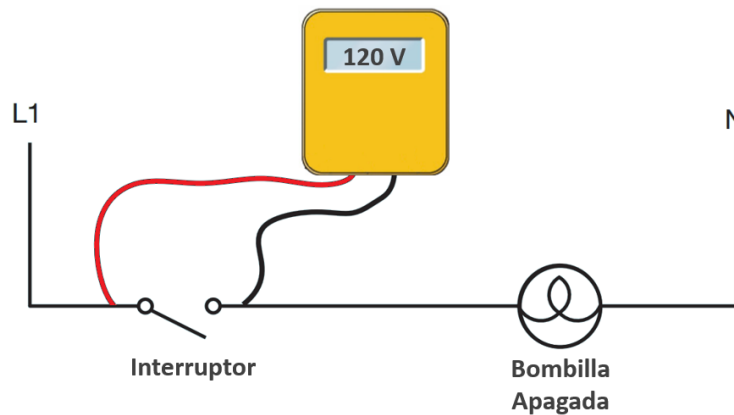
Caso 1 - Suponiendo que el filamento de la lámpara está bueno, ¿indicaría el voltímetro 0 voltios, 120 voltios o algún valor entre 0 y 120 voltios?



Medición del voltaje en la bombilla

Análisis: El voltímetro indicará 0 voltios (1). En el circuito que se muestra en la figura anterior, el interruptor y la lámpara están conectados en serie. Una de las reglas básicas para los circuitos en serie es que la caída de voltaje en todos los componentes del circuito debe ser igual al voltaje aplicado. La cantidad de caída de voltaje en cada componente es proporcional a la resistencia de los componentes y la cantidad de flujo de corriente. Dado que el interruptor está abierto en este ejemplo, no hay flujo de corriente a través del filamento de la lámpara ni caída de voltaje.

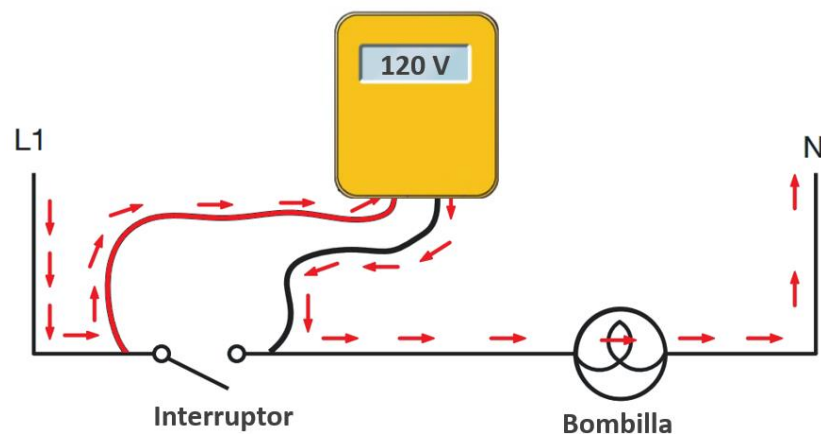
Caso 2 - si el voltímetro está conectado al interruptor como se muestra en la figura siguiente, ¿indicaría 0 voltios, 120 voltios o algún valor entre 0 y 120 voltios?



Medición de voltaje en el interruptor

Análisis: El voltímetro indicaría 120 voltios. Dado que el interruptor es un circuito abierto, la resistencia es infinita en este punto, que es millones de veces mayor que la resistencia del filamento de la lámpara. Recuerde que el voltaje es como una presión eléctrica. El único flujo de corriente a través de este circuito es la corriente que fluye a través del voltímetro y el filamento de la lámpara.

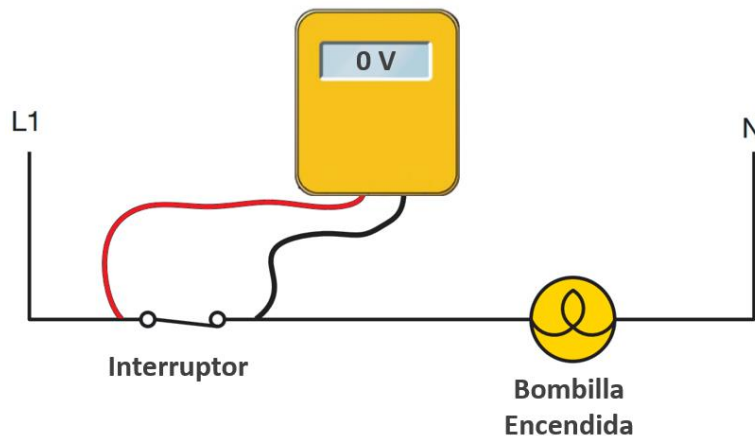
Caso 3 - Si el voltaje total o aplicado en un circuito en serie debe ser igual a la suma de las caídas de voltaje en cada componente, ¿por qué todo el voltaje cae en la resistencia del voltímetro y nada en el filamento de la lámpara?



Medición de voltaje en el interruptor, todo el voltaje cae en la resistencia interna del voltímetro

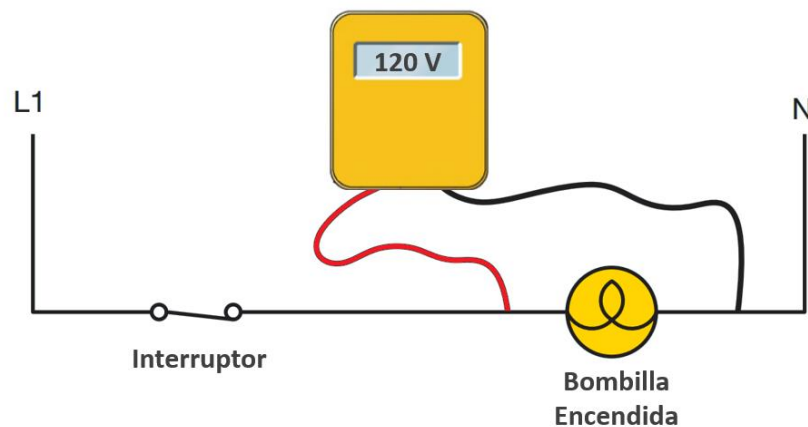
Análisis: Hay una caída de voltaje en el filamento de la lámpara porque la corriente del voltímetro fluye a través de él. La cantidad de caída de voltaje a través de este. Sin embargo, el filamento es tan pequeño en comparación con la caída de voltaje en el voltímetro que generalmente se considera que es cero. Suponga que el filamento de la lámpara tiene una resistencia de 50 ohmios. Ahora suponga que el voltímetro es un

Caso 5 - Suponga que el filamento de la lámpara no está abierto ni quemado y que el interruptor se ha cerrado o encendido. Si el voltímetro está conectado a través del interruptor, ¿indicaría 0 voltios, 120 voltios o algún valor entre 0 y 120 voltios (Figura siguiente)?



El interruptor está encendido o cerrado

Análisis: El voltímetro indicará 0 voltios. Ahora que el interruptor está cerrado, la resistencia de contacto es extremadamente pequeña y el filamento de la lámpara exhibe ahora una resistencia mucho mayor que el interruptor. Prácticamente toda la caída de voltaje ahora aparecerá a través de la lámpara (Figura siguiente).



Prácticamente toda la caída de voltaje es a través de la lámpara.

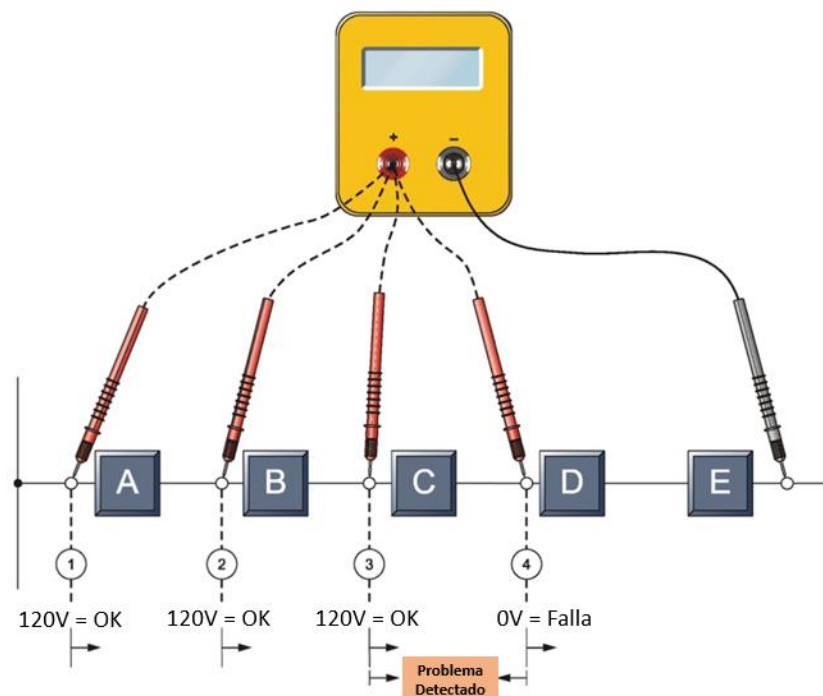
Método de rastreo de señales

Existen varios métodos para aplicar el proceso de eliminación al solucionar problemas en circuitos eléctricos. Vamos a explorar dos métodos: el método serial y el método de división por la mitad. La principal diferencia entre estos dos métodos radica en que el método en serial se aplica desde un extremo del circuito hacia el otro, mientras que el método de división por la mitad se aplica desde el centro del circuito.

Método de rastreo serial

Solucionar un problema en un circuito utilizando el método en serie implica verificar los componentes secuencialmente, uno a la vez. Esto permite eliminar un componente como posible causa del problema en cada etapa.

Aunque este método es lógico y efectivo, puede llevar tiempo. Por ejemplo, supongamos que hay un problema en algún lugar de un circuito y sabemos que el circuito tiene el voltaje de funcionamiento adecuado.



Medición serial hasta dar con el problema

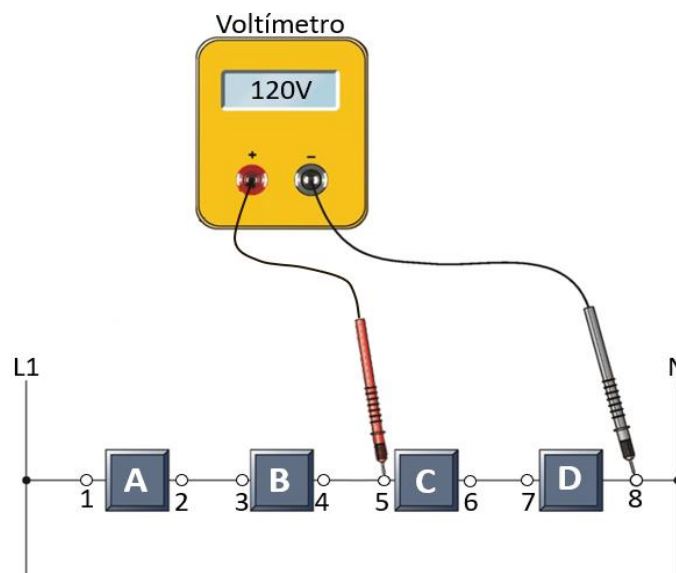
En este ejemplo, utilizaremos el punto de prueba neutro “N” como punto de referencia para asegurarnos de que sea válido. Mediremos el voltaje entre L1 y el punto de prueba N. Si el voltímetro indica el voltaje de línea completo, podemos determinar que el cable

Sin embargo, dado que sabemos que hay voltaje en el punto de prueba 4, podemos verificar el voltaje en ese punto de prueba para asegurarnos de que el voltímetro todavía funcione correctamente. Después de comprobar que el voltímetro está operativo, podemos concluir que la indicación de cero voltios en el punto de prueba 6 significa que el voltaje de operación del circuito que estaba presente en el punto de prueba 4 no está llegando al punto de prueba 6.

Dado que el voltaje de operación del circuito está presente en el punto de prueba 4 pero no en el punto de prueba 6, la causa del problema debe estar entre esos dos puntos. Todos los componentes del circuito después del punto de prueba 6 pueden descartarse como posibles causas del problema.

La última verificación que debemos realizar es dividir la parte restante del circuito por la mitad, por lo que verificaremos el voltaje en el punto de prueba 5. Esta prueba nos dirá si el cable entre los puntos de prueba 4 y 5 está en buen estado.

En esta ocasión, el voltímetro indica que hay un voltaje presente, lo que significa que el voltaje de operación del circuito está llegando al punto de prueba 5. Como hay voltaje en el punto 5, podemos descartar el cable que conecta el dispositivo de control B con el dispositivo de control C como posible causa del problema.



Tercera división a la mitad de circuito, prueba de punto 5

En este punto, hemos eliminado todos los componentes del circuito, excepto el dispositivo de control C. Este dispositivo es el único componente del circuito que se encuentra entre el punto de prueba 5, donde el voltaje estaba presente, y el punto de prueba 6, donde el voltaje no estaba presente. Al trabajar en el circuito utilizando el proceso de eliminación, **hemos identificado el dispositivo de control C como la causa del problema.**

Capítulo 7 - Detección de fallas en circuitos de control y potencia

Detección de falla de circuito abierto

La solución de problemas de un circuito de control requiere el uso de diagramas eléctricos para comprender cómo debe funcionar el circuito y ubicar los componentes que se van a probar. La resolución de problemas comienza probando los componentes en la fuente de alimentación de entrada del circuito de control y trabajando a través de los componentes de control que se van a probar. La solución de problemas de los circuitos de control se realiza fácilmente cuando el circuito de control está conectado a una regleta de terminales y los números de terminal están identificados en el diagrama.

Síntoma - La máquina no enciende después que es presionado el pulsador de marcha

En este punto el problema podría ser mecánico o eléctrico. Nos centraremos solo en las fallas eléctricas por ahora. Esta falla podría estar ubicada en el circuito de alimentación o en el circuito de control. La falla también podría ser de muchos tipos diferentes, como falla de circuito abierto, falla de cortocircuito o falla de aislamiento a tierra. Cuando se tiene tantas posibles fallas es recomendable comenzar en medio del área del problema y darnos la mejor idea de cuál dirección a seguir. El transformador de control es un buen lugar para comenzar ya que está en el medio de el circuito y es parte del circuito de fuerza y el circuito de control.

En aras de la simplicidad, ahora tomaremos un área y un tipo de falla a la vez. La primera falla que podemos tomar a voluntad es investigar si hay algún circuito abierto.

Análisis de falla de circuito abierto

Falla de circuito abierto

Es cualquier falla que detiene la operación de la máquina ya sea por algún cable abierto, dispositivo no operativo, etc.

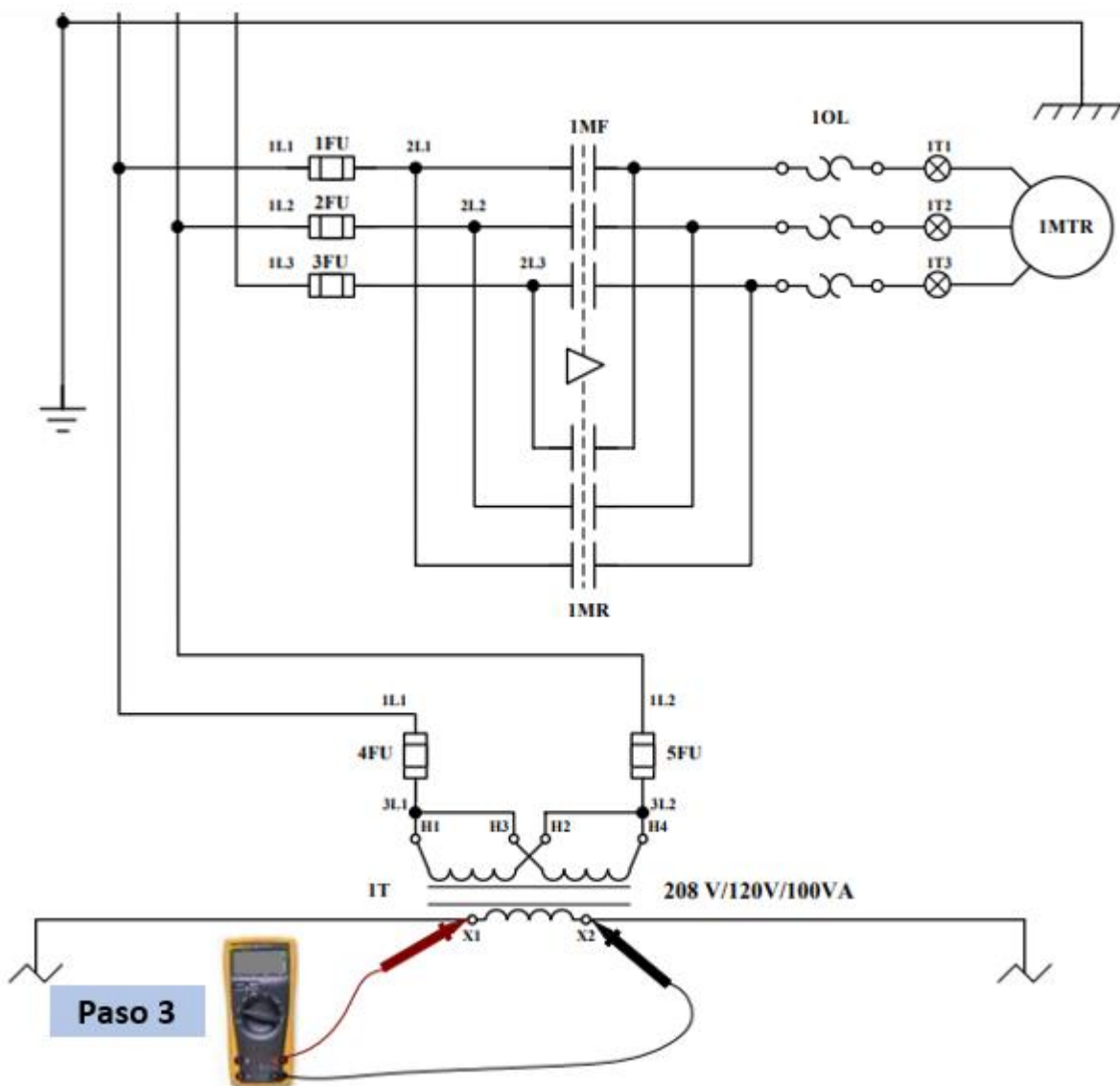
Vamos a desarrollar el paso a paso que debes de seguir para detectar una falla de circuito abierto en un circuito de control.

Paso 1. Debes analizar el diagrama eléctrico general del circuito.

Paso 2. Debes abrir cuidadosamente el panel de control, esta prueba la haremos con el circuito energizado para medir la tensión en diferentes puntos.

Paso 3. Vamos a iniciar midiendo el voltaje de salida del transformador que alimenta el circuito de control desde los puntos X1 y X2.

- Si no hay voltaje, entonces el problema viene del circuito de fuerza o la red de alimentación.
- Si hay un voltaje presente, y se confirma que el contactor se activa cuando se presiona el pulsador de marcha, entonces el problema esta en el circuito de potencia.
- Si hay voltaje, pero el contactor no es energizado y se observa que no hay relé termico disparado, entonces el problema es el circuito.



Caso práctico No. 1

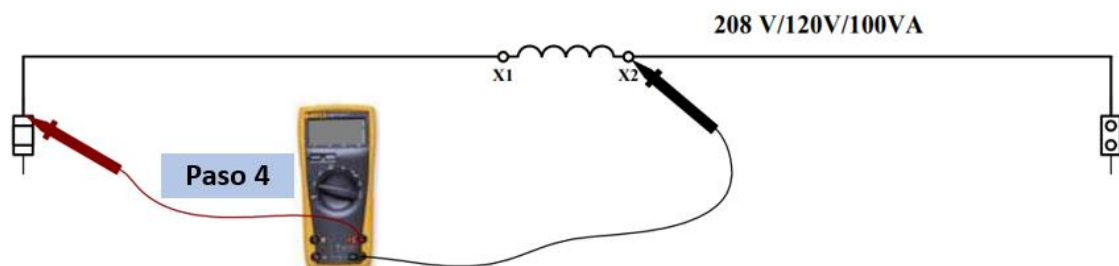
El escenario A: el motor no arranca cuando se presiona el botón de marcha. Hay un voltaje correcto presente en la salida **X1 y X2**, el contactor no está energizado y el OL no se ha disparado dispara, entonces el problema está en el circuito de control. Para el escenario A, la falla es de un **circuito abierto y dentro del tablero**. De el esquemático en la página anterior debería haber leído 120 voltios en las terminales X1 y X2.

Debemos ir midiendo el voltaje punto por punto hasta identificar que no haya energía en el punto con la avería del circuito abierto.

“Si el voltaje cambia de una correcta lectura en un dispositivo a una lectura diferente en el siguiente dispositivo, entonces el dispositivo o cable entre esas lecturas está abierto.”

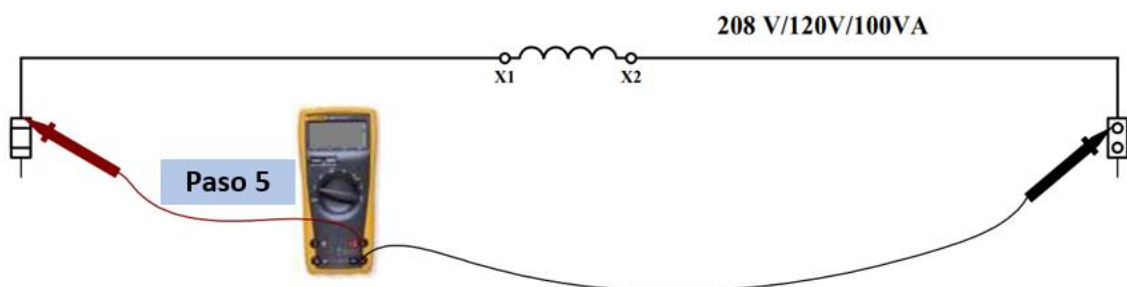
Paso 4. Aquí se mide el voltaje desde el terminal X2 y el cable encima del fusible de protección del circuito de control.

- ❑ Si el correcto Voltaje está presente, puedes continuar al paso 5.
- ❑ Si no hay presencia de voltaje, entonces el cable X1 que sale del transformador y va hacia el fusible está abierto.

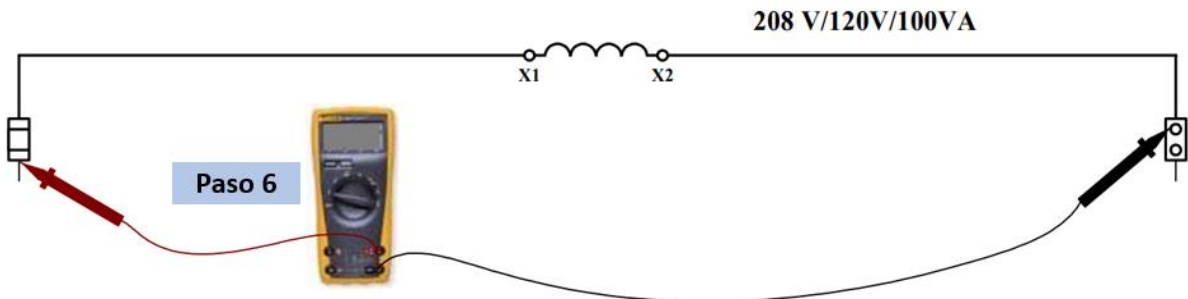


Paso 5. Vamos ahora a medir en la salida del transformador X1 y X2 el voltaje de los cables que llegan al fusible y a la barra del neutro.

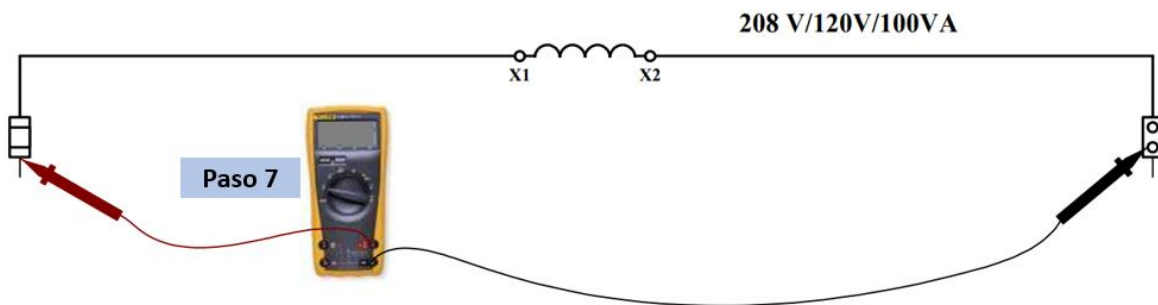
- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 6.
- Si no hay voltaje presente, entonces el cable X2 que llega a la barra neutral está abierto.



- Paso 6.** Medir el voltaje a la salida del fusible, cable #1, y la barra neutral.
- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 7.
 - Si no hay voltaje presente, el fusible del circuito de control está abierto. **Si el fusible está abierto, entonces hay un cortocircuito o alguna falla a tierra. Si el fusible no está abierto, entonces hay una falla de circuito abierto en el resto del circuito de control. Este es nuestra primera indicación de que hay una falla de circuito abierto en el circuito de mando.**



- Paso 7.** Midamos el voltaje en la salida del fusible, cable #1, y la salida de la barra neutral, cable #2.
- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 8.
 - Si no hay un voltaje presente, el punto de conexión del neutro está abierto.



Vamos a simular en este escenario que la falla se encuentra a la salida del relé térmico 1OL, esta falla es de un conductor abierto.

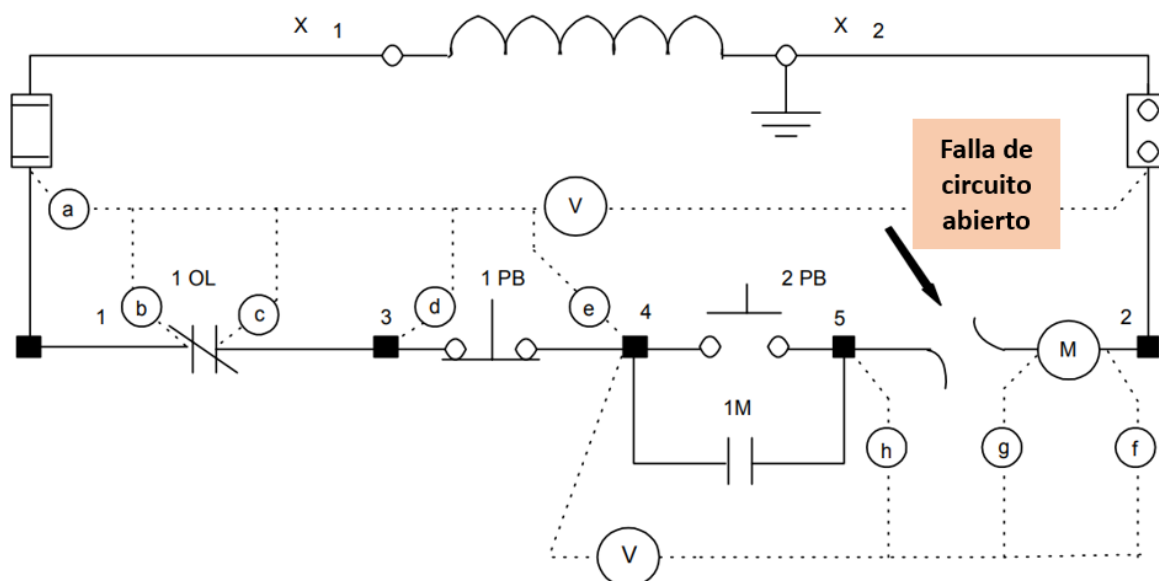
Caso práctico No. 2

Escenario B el motor no arranca cuando se presiona el botón de marcha. Hay un voltaje correcto presente en la salida **X1 y X2**, el contactor no está energizado y el OL no se ha disparado, entonces el problema está en el circuito de control. Para el escenario B, la falla es de un **circuito abierto y dentro del tablero**.

Se va midiendo voltaje en cada terminal de los dispositivos de forma lógica hasta ver si no hay un voltaje presente como se llevó a cabo en los pasos anteriores

“Si el voltaje cambia de una correcta lectura en un dispositivo a una lectura diferente en el siguiente dispositivo, entonces el dispositivo o cable entre esas lecturas está abierto.”

Vamos a usar como referencia el siguiente diagrama, la falla está indicada en el punto señalado, pero vamos asumir que no sabes donde se encuentra y empezamos a medir:



Paso 8. Desde el punto **a** (abajo del fusible) hay un voltaje presente, esto tomando como referencia la barra neutral, cable #2.

- Si hay voltaje presente, continuar al Paso 9.
- Si no hay voltaje presente, la falla está en el fusible.

Paso 9. Comprobar el Voltaje en punto **b** (izquierda lado de 1OL) con cable #2 como referencia.

- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 10
- Si no hay un voltaje presente, entonces cable #1 está abierto desde la salida del fusible hasta la entrada del relé térmico 1OL.

Paso 10 Comprobamos el Voltaje en el puntocC (a la salida de 1OL) con cable #2 como la referencia.

- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 11
- Si no hay un voltaje presente, entonces 1OL de contactos normalmente cerrado, está abierto.

Paso 11 Verificamos el Voltaje en el punto d (arriba de Terminal #3) con cable #2 como referencia.

- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 12
- Si no hay un voltaje presente, entonces cable #3 está abierto entre el lado de 1OL y el borne #3.

Paso 12. Dado que el pulsador 1PB se encuentra fuera del panel, debemos pasar al siguiente terminal dentro del panel. Verifique el voltaje en el punto e (parte superior de la terminal #4) con cable #2 como referencia.

- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 13
- Si no hay un voltaje presente, entonces el cable n.º 3 o el cable n.º 4 están abiertos. en algún lugar entre el lado de abajo de terminal #3 y el lado abajo de terminal #4 .

Paso 13. La siguiente medida lógica sería verificar el voltaje en la terminal #5 con el cable #2 como referencia. Dado que el pulsador 2PB tiene un contacto normalmente abierto, no hay camino para el flujo de corriente, el voltaje sería de 0 voltios. Entonces debemos usar el cable #4 ahora como nuestra referencia y verificar la tensión en el punto f (terminal A2 en la bobina del contactor). Nosotros haremos nuestras medidas de **derecha a izquierda** y luego de **arriba a abajo** hasta encontrar el voltaje no presente. **Mucho cuidado porque el panel está energizado.**

- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 14
- Si no hay un voltaje presente, entonces el cable #2 está abierto entre la barra neutral (NL) y el terminal A2 del contactor de la bobina.

Paso 14 Medir el voltaje en el punto g (A1 Terminal en el contactor bobina) con cable #4 como referencia.

- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 15.
- Si no hay un voltaje presente, entonces la bobina del contactor está abierta.

Paso 15. Medir el voltaje en el punto h (arriba de Terminal #5) con cable #4 como referencia.

- Si hay un voltaje presente, continuar al Paso 16.
- Si no hay un voltaje presente, entonces el cable #5 está abierto, este es el cable que va desde el terminal o borne #5 y el terminal A1 de la bobina del contactor.

La falla está entre el punto donde el voltaje está presente y el punto en el que ya no está presente.

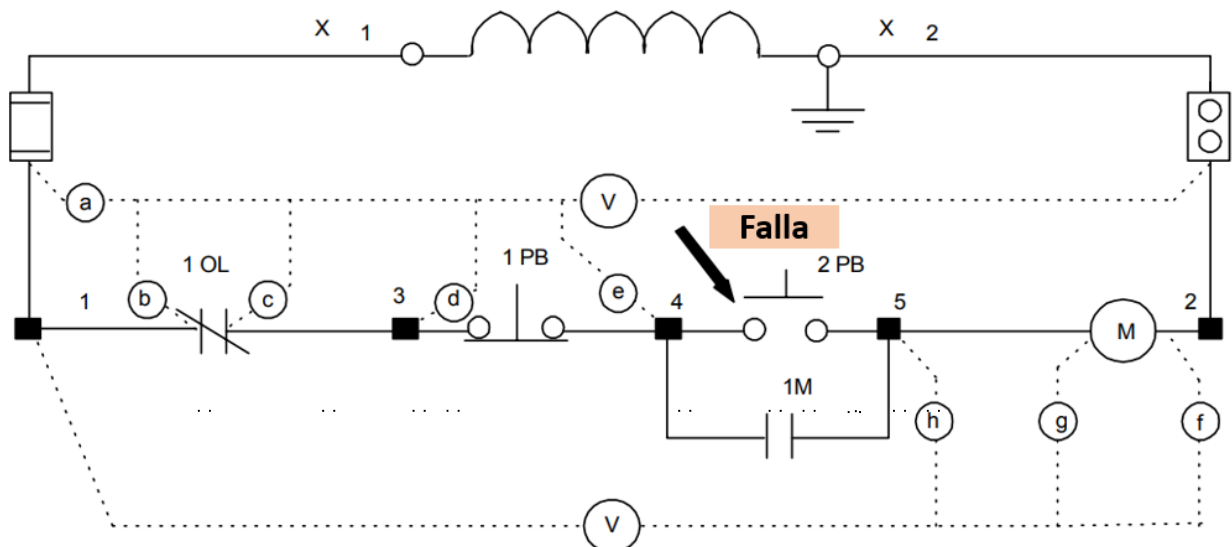
Caso práctico No. 3

Escenario C el motor no arranca cuando se presiona el botón de marcha. Hay un voltaje correcto presente en la salida **X1 y X2**, el contactor no está energizado y el OL no se ha disparado, entonces el problema está en el circuito de control. Para el Escenario C, la falla es una **falla de circuito abierto** y se encuentra **fuera del panel**. Al presionar el botón (2PB) no activa el circuito, se sospecha que los contactos normalmente abiertos están averiados.

Se va midiendo voltaje en cada terminal de los dispositivos de forma lógica hasta ver si no hay un voltaje presente como se llevó a cabo en los pasos anteriores del Paso 1 al paso 15.

“Si el voltaje cambia de una correcta lectura en un dispositivo a una lectura diferente en el siguiente dispositivo o conductor, entonces el dispositivo o cable entre esas lecturas está abierto.”

Vamos a usar como referencia el siguiente diagrama, que representa el escenario C, la falla está indicada en el punto señalado, pero vamos asumir que no sabes donde se encuentra y empezamos a medir:



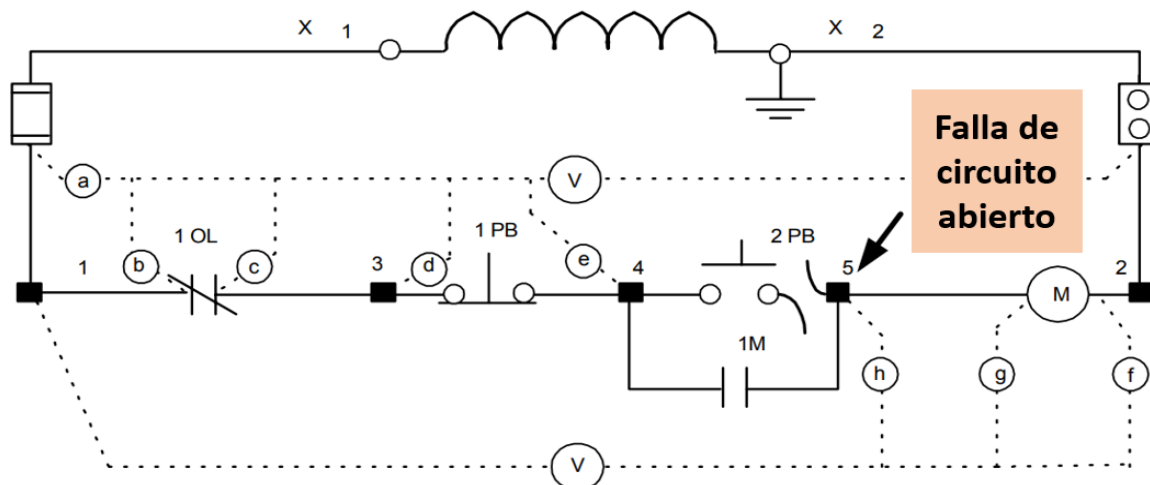
Paso 16. Verifique el voltaje en la parte inferior de la terminal #4 y en la parte superior de la terminal #5.

- Si está presente el voltaje correcto, continúe con el Paso 17.
- Si el voltaje correcto no está presente, entonces la terminal #4 está abierta.

Paso 17 Verifique el voltaje en la parte inferior de la terminal #4 y la parte inferior de la terminal #5.

- Si está presente el voltaje correcto, continúe con el Paso 18.

Utilice el diagrama esquemático de la página siguiente como ilustración para el Escenario D, suponiendo que no conocemos la ubicación de la falla:

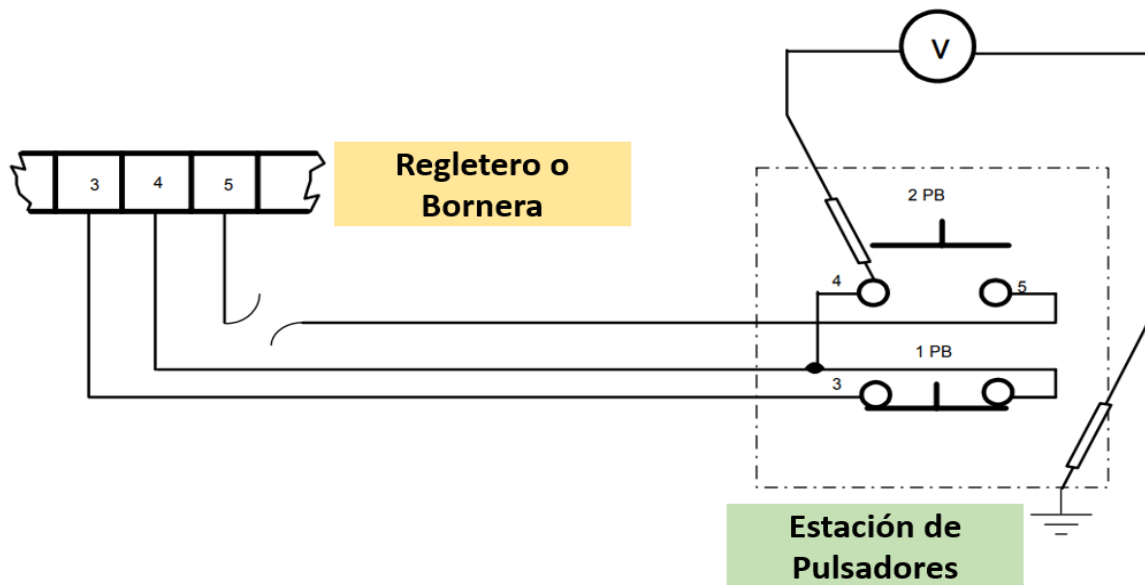


Paso 18. Ya que has hecho todas las medidas posibles dentro del panel, la falla debe estar fuera del panel y debes ir a la botonera 2PB. Retire con cuidado la cubierta. Verifique el voltaje en los terminales donde están conectados el cable n.º 4 y el cable n.º 5.

- Si el voltaje correcto está presente, entonces presione el botón 2PB. El motor no arranca. Los contactos normalmente abiertos para el pulsador 2PB están dañados y no se cierran.
- Si no está presente el voltaje correcto, entonces hay un circuito abierto entre la parte inferior de la terminal #4 o la parte inferior de la terminal #5 fuera del panel; así que continúe con el Paso 19.

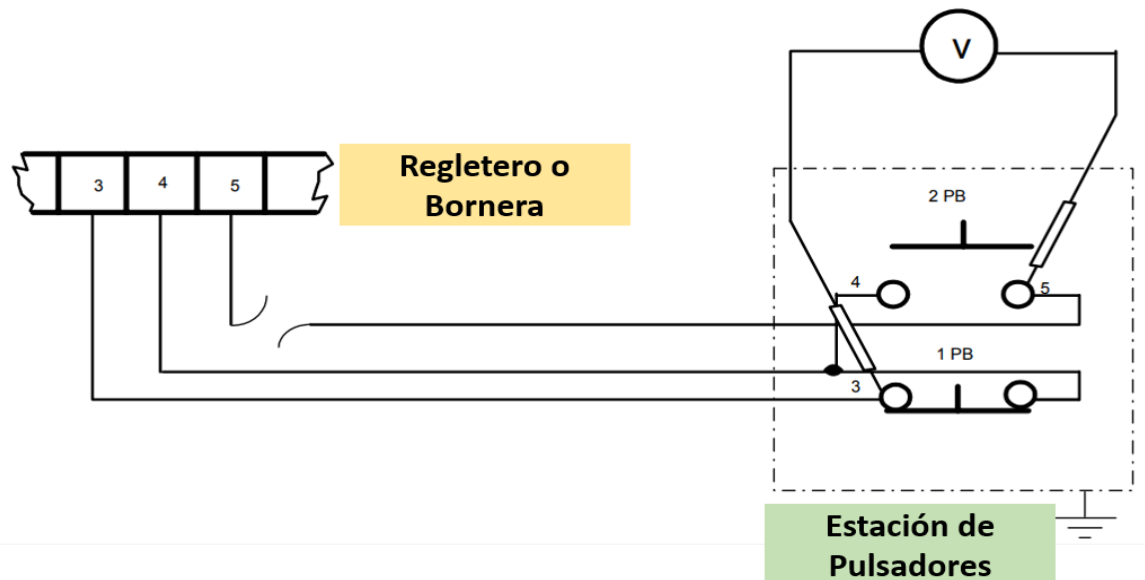
Paso 19. Sabe que el cable n.º 4 o el cable n.º 5 están abiertos entre la parte inferior de la regleta de bornes y el pulsador. Hay dos métodos diferentes para eliminar las posibilidades. Primer método, verifique el voltaje a través del Terminal con el cable #4 y el cable de tierra como referencia.

- Si hay voltaje, entonces el cable n.º 4 está bien y el cable n.º 5 debe estar abierto entre la parte inferior de la regleta de conexiones y el 2PB.
- Si no hay voltaje, entonces el cable #4 debe estar abierto entre la parte inferior de la regleta de terminales y 2PB.



Un segundo método es verificar el voltaje a través de la terminal del cable n.º 5 al cable n.º 3 como referencia.

- Si el voltaje está presente, entonces el cable #5 está bien y el cable #4 debe estar abierto.
- Si el voltaje no está presente, entonces el cable #5 debe estar abierto



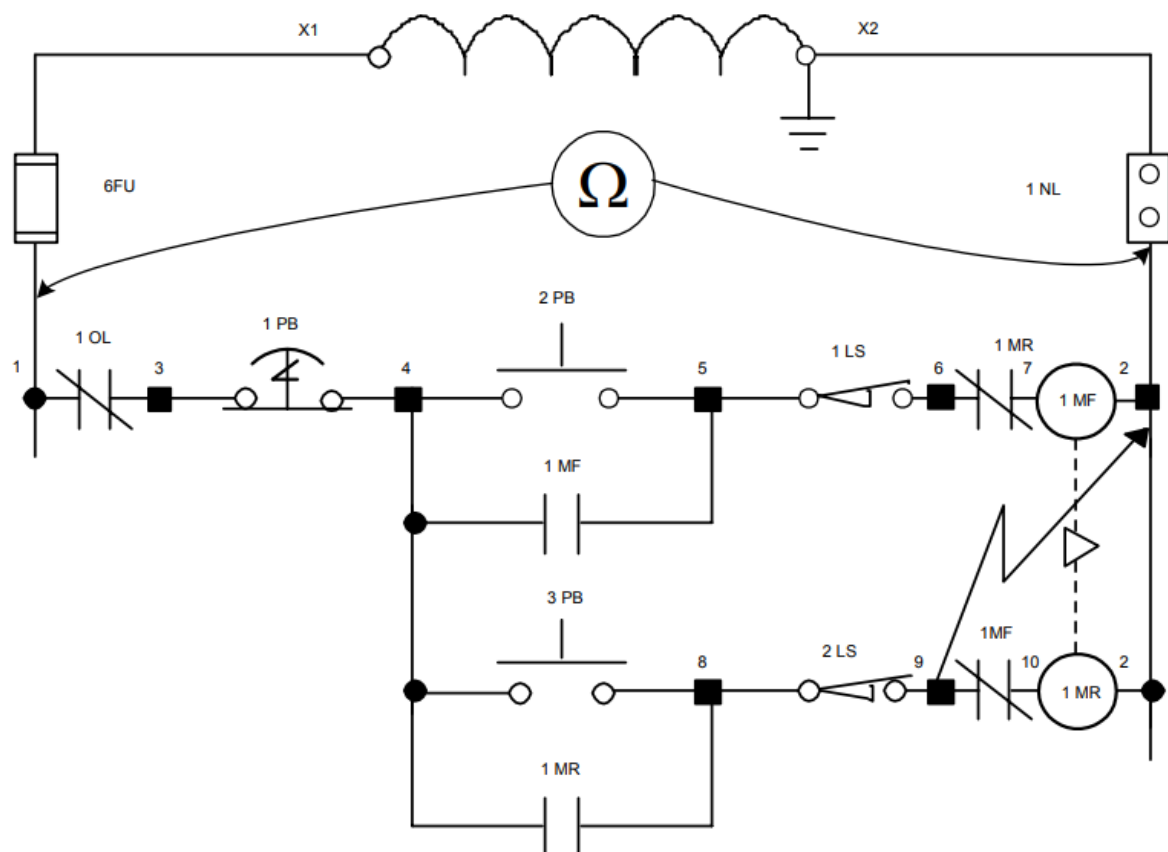
Dado que hemos determinado que se ha abierto un fusible, no se pueden usar las lecturas de voltaje. Debemos averiguar la causa. Podría ser un cortocircuito o una falla a tierra. Todavía no sabemos cuál, pero ambos dan la misma indicación (0Ω).

Usaremos el ohmímetro o el multímetro en la función de ohmios y usaremos la solución lógica de problemas de izquierda a derecha, de arriba a abajo.

Usaremos el cable #2 como referencia para las siguientes medidas.

Primero, encontraremos la lectura de 0Ω y luego determinaremos si es un cortocircuito o una falla a tierra.

Debe seguir el procedimiento de corte y bloqueo de energía para evitar una descarga eléctrica.



Paso 11. Mida el valor óhmico del cable n.º 1 al n.º 2.

- Si el medidor lee 0Ω , entonces el cable #1 y todo lo que está conectado a él están en cortocircuito o conectados a tierra.
- Si el medidor lee el valor óhmico esperado (circuito abierto, resistencia alta OL), entonces el cable #1 está bien. Vaya al Paso 12.

Caso práctico No. 2

Escenario B es que el motor no arranca cuando se presiona el pulsador de marcha. El voltaje correcto está presente en X1 y X2, el contactor no está energizado y el problema está en el circuito de control. *Para el Escenario B, la falla es una falla a tierra desde el cable n.º 9 a tierra y fuera del panel.*

Recuerda que los tres primeros pasos siempre serán los mismos. Debería haber leído el voltaje en las terminales X1 y X2 y el voltaje correcto debe estar presente (120 voltios).

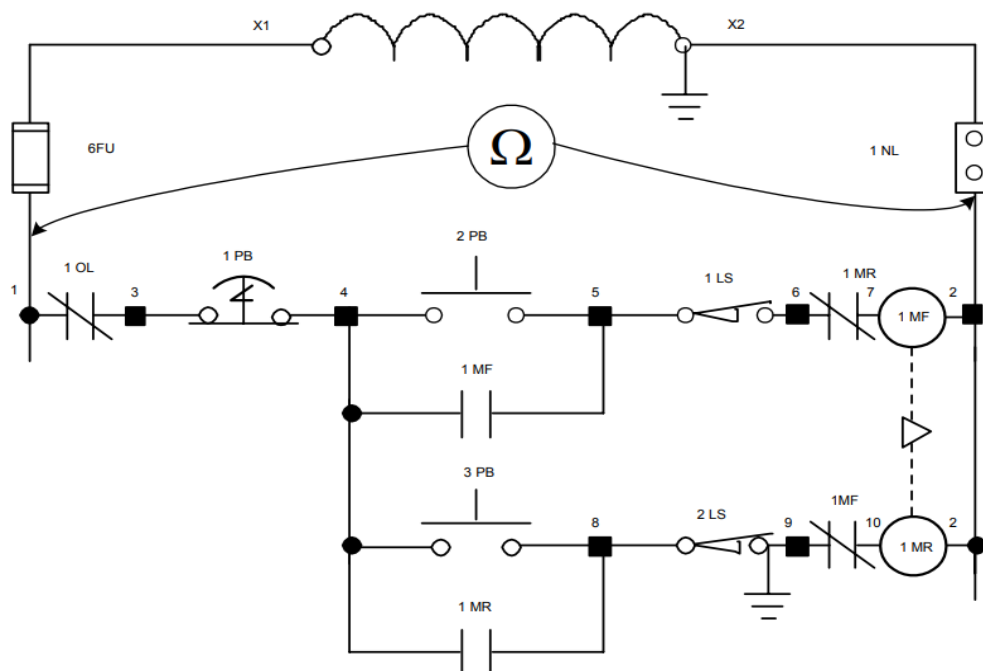
Dado que el voltaje correcto está presente, debemos solucionar los problemas del sistema en un orden lógico hasta que perdamos el voltaje correcto. Las mediciones realizadas en el Paso 4 al Paso 6 serán exactamente las mismas que en el Escenario B. Son como la resolución de problemas de circuito abierto en el circuito de control hasta que encontramos que un fusible está abierto.

Una vez que hemos determinado que se ha abierto un fusible, no se pueden usar las lecturas de voltaje. Debemos averiguar la causa. Podría ser un cortocircuito o una falla a tierra. Todavía no sabemos cuál, pero ambos dan la misma indicación (0Ω) o medición de continuidad.

Usaremos el ohmímetro, el multímetro en la función de resistencia o continuidad y usaremos la solución lógica de problemas de izquierda a derecha, de arriba a abajo.

Usaremos el cable #2 como referencia para las siguientes medidas.

Primero, encontraremos la lectura de $0\ \Omega$ y luego determinaremos si es un cortocircuito o una falla a tierra. Debe seguir el procedimiento de corte y bloqueo de energía.



Diagnóstico de circuito de potencia

Un circuito de potencia o fuerza se refiere a la parte de un sistema eléctrico que se encarga de la distribución y control de la energía eléctrica destinada a alimentar los dispositivos de alto consumo, como motores, calentadores y equipos industriales. Este tipo de circuito está diseñado para manejar corrientes y voltajes más altos en comparación con los circuitos de control.

Este circuito de potencia incluye el circuito de alimentación, el cual es la sección de alto voltaje del circuito que incluye la fuente de alimentación entrante, los fusibles o disyuntores, los contactores del motor y el motor. Estos sistemas pueden ser de arranque directo o indirecto, como el arranque estrella-delta, arrancador suave o Variadores de Frecuencia.

En un circuito de potencia o fuerza en un automatismo eléctrico industrial, pueden presentarse varias fallas eléctricas. Aquí hay algunas de las fallas más comunes:

- 1. Cortocircuito:** Es una conexión directa entre dos puntos de un circuito con baja resistencia. Puede ocurrir debido a cables en mal estado, aislamiento dañado o un mal diseño del circuito. Un cortocircuito puede causar un aumento repentino en la corriente, lo que puede dañar los componentes y provocar un fallo en el sistema.
- 2. Sobrecarga:** Ocurre cuando la corriente que fluye a través de un circuito supera su capacidad nominal. Esto puede deberse a la conexión de una carga excesiva o al mal funcionamiento del motor. La sobrecarga prolongada puede dañar los dispositivos y cables debido al calentamiento excesivo, por lo que es importante una buena configuración del relé térmico o guardamotor.
- 3. Fallo de aislamiento:** Se produce cuando hay una fuga de corriente en el sistema debido a un aislamiento deficiente o dañado. Esto puede provocar cortocircuitos, choques eléctricos o incendios. Los fallos de aislamiento pueden ser causados por cables dañados, conectores flojos o un deterioro general del material aislante.
- 4. Fallo de contactor o relé:** Los contactores son componentes electromecánicos que controlan el flujo de corriente en un circuito. Si fallan, pueden causar interrupciones en el suministro de energía a las cargas o no permitir que se activen los dispositivos necesarios.

- 5. Variaciones de voltaje:** Las fluctuaciones de voltaje, como caídas de tensión o picos de voltaje, pueden ocurrir debido a problemas en la red eléctrica, conexiones defectuosas o un diseño inadecuado del circuito. Estas variaciones pueden afectar el rendimiento de los dispositivos y provocar su mal funcionamiento o incluso dañarlos.
- 6. Fallo de los elementos de protección:** Los fusibles, rele térmicos, guardamotor y disyuntores son dispositivos de protección que se utilizan para interrumpir la corriente eléctrica en caso de una sobrecarga o cortocircuito. Si los fusibles están fundidos o los disyuntores se disparan repetidamente, pueden indicar un problema en el circuito o un exceso de corriente.

El circuito de arranque directo se utiliza cuando la corriente de irrupción inicial del motor del no causa ningún problema, como una caída superior al 5 % en el suministro de voltaje principal, al arrancar.

El circuito de control controla las bobinas de arranque del motor en el circuito de potencia. El circuito de control normalmente opera a un voltaje más bajo que el circuito de potencia. Un transformador reductor es utilizado para reducir el voltaje del circuito de potencia al circuito de control.

Los interruptores de desconexión incluyen protección contra sobrecorriente para proteger la carga y el sistema de cortocircuitos, conexiones a tierra defectuosas y niveles de corriente excesivos.

Un dispositivo de protección contra sobrecorriente es un fusible o disyuntor que desconecta o interrumpe el flujo de corriente cuando la cantidad de corriente excede la carga de diseño.

Un interruptor de desconexión es el punto en el que una carga o un equipo energizado se puede bloquear y etiquetar para desconectar la energía durante el mantenimiento del sistema. La caja de un interruptor de desconexión suele ser el punto de partida para la solución de problemas de una carga o un equipo energizado porque contiene fusibles e interruptores automáticos.

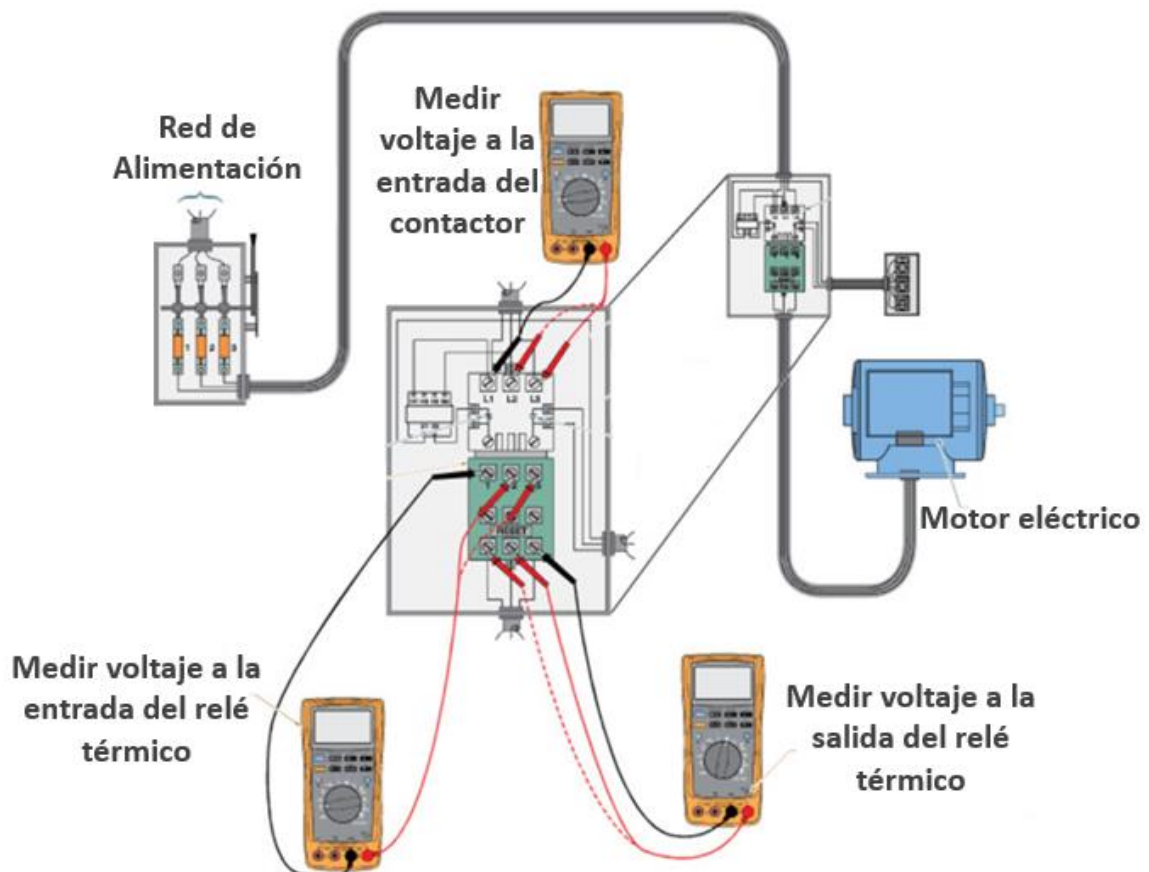
Pasos para el diagnóstico de un circuito de potencia

Detectar una falla en un circuito de potencia que controla un motor eléctrico trifásico industrial requiere seguir un proceso sistemático. A continuación, se presenta un paso a paso general para ayudarte en la detección de la falla:

Inspección visual: Realiza una inspección visual en busca de cualquier señal evidente de daños físicos, como cables sueltos, conexiones flojas, componentes quemados o deformados, o cualquier otra anomalía visible en el circuito y el motor.

Comprobación de la alimentación eléctrica: Verifica el suministro de energía eléctrica al circuito de potencia. Asegúrate de que haya voltaje adecuado y conexiones eléctricas correctas en la entrada del circuito.

Medición de voltajes: Utiliza un voltímetro para medir los voltajes en cada fase del circuito. Verifica si los voltajes son consistentes y se encuentran dentro de los límites permitidos. Desviaciones significativas de los voltajes nominales pueden indicar una falla en el suministro eléctrico o un problema en el circuito.

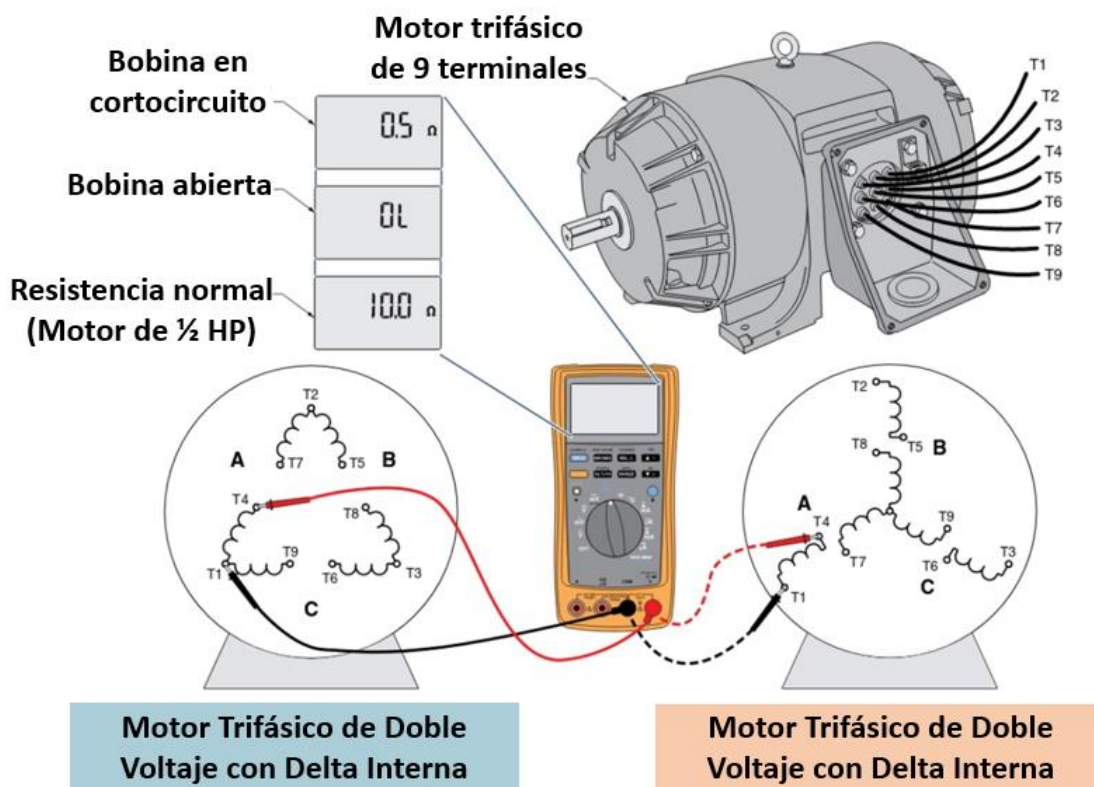


Medición de voltajes en cada parte del circuito de fuerza

Comprobación de fusibles y disyuntores: Verifica si los fusibles están intactos y los disyuntores no están disparados. Reemplaza los fusibles fundidos o restablece los disyuntores en caso de disparo. Sin embargo, si los fusibles o disyuntores se dañan repetidamente, esto puede indicar una sobrecarga o un cortocircuito en el circuito.

Inspección de contactores y relés: Examina los contactores y relés en el circuito para asegurarte de que estén en buen estado y funcionando correctamente. Verifica si hay conexiones flojas o desgaste en los contactos. Los contactores y relés defectuosos pueden afectar el funcionamiento del motor.

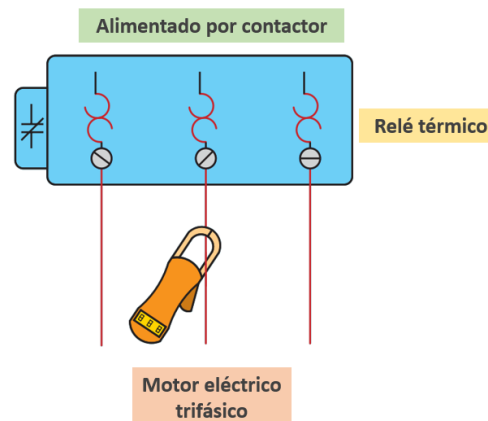
Resistencia de los devanados del motor: Utiliza un ohmímetro para medir la resistencia de los devanados del motor en cada fase. Compara las mediciones con los valores especificados por el fabricante. Diferencias significativas pueden indicar una falla en el aislamiento del motor o un cortocircuito interno.



Medir la resistencia de los devanados

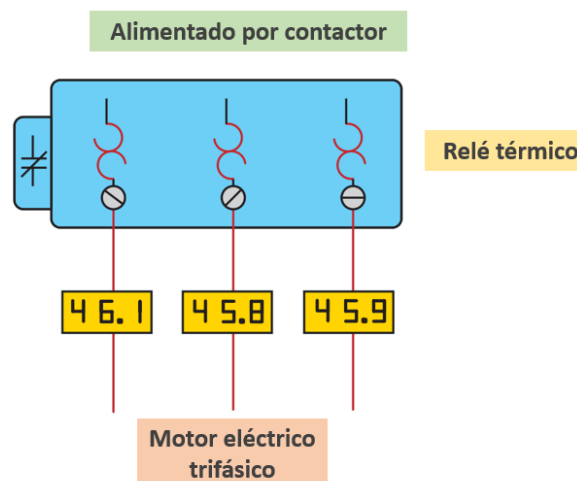
Inspección de conexiones y cables: Verifica todas las conexiones y cables del circuito de potencia, incluyendo las conexiones entre el motor y el circuito. Asegúrate de que todas las conexiones estén apretadas y en buen estado. Busca cables dañados, aislamiento deteriorado o cualquier otra anomalía que pueda afectar el flujo de corriente.

El siguiente paso es comprobar la corriente de funcionamiento del motor con un amperímetro. Esto generalmente se logra midiendo la corriente del motor en el relé de sobrecarga. Se debe medir la corriente en cada fase. Si el motor funciona correctamente, es posible que las lecturas no sean exactamente las mismas, pero deben estar cerca del valor de corriente a plena carga si el motor funciona con carga y relativamente cerca unas de otras.



Medir la corriente en cada fase del motor trifásico

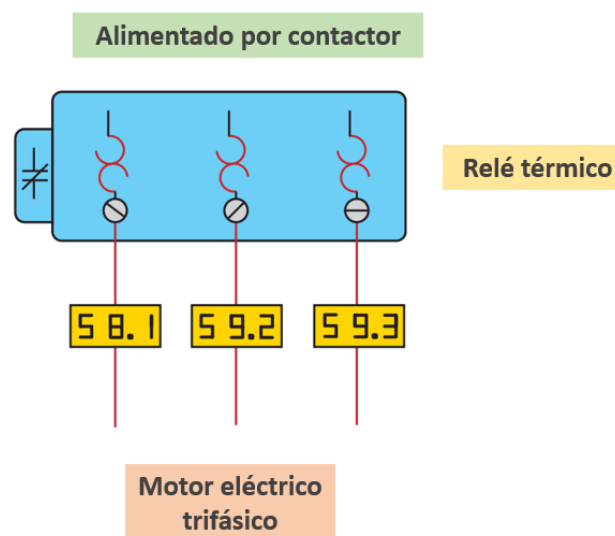
En el ejemplo que se muestra en la Figura siguiente, la fase 1 tiene un flujo de corriente de 46.1 amperios, la fase 2 tiene un flujo de corriente de 45.8 amperios y la fase 3 tiene un flujo de corriente de 45.9 amperios. Estos valores indican que el motor está funcionando normalmente. Como es un consumo relativamente normal se deben considerar otras fuentes de calor. Después de desconectar la alimentación, verifique todas las conexiones para asegurarse de que estén apretadas. Las conexiones sueltas pueden generar una gran cantidad de calor y las conexiones sueltas cerca del relé de sobrecarga pueden hacer que el relé se dispare.



Consumo de corrientes normales

Otra consideración debe ser la temperatura ambiente. Si el relé de sobrecarga está ubicado en un área de alta temperatura, el exceso de calor podría hacer que el relé de sobrecarga se dispare prematuramente. Si este es el caso, los relés de sobrecarga tipo tira bimetalica a menudo se pueden ajustar a una configuración más alta para compensar el problema de la temperatura ambiente. Si no se puede identificar una fuente de calor como el problema, es probable que el relé de sobrecarga tenga un defecto mecánico y deba reemplazarse.

Ahora suponga que el amperímetro indica una lectura de corriente excesivamente alta en las tres fases. En el ejemplo que se muestra en la figura siguiente, la fase 1 tiene un flujo de corriente de 58.1 amperios, la fase 2 tiene un flujo de corriente de 59.2 amperios y la fase 3 tiene un flujo de corriente de 59.3 amperios. Recuerde que la corriente nominal a plena carga de este motor es de 46 amperios. Estos valores indican que el motor está sobrecargado. El motor y la carga deben revisarse en busca de algún tipo de problema mecánico, como un rodamiento defectuoso o posiblemente un freno que se haya activado.



Sobrecarga del motor, está consumiendo más de la corriente nominal

Ahora suponga que el amperímetro indica una fase con corriente normal y dos fases que tienen una corriente excesivamente alta. En el ejemplo que se muestra en la figura próxima, la fase 1 tiene un flujo de corriente de 45,8 amperios, la fase 2 tiene un flujo de corriente de 73,2 amperios y la fase 3 tiene un flujo de corriente de 74,3 amperios.

Capítulo 8 – Diagnóstico de instalaciones eléctricas

Localización de averías Las operaciones de comprobación que deben realizarse tanto en la puesta en marcha de una instalación como en sus revisiones periódicas, son aplicables y de gran utilidad en la localización de posibles averías en las instalaciones eléctricas. En función del tipo de incidencia, deberemos hacer las comprobaciones que correspondan de las que se indican a continuación.

Inspección visual

La instalación debe inspeccionarse visualmente antes de comenzar la prueba. El objetivo de la inspección visual es confirmar que todos los equipos y accesorios no presentan daños y cumplen con las normas pertinentes, y también que la instalación se ha montado de forma segura y correcta.

- Comprobación de que las secciones de los cables instalados son las que corresponden para las intensidades máximas previstas y para las caídas de tensión admisibles.
- Comprobar la existencia de los dispositivos de protección y señalización correspondientes y que están calibrados correctamente (magnetotérmicos, fusibles, etc.). ▪ Revisar si están instalados los dispositivos de seccionamiento y mando previstos y que son los apropiados.
- Confirmar que los materiales utilizados son los adecuados para las influencias externas a las que puedan estar sometidos (alumbrado exterior, instalaciones de características especiales, etc.).
- Confirmar que tanto el conductor neutro como el de protección se identifican perfectamente (azul y verde amarillo respectivamente).
- Que existen y están disponibles los esquemas, advertencias e informaciones análogas que sean necesarios para la localización de circuitos y zonas alimentadas por éstos.

Capítulo 9 - Detección de fallas en dispositivos eléctricos

Diagnóstico de contactor

Un contactor es un tipo de equipo de control eléctrico que se utiliza para encender y apagar un circuito eléctrico. La función de un contactor es como un relé, sin embargo, los relés se usan para corrientes más bajas y tienen fines de protección, mientras que los contactores se usan para controlar equipos eléctricos de corrientes más altas.

Las partes comunes del contactor son la bobina electromagnética, la carcasa y los contactos. El principio de funcionamiento del contactor es simple. Cuando la corriente pasa a través del contactor, energiza la bobina o el electroimán. Como resultado, produce un campo magnético. Lo que hace que el núcleo de la armadura se mueva y active sus contactos de fuerza y control.

Causas de fallas en contactores

Hay diferentes tipos de contactores disponibles en el mercado. Por lo tanto, los usos pueden variar de un dispositivo a otro. Del mismo modo, existen diferentes causas de falla del contactor. Las causas comunes se mencionan a continuación. Los enumeraré y luego entraré en detalles:

- Sobrecorriente
- Fluctuación de voltaje
- Envejecimiento
- Aumento de la temperatura
- Mala instalación
- Selección de producto

Sobrecorriente

Pasar una corriente excesiva a través del contactor provoca un sobrecalentamiento. Lo que a veces derrite los contactos en la posición normalmente cerrada.



Contactos sobrecalentados por arcos eléctricos

Entonces, cuando los contactos se desactivan, todavía está en posición cerrada. Y los contactos se pegan entre sí y, por supuesto, la corriente sigue pasando.

Por lo tanto, es obligatorio utilizar contactores de clasificación específica para una carga específica. Si el contactor instalado está por debajo de la corriente nominal. Seguramente fallará.

He pasado por esta falla varias veces en mi trabajo. Nos causa serios problemas. Algunas veces se conecta un contactor para controlar un calentador a través de un termostato. Si los contactos se derriten y se pegan entre sí, el calentador seguirá funcionando incluso si el termostato desconecta el voltaje de control del contactor.

Sobrecorriente de la bobina

La sobrecorriente de la bobina es otra forma de falla de sobrecorriente que puede causar la quema de la bobina electromagnética. Lo que afecta el rendimiento general del contactor. Esto puede suceder si ocurre un cortocircuito dentro de la bobina.



Bobina sobrecalentada

Fluctuación de voltaje

La variación de voltaje es otra causa de la falla del contactor. Ambos tipos de fluctuaciones, como sobretensiones y subtensiones, provocan fallas en los contactores, específicamente en la bobina.

Como el límite operativo de cualquier contactor está entre el 85 y el 110 por ciento de la bobina nominal. Por lo tanto, en caso de sobretensión, la velocidad del cierre electromagnético aumentará. La sobretensión también puede provocar la quema de la bobina electromagnética.

Lo que afecta el rendimiento general del contactor. Por el contrario, en el caso de tensiones inferiores a las nominales, el cierre electromagnético disminuirá.

Ambos casos provocan un retraso en la operación de un contactor y, por lo tanto, las posibilidades de falla del contactor son mayores.

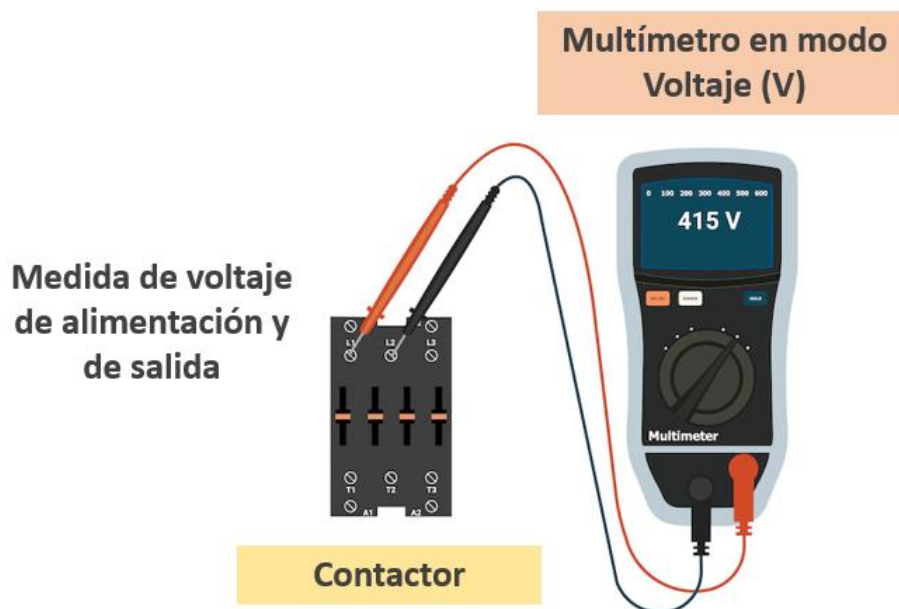
Envejecimiento

El envejecimiento de los contactores es otra causa de falla del contactor. Con el paso del tiempo, la eficiencia del contactor no se mantiene en el mismo nivel debido a la debilidad de los resortes mecánicos y la corrosión de los contactos debido a la chispa durante la operación de encendido y apagado.

Procedimientos para el diagnóstico de contactores

Compruebe el voltaje entre los terminales.

Conecte los cables principales. Encienda el circuito de alimentación. Ponga la perilla del multímetro en el modo de voltaje de CA. Compruebe el potencial de voltaje entre L1 y L2, L2 y L3, L3 y L1. Anote las lecturas de voltaje. Ahora encienda el circuito de control asociado con el contactor que está solucionando. Verifique el potencial de voltaje entre T1 y T2, T2 y T3, T3 y T1. Anote todas las lecturas de nuevo.



Medición de voltaje de alimentación y a la salida del contactor

El potencial de voltaje entre L1 L2 y T1 T2, L2 L3 y T2 T3, L3 L1 y T3 T1 debe ser el mismo.

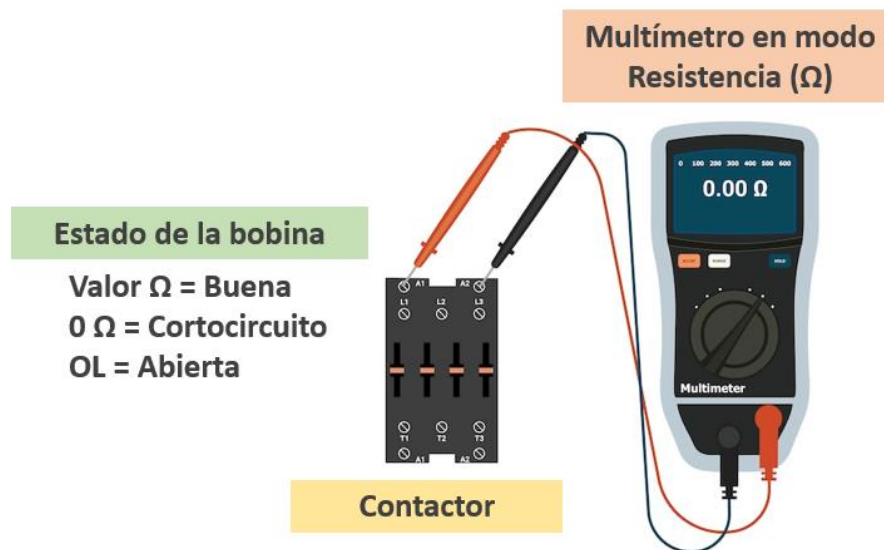
De lo contrario, verifique si hay conexiones sueltas, si las hay. De lo contrario, debe reemplazar el contactor.

Verifique el voltaje de alimentación en la bobina

Ponga el multímetro en modo de voltaje de CA (como se muestra en la imagen a continuación). Pon un cable del multímetro en A1 y otro en A2. Encienda el circuito de control. Si el voltaje está cerca del voltaje nominal de la bobina, significa que no hay problema con el voltaje que llega a la bobina.

Compruebe la resistencia de la bobina del contactor

Retire los cables de la bobina. Pon la perilla del multímetro en modo de ohmios. Coloque un cable en A1 y el otro en A2 tal como lo hizo para verificar el voltaje en la bobina. Si el multímetro muestra infinito, significa que la bobina está abierta. En caso de que muestre cero ohmios, significa que la bobina está en cortocircuito. Este debe indicar un cierto valor óhmico según el fabricante. Si el multímetro muestra alguna resistencia, significa que la bobina está bien.



Medimos la resistencia óhmica de la bobina del contactor entre A1 y A2

Verifique los contactos del Contactor

Advertencia: Corte la energía eléctrica y retire todos los cables de L1, L2, L3 y T1, T2, T3 por motivos de seguridad.

1. Coloque la perilla del multímetro en modo de continuidad.
2. Para cerrar los contactos, presione los contactos con un plano o destornillador con cuidado sin maltratar el plástico.
3. Coloca la punta roja del multímetro en L1 y la otra punta negra en T1. Debes escuchar el sonido.

¿Cuándo se debe reemplazar un contactor?

Considere reemplazar el contactor en la siguiente condición:

- a. Cuando el contactor no se activa debido a una bobina dañada.
- b. Los contactos de plata cadmio están gastados.
- c. Decoloración del contacto móvil.

¿Qué causa que la bobina del contactor se queme?

En general, la parte de la bobina del contactor puede quemarse debido a las siguientes razones:

- Sobretensión
- Fluctuaciones de tensión
- Sobretemperatura
- Baja tensión

Mantenimiento de Contactores

Para garantizar un funcionamiento seguro y prolongar la vida útil del contactor, es obligatorio realizar un mantenimiento adecuado del contactor.

El mantenimiento del contactor implica diferentes pasos, incluida una inspección. Por lo tanto, antes de realizar el mantenimiento, es obligatorio realizar una inspección visual del contactor.

- En este tipo de inspección, elimine el polvo del contactor.
- Apriete las conexiones para evitar perder.

Después de esto, es hora de revisar el sistema de contacto del contactor.

Compruebe si el contacto auxiliar es flexible. El contacto estático está flojo o apretado. Si el contacto y la distancia de carrera están de acuerdo con los estándares o no. Si hay un problema con la distancia o el contacto. Aborda el problema antes de seguir adelante.

Diagnóstico de circuito con contactor y arrancadores de motores

Los contactores y los arrancadores de motores se comprueban primero en los sistemas de control de motores porque son el punto donde se conectan la alimentación de entrada, la carga y el circuito de control. Se toman lecturas básicas de voltaje y corriente en un contactor o arrancador de motor para determinar dónde radica el problema. Algunos de los procedimientos básicos de solución de problemas para un arrancador de motor se aplican a los contactores porque un arrancador de motor es un contactor con protección contra sobrecarga (relé térmico).

En primer lugar, compruebe el apriete de todos los terminales y conexiones de la barra colectora. Las conexiones sueltas en el circuito de alimentación de los contactores y los arrancadores de motor pueden provocar un sobrecalentamiento, lo que provoca el mal funcionamiento o la falla del equipo.

Las conexiones flojas de los terminales de alimentación y control provocan fallas en el sistema. Los terminales de conexión a tierra sueltos provocan descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas. Al solucionar problemas de un arrancador de motor, use el siguiente procedimiento:

1. Inspeccione visualmente el arrancador de motor. Repare o reemplace los arrancadores de motor que muestren desgaste, daño por calor o que presenten marcas de quemaduras debido a la formación de arcos. Inspeccione el motor y la carga en busca de signos de sobrecarga u otros daños. La Figura siguiente muestra contactos quemados y picados debido a la formación de arcos.

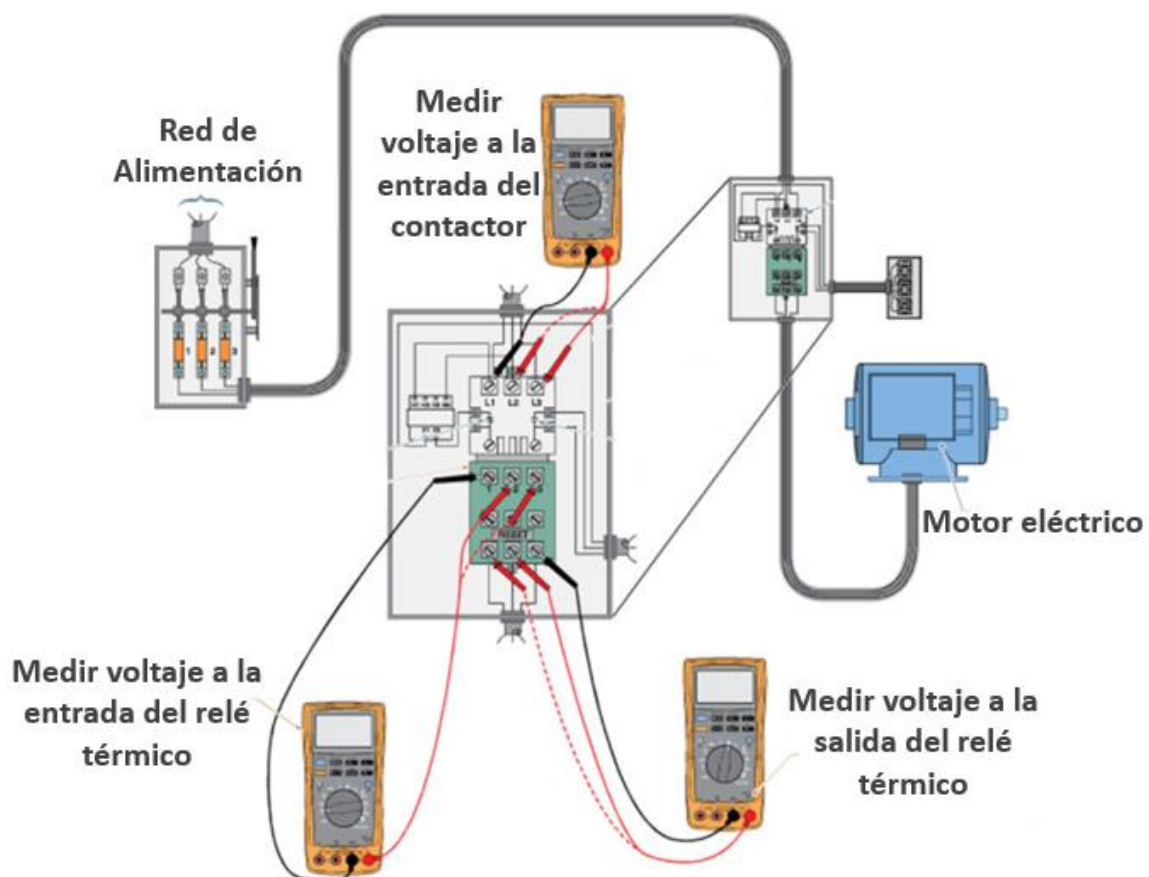


Contactos quemados

2. Restablezca el relé térmico de sobrecarga si no hay una indicación visual de daño, o reemplace el relé de sobrecarga si hay una indicación visual de daño.

3. Observe el arrancador del motor durante varios minutos si el motor funciona después de restablecer el relé térmico. El relé térmico continuará abriéndose si aún existe un problema de sobrecarga.

4. Verifique los voltajes de entrada del arrancador si después de restablecer el relé térmico no arranca el motor. Verifique los voltajes en la salida del contactor y todo el arrancador. El voltaje es aceptable si la lectura está dentro del rango de voltaje especificado por el fabricante o de la red de alimentación.



Medición en sistema de arranque paro de motor trifásico

Síntoma observado y Posible razón de la falla en arrancadores de motores

Zumbido en contactor: Caras polares magnéticas desalineadas; voltaje demasiado bajo en la bobina; mecanismo obstruido por objetos extraños, suciedad u óxido.

El contactor no se desconecta: No se elimina el voltaje a la bobina; piezas desgastadas o contaminadas que causan atascamiento; polos de contacto pegados; tranque mecánico; un espacio demasiado pequeño entre la armadura y el núcleo.

El contactor no se activa: no le llega tensión a la bobina; demasiado bajo de voltaje; bobina abierta; bobina en cortocircuito; obstrucción mecánica; espacio excesivo entre la armadura y el núcleo; conexiones de bobina sueltas.

Pruebas de relés térmicos

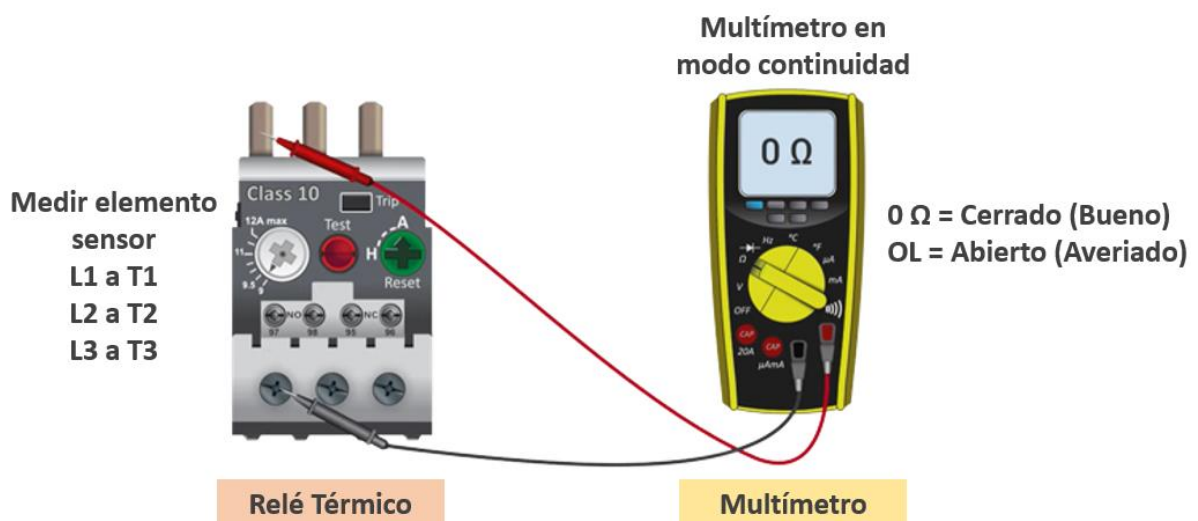
La prueba del relé de sobrecarga térmica significa verificar el relé para varias funciones, como operación, tiempo de disparo y otros parámetros. También se usa una prueba de relé térmico para verificar la integridad de los contactos y los circuitos internos, de modo que pueda determinar si la unidad está en buenas condiciones para brindar una protección confiable.

La prueba del relé de sobrecarga térmica debe ser periódica, utilizando los intervalos recomendados por el fabricante. Alternativamente, es posible que desee probar el relé si sospecha que hay un problema. Entonces, ¿cómo haces para llevar a cabo la prueba? Echemos un vistazo a los tres métodos de prueba de relés térmicos.

Puede probar un relé térmico con tres métodos diferentes: usando el botón de prueba, usando un kit o máquina de prueba y con un multímetro. Cada método de prueba de relé de sobrecarga tiene su procedimiento, como se explica en las siguientes guías.

Un multímetro se puede usar para probar un relé de sobrecarga térmica. El proceso para usarlo es bastante simple. A continuación se explica cómo comprobar un relé de sobrecarga térmica con un multímetro:

1. Comience apagando la alimentación y desconectando el relé de sobrecarga térmica.
2. Seleccione el modo de resistencia en su multímetro para que muestre Ohmios.
3. Conecte un extremo de la sonda del multímetro a L1 y T1. Por lo general, debe haber continuidad y el multímetro debe leer 0 ohmios. Si muestra una lectura infinita (OL), entonces hay un problema con el relé de sobrecarga térmica.



Repita el proceso para los demás terminales principales, L2 con T2 y L3 con T3. En estos casos también debe indicar continuidad o resistencia de 0 ohmios para verificar que estén en buen estado.

A continuación, conecte las sondas a estos contactos: 97, 98. Estos contactos son NO y deberían leer un circuito abierto, por lo que el multímetro debería leer OL. Si hay continuidad, el relé ya no funciona correctamente.



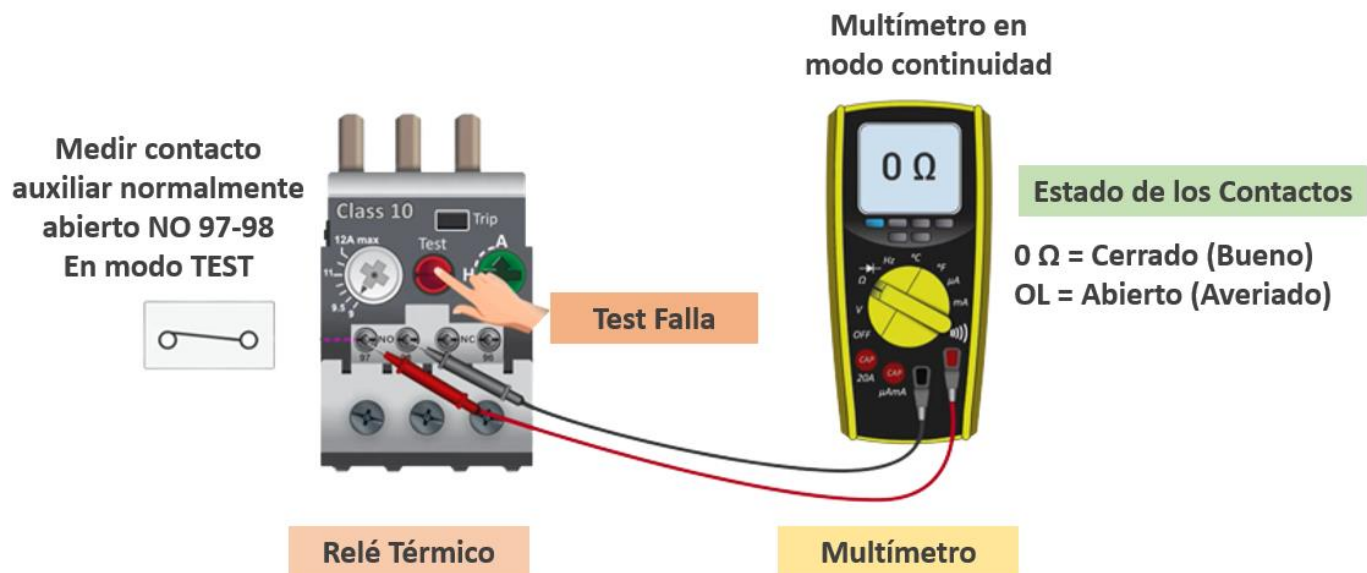
Botón de prueba del relé de sobrecarga térmica

El botón (o interruptor) de prueba del relé de sobrecarga térmica se encuentra en la parte delantera del relé.

Esencialmente simula una situación de sobrecarga abriendo los contactos NC y cerrando los contactos NO. Tenga en cuenta que necesitará un multímetro para este proceso.

Aquí están los pasos:

1. Localiza el botón de prueba.
2. Configure el multímetro para que lea la resistencia en ohmios.
3. Conecte los cables del multímetro a las terminales 95 y 96 del relé: debe leer continuidad.

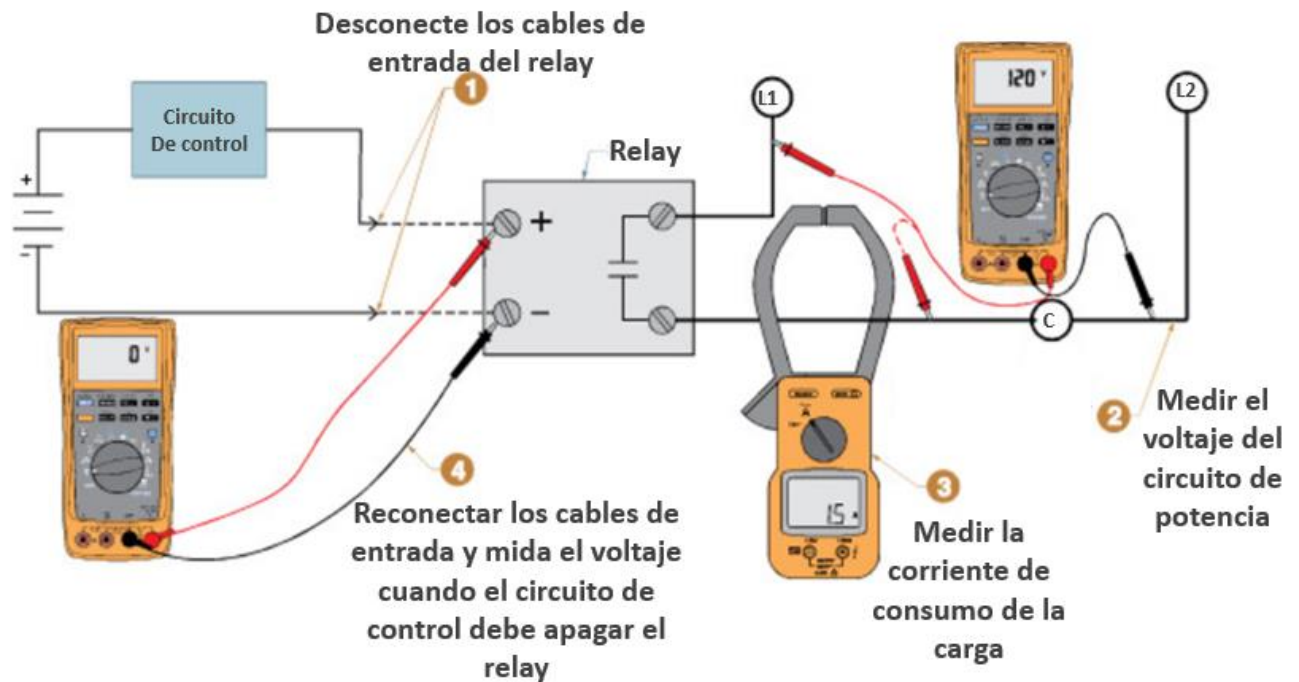


Restablezca la unidad presionando el botón de reinicio

Si encuentra algún problema al probar un relé de sobrecarga térmica, es importante solucionarlo lo antes posible. Algunos problemas comunes incluyen configuraciones de corriente incorrectas, terminales dañados y conexiones sueltas.

Si el relé no se puede reparar, es posible que deba reemplazarlo por uno nuevo. Asegúrese de comprar una unidad de reemplazo que cumpla con las especificaciones de la original.

Además de las pruebas y el mantenimiento, asegúrese de observar todas las precauciones de seguridad necesarias cuando trabaje con equipos eléctricos. Siempre asegúrese de que todas las fuentes de alimentación estén desconectadas antes de comenzar cualquier trabajo en la unidad y use equipo de seguridad.



Para solucionar problemas de un relé de estado sólido que no puede desactivar una carga. Se aplica el siguiente procedimiento:

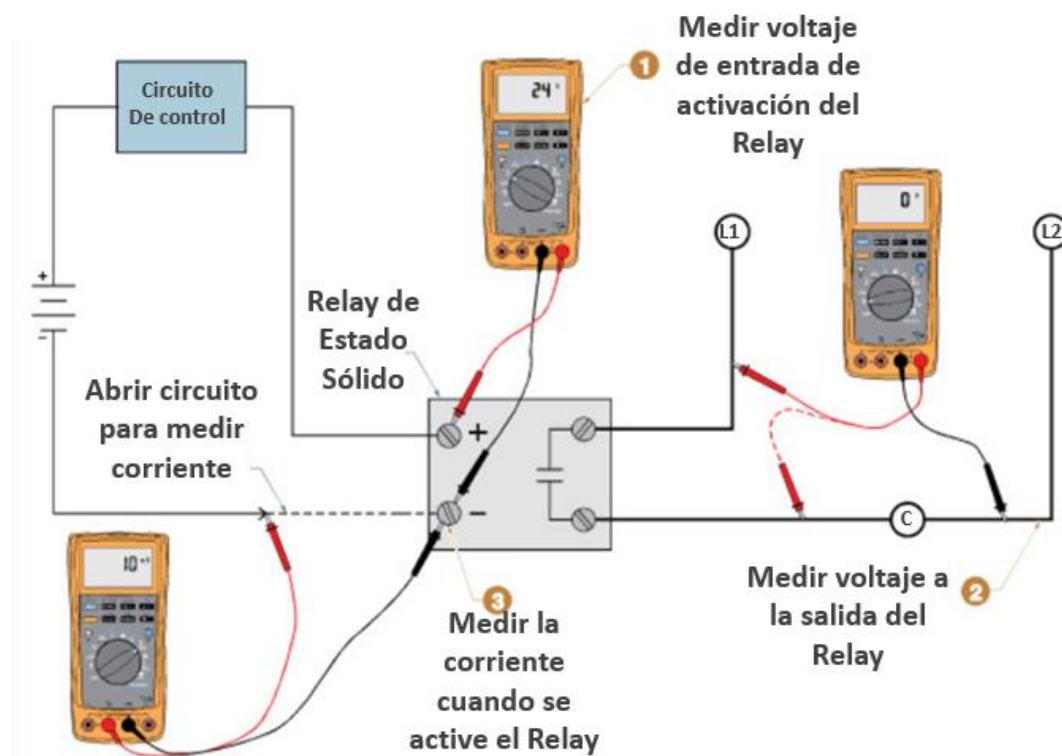
1. Desconecte los cables de entrada del relé. Consulte el paso 3 si la carga del relé se apaga. El relé es el problema si la carga permanece encendida y el relé está normalmente abierto.
2. Mida la tensión del circuito que controla el relé. La tensión de línea no debe ser superior a la tensión nominal del relé. Reemplace el relé por un relé que sea una clasificación de voltaje más alta si el voltaje de línea es mayor que la clasificación del relé. Compruebe que el relé esté clasificado para los tipos de tensión de línea (CA o CC) que se están utilizando.
3. Mida la corriente consumida por la carga. Esta corriente no debe exceder la clasificación de relé. Para la mayoría de las aplicaciones, esta corriente no debe ser superior al 75% de la calificación máxima del relé.
4. Vuelva a conectar los cables de entrada y mida el voltaje de entrada al relé en el momento en que el circuito de control debe apagar el relé. El circuito de control es el problema y debe verificarse si el voltaje de control está presente. El relé es el problema si se elimina el voltaje de control y la carga permanece encendida. Antes de cambiar el relé, asegúrese de que el voltaje de control no supere el límite nominal del relé cuando el circuito de control suministre el voltaje de alimentación. Asegúrese de que el voltaje de control no sea mayor que el voltaje

de caída nominal del relé cuando el circuito de control elimine el voltaje de alimentación. Esta condición puede ocurrir en algunos circuitos de control que usan conmutación de estado sólido.

El relé no enciende la carga

Un relé puede no encender la carga a la que está conectado cuando el relé falla. Esta condición ocurre cuando el dispositivo de conmutación del relé recibe un pico de voltaje muy alto o la entrada del relé está conectada a un voltaje superior al nominal. Un pico de alto voltaje abre el dispositivo de conmutación del relé, evitando que la carga se active. El voltaje excesivo en el lado de entrada del relé destruye el circuito electrónico del relé.

Si la línea de alimentación es probable que tenga picos de alto voltaje, el relé debe ser reemplazado por uno que tiene una mayor tensión y la clasificación de corriente y / o un dispositivo de supresión transitoria debe ser añadido al circuito.



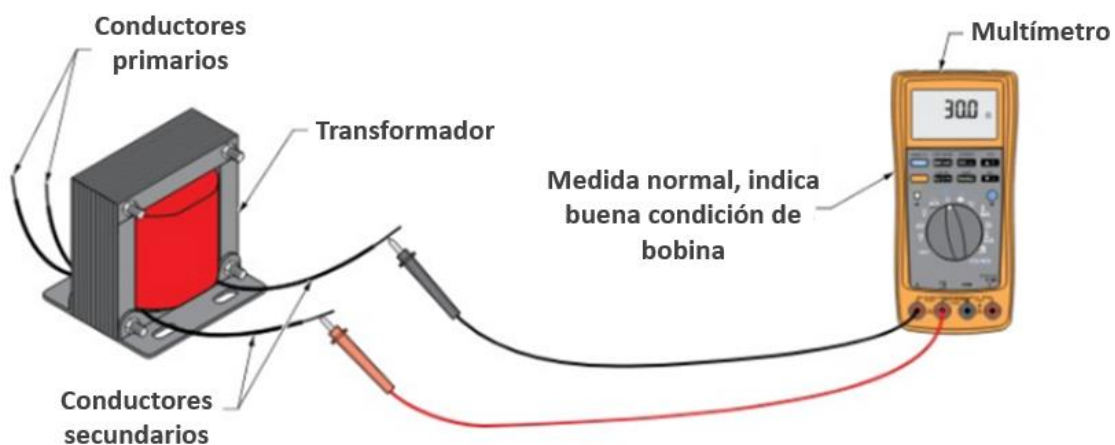
Para solucionar problemas de un relé de estado sólido que no puede activar una carga, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Mida el voltaje de entrada cuando el relé esté encendido. Resuelva el problema en el circuito de control antes de la entrada del relé si el voltaje es menor que el voltaje nominal al que puede trabajar el relé. También verifique que no haya un voltaje mayor que el voltaje de operación nominal del relé. El voltaje más alto

Comprobación de la resistencia al transformador

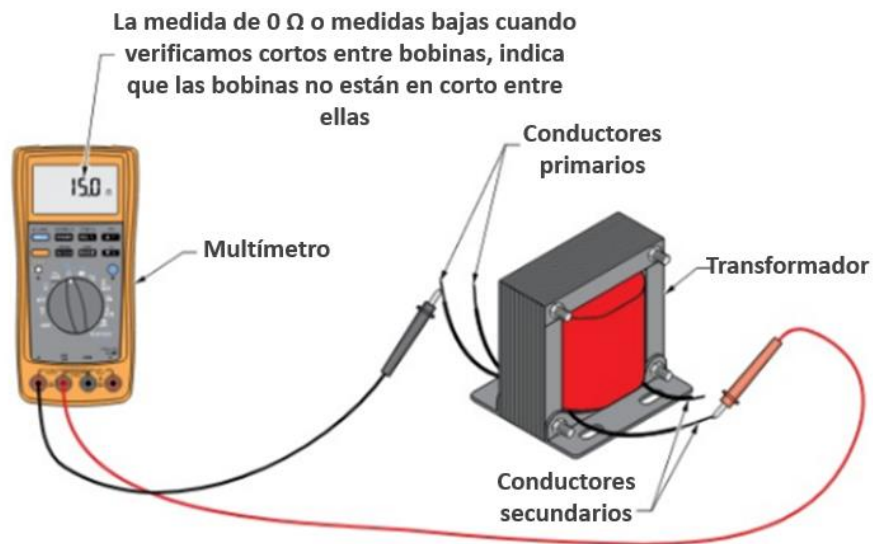
Un multímetro digital para medir la resistencia se puede utilizar para comprobar si hay circuitos abiertos en las bobinas, cortocircuitos entre las bobinas primarias y secundarias, o bobinas aterrizadas al núcleo del transformador.

Circuitos abiertos en las bobinas: La resistencia de cada bobina se comprueba con multímetro. El bobinado está abierto, y el transformador está averiado si alguna de las bobinas muestra una lectura de resistencia infinita. Cabe señalar que una baja lectura de la resistencia no indica un cortocircuito, sólo la resistencia del cable.



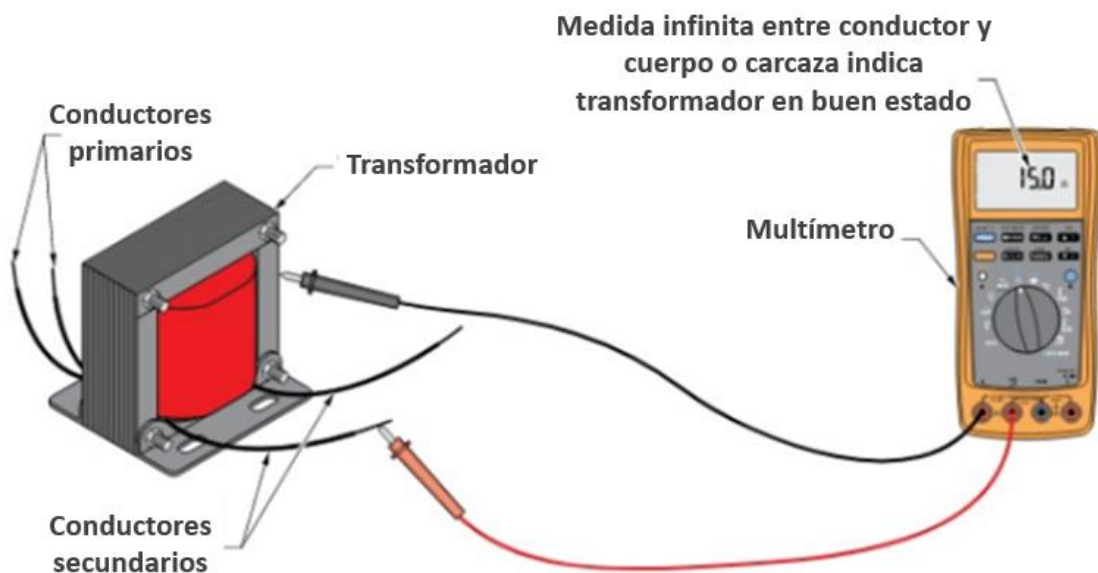
Verificando si hay bobina abierta

Cortocircuitos entre las bobinas primarias y secundarias: se debe realizar una comprobación de cortocircuito entre las bobinas primarias y secundarias del transformador. Un multímetro digital debe mostrar una lectura de resistencia infinita entre las bobinas primarias y secundarias para garantizar que el transformador está en buen estado.



Verificando si las bobinas primarias y secundarias están en cortocircuito

Bobinas en cortocircuito al núcleo: Una comprobación de resistencia está hecha de cada bobina del transformador al núcleo del transformador. Todas las bobinas deben mostrar una lectura de resistencia infinita. El transformador no debe usarse si se muestra una resistencia entre cualquier bobina y el núcleo.



Verificando que el transformador no esté aterrizado

Prueba de transformador energizado con carga

Todos los transformadores pueden ofrecer una salida de corriente limitada a un voltaje determinado. El límite de potencia de un transformador es igual a la corriente por la tensión, este límite de potencia enumerado en la placa de identificación del transformador como su clasificación de kilovoltio-ampere (kVA). Esto indica la potencia aparente que el transformador puede entregar. Si se supera este límite el transformador se sobrecalienta y el circuito de control no funciona correctamente. El transformador se acerca a alcanzar su límite cuando se agrega carga. Para probar un transformador de control, aplique el siguiente procedimiento:

Verifique el voltaje de entrada y salida del transformador con la fuente de alimentación energizada. Las tensiones de entrada y salida deben estar dentro del 5% de la clasificación de la placa de identificación del transformador (10% máx.). El transformador estará en buen estado si la tensión está dentro de la clasificación.

Mida la corriente consumida por el transformador con una pinza en el amperímetro. La potencia aparente consumida por el circuito de control se determina multiplicando la lectura de corriente por la lectura de voltaje. Se requiere un transformador más grande si los voltios-amperios (VA) consumidos son mayores que la capacidad nominal del transformador.

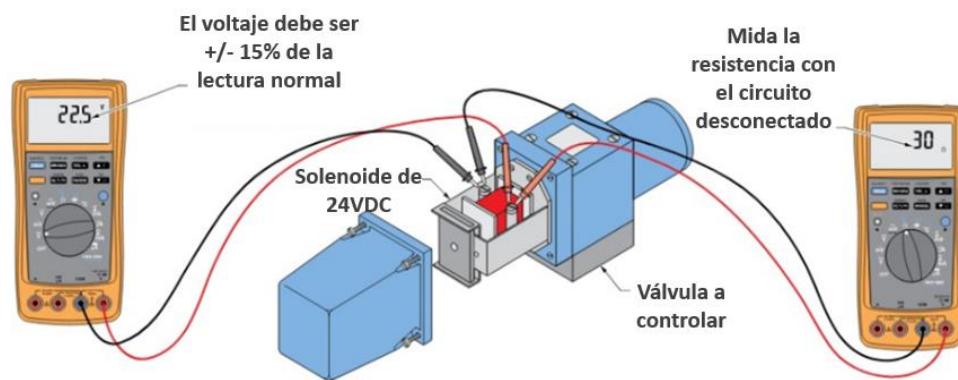
Síntoma observado y posible razón de la falla en transformadores

- **Calentamiento excesivo:** Transformador de tamaño inadecuado; sobretensiones de corriente secundaria excesivas; voltaje primario excesivo; cortocircuito en bobinado primario o secundario.
- **Falla de aislamiento:** Transformador de tamaño inadecuado; sobretensiones de corriente secundaria excesivas; voltaje primario excesivo o picos de voltaje; daño físico; exceso de humedad o contaminante debido a un tipo de envoltorio inadecuado.
- **Fusible primario quemado repetidamente:** Devanados primarios o secundarios en cortocircuito; devanados primarios o secundarios en cortocircuito con el núcleo; falla a tierra en el lado secundario.
- **Sin corriente primaria:** Sin voltaje primario; fusible primario abierto; devanado primario abierto
- **Sin voltaje secundario:** Sin voltaje primario; fusible primario abierto; devanado primario abierto; devanado secundario abierto.

Condiciones ambientales

Un solenoide debe operar dentro de su capacidad nominal y no debe ser dañado mecánicamente o dañado por la atmósfera circundante. Una bobina de solenoide está sujeta a calor durante el funcionamiento normal. Este calor proviene de la combinación de fluido que fluye a través de la válvula, el aumento de temperatura de la bobina cuando se energiza y la temperatura ambiente del solenoide.

Se requiere un multímetro digital configurado para medir el voltaje y la resistencia para el diagnóstico de un solenoide.



Prueba de electroválvula

Para detectar fallas de un solenoide, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Desconecte la energía eléctrica del solenoide o circuito.
2. Mida el voltaje en el solenoide para asegurarse de que la energía esté APAGADA.
3. Retire la cubierta del solenoide e inspeccione visualmente el solenoide. Busque una bobina quemada, piezas rotas u otros problemas. Reemplace la bobina cuando se queme. Reemplace las partes rotas cuando estén disponibles. Nota: Determine la falla antes de instalar una nueva bobina cuando un solenoide ha fallado debido a una bobina quemada o en cortocircuito. Las bobinas continuarán quemándose si no se corrige la falla. Observe siempre el funcionamiento del solenoide después de reemplazarlo.
4. Desconecte los cables del solenoide del circuito eléctrico cuando no se observe ningún problema obvio.
5. Verifique la continuidad del solenoide. Conecte los cables del multímetro a los cables del solenoide con toda la energía apagada. El DMM debe indicar una lectura de resistencia de +/- 15% de la lectura normal de la bobina.

Diagnóstico de Fusibles y disyuntores

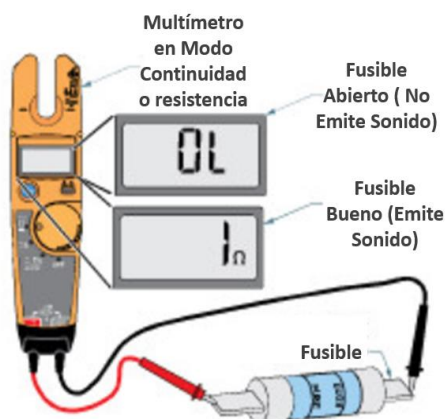
Los fusibles y disyuntores se conectan en serie con los conductores que suministran energía a cargas eléctricas como motores, calentadores, compresores, bombas, lámparas, etc. Un fusible es un dispositivo de protección contra sobreintensidades con un elemento fusible que se funde y abre un circuito cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito.

Mientras que el disyuntor es un dispositivo de protección contra sobreintensidades con un mecanismo mecánico que puede abrir manual o automáticamente un circuito cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito.

Los fusibles y disyuntores están dimensionados de forma que sean el eslabón más débil del circuito cuando éste se sobrecarga o se produce un cortocircuito. Por este motivo, la comprobación de fusibles y disyuntores es un punto de partida habitual para la resolución de problemas en circuitos y cargas sin alimentación.

Prueba de fusibles

Para comprobar los fusibles puede utilizarse un óhmetro o un multímetro digital con función de continuidad o resistencia. Un fusible en buen estado da una medida de 0 ohms, cuando los cables del multímetro se conectan a través del fusible. El multímetro indica la continuidad emitiendo un pitido cuando se utiliza la función de continuidad. Un fusible quemado tiene una medida de resistencia infinita (OL) cuando los cables del multímetro se conectan a través del fusible. El multímetro indica que no hay continuidad porque no emite pitido cuando se utiliza la función de continuidad.



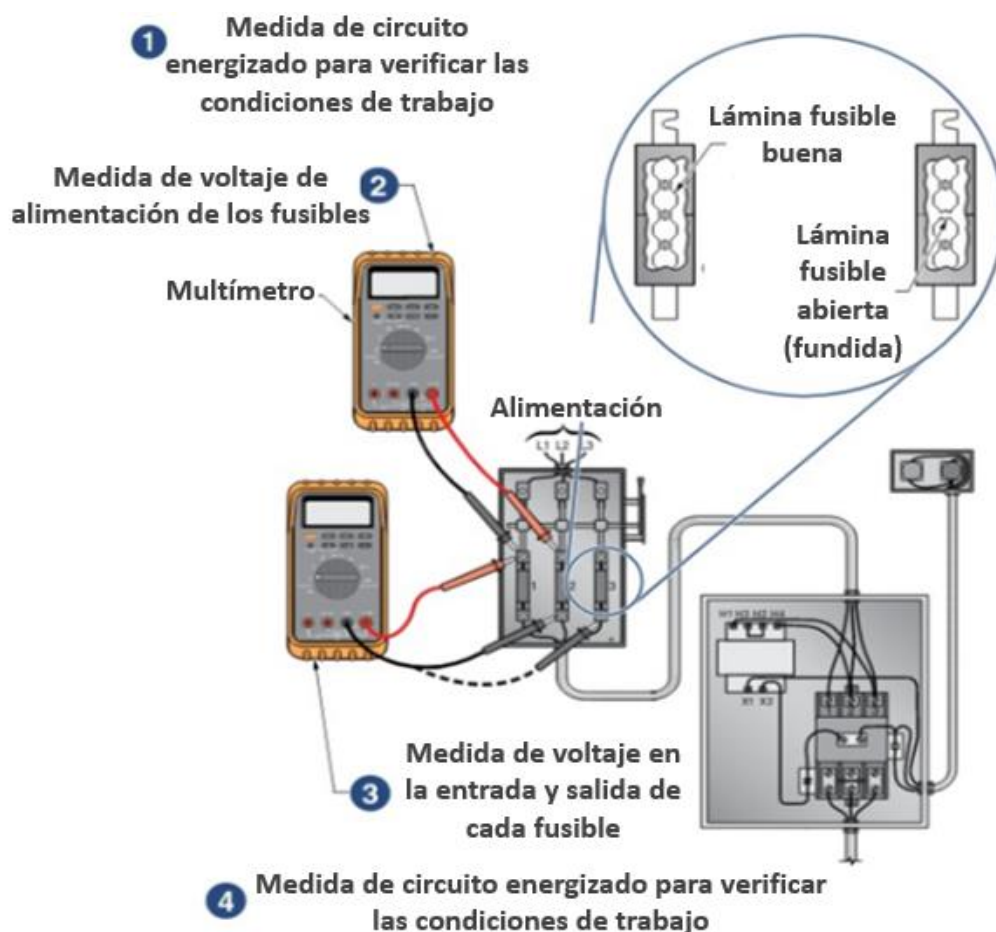
Prueba de fusible

ADVERTENCIA: Un multímetro o un comprobador de continuidad debe utilizarse para comprobar fusibles sólo si se han retirado del circuito. Incluso si el circuito está apagado,

un multímetro puede dar una lectura falsa sobre la condición de un fusible que está conectado a un circuito. Las lecturas falsas se producen porque el medidor puede leer otras partes del circuito cuando se convierte en parte del circuito al estar conectado en serie con el circuito de un fusible abierto.

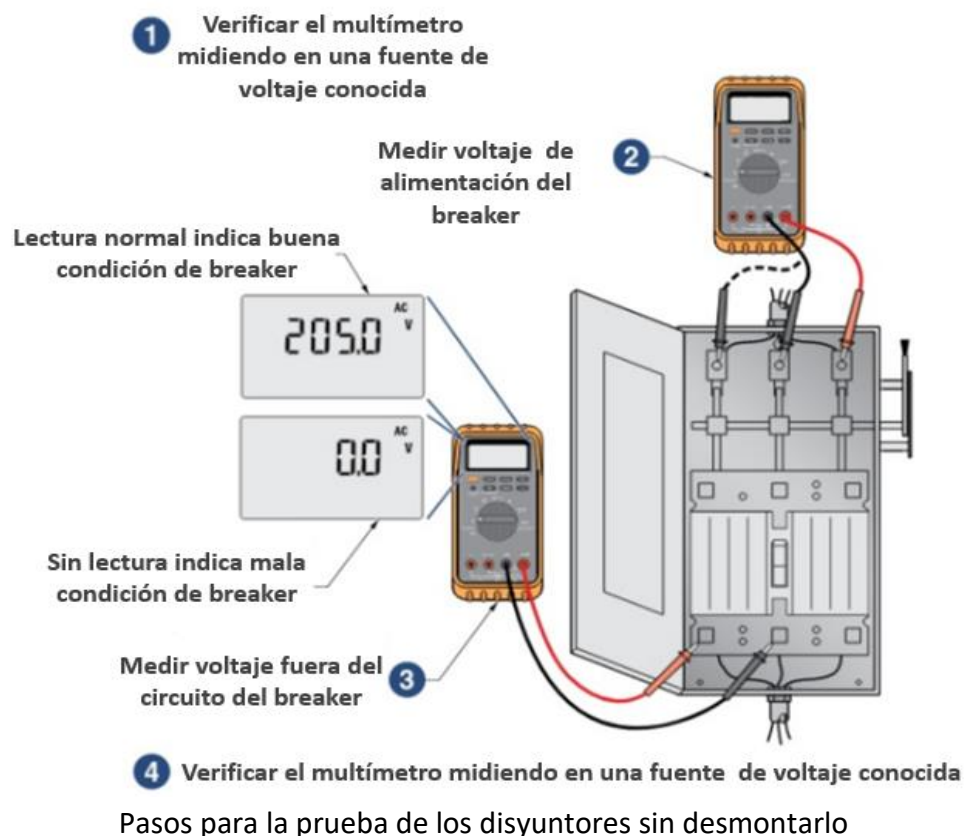
El uso de los multímetros para probar fusibles que no están desconectados de un circuito energizado es el mejor método para probar inicialmente un fusible ya que el fusible no tiene que ser desconectado del circuito. Un fusible que se sospecha que está defectuoso (abierto) también se puede probar con un multímetro después de retirarlo del circuito. Los fusibles que se conectan a un circuito se prueban siguiendo el siguiente procedimiento:

Nota: Utilice siempre el EPP adecuado para el lugar y el tipo de prueba. Verifique que el instrumento de prueba (multímetro u óhmetro) tenga la clasificación CAT III mínima para el lugar de medición.



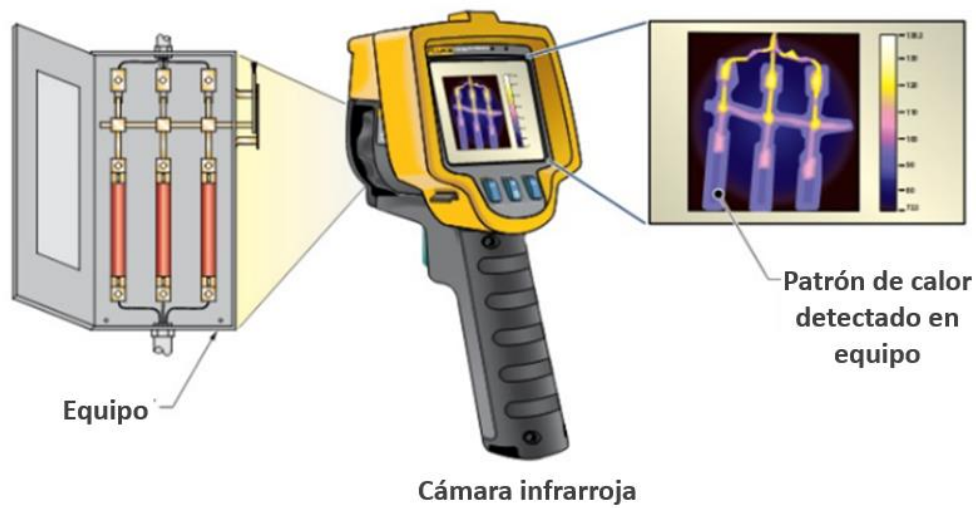
1. Configure el medidor para medir la tensión de CA de un circuito de CA o la tensión de CC de un circuito de CC. Pruebe el medidor en una fuente energizada conocida

1. Ajuste el medidor para medir la tensión de CA de un circuito de CA o la tensión de CC de un circuito de CC. Pruebe el medidor en una fuente energizada conocida antes de tomar una medición para verificar que el medidor esté en condiciones adecuadas de funcionamiento.
2. Mida la tensión en la parte superior del disyuntor (lado de la línea) conectando un cable de prueba a la parte superior del disyuntor y el otro cable de prueba a otra línea de alimentación, neutro o tierra. La medida entre potencial y neutro sería aproximadamente 120 VCA, mientras que entre potencial y potencial sería 240 VCA o 480 VCA, recuerde que depende del sistema que estemos analizando. En caso de un circuito CC, se mide positivo (+) a negativo (-)
3. Una vez que haya una medición de tensión en la parte superior del disyuntor, mueva un cable de prueba a la parte inferior del disyuntor. Mueva el cable de prueba conectado a la parte inferior del disyuntor en el panel, dejando el otro cable de prueba conectado como está. Nota: Si el disyuntor está en buen estado, la tensión que entra en el disyuntor es la misma que la tensión que sale del disyuntor. Si el disyuntor está defectuoso (abierto), no sale tensión del disyuntor.
4. Vuelva a probar el instrumento de prueba en la fuente energizada conocida para verificar que el medidor sigue funcionando correctamente.



La distorsión armónica y otros problemas de calidad de la energía pueden provocar falsos disparos de los disyuntores. Si la corriente medida a lo largo del tiempo no indica

Los termómetros infrarrojos (IR) y las cámaras termográficas se pueden utilizar para identificar problemas en los sistemas de distribución de energía del edificio sin entrar en contacto físico con el equipo que se va a comprobar.



Verificar puntos calientes utilizando una cámara infrarroja

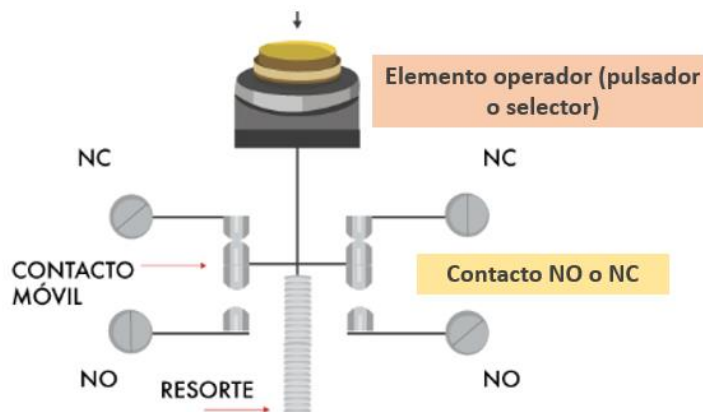
Diagnóstico de fallas en elementos de control manual

Me refiero a los dispositivos de control manual, tales como pulsadores, selectores e interruptores.

En general, los procesos se detienen debido a la falla de un componente o la actuación de un dispositivo de control. Si la causa es un componente defectuoso, debes de identificar el componente averiado y determinar el motivo de la falla.

Los procesos también se detienen con un pulsador de parada de emergencia cuando se presenta un problema de proceso o de operación insegura. Cuando se presiona un pulsador de parada de emergencia, el pulsador no se restablece a la posición original hasta que se soluciona la situación del proceso o se corrige el problema de seguridad de la parada de emergencia.

Todos los dispositivos de control manual (pulsadores y selectores) tienen enfoque común para detectar su problema. Las fallas de los interruptores se agrupan en dos categorías: problemas del elemento operador y problemas de contacto.



Partes fundamentales de un interruptor o pulsador de control

Problemas del elemento operador

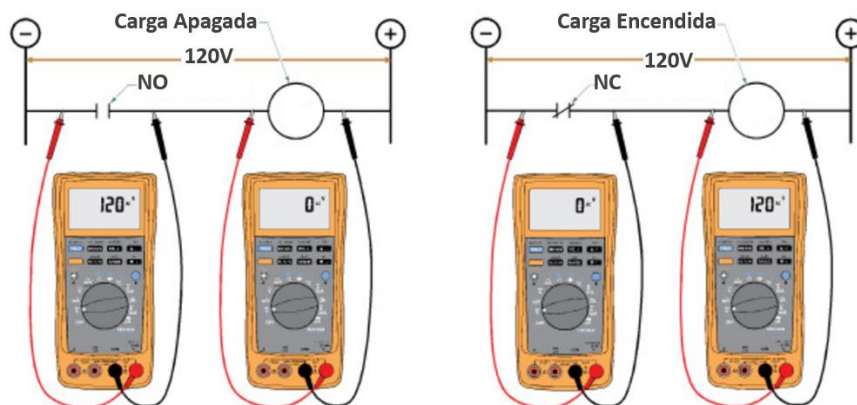
El elemento operador es aquel medio mecánico que fuerza a los contactos desde su posición normal al estado opuesto. A menudo, el operador cambia de posición, pero los contactos no se mueven. Cuando los operadores fallan, los contactos permanecen en el estado no activado o en el estado opuesto. Los problemas del operador generalmente afectan a todos los contactos en la configuración de varios contactos.

Problemas de contacto

Las fallas de contacto en los interruptores y pulsadores incluyen: siempre abierto, siempre cerrado o resistencia excesiva para contactos cerrados. Los contactos fusionados o soldados ocurren cuando los contactos transportan una corriente excesiva o tienen arcos excesivos. Estas mismas condiciones de conmutación queman los contactos y la resistencia cuando el contacto está cerrado es mucho más alta de lo normal.

Cuando se sospecha que un interruptor o el pulsador es la causa de un problema del sistema, se utiliza el siguiente procedimiento.

- Siempre use los EPP apropiados.
- Utilice un multímetro digital para medir la caída de voltaje en el contacto.
- Si un contacto está abierto, entonces el voltaje medido a través de los contactos es el voltaje del circuito de control.
- Si un contacto está cerrado, entonces el voltaje medido a través de los contactos es cercano a cero. Una lectura más alta indica una resistencia de contacto excesiva.

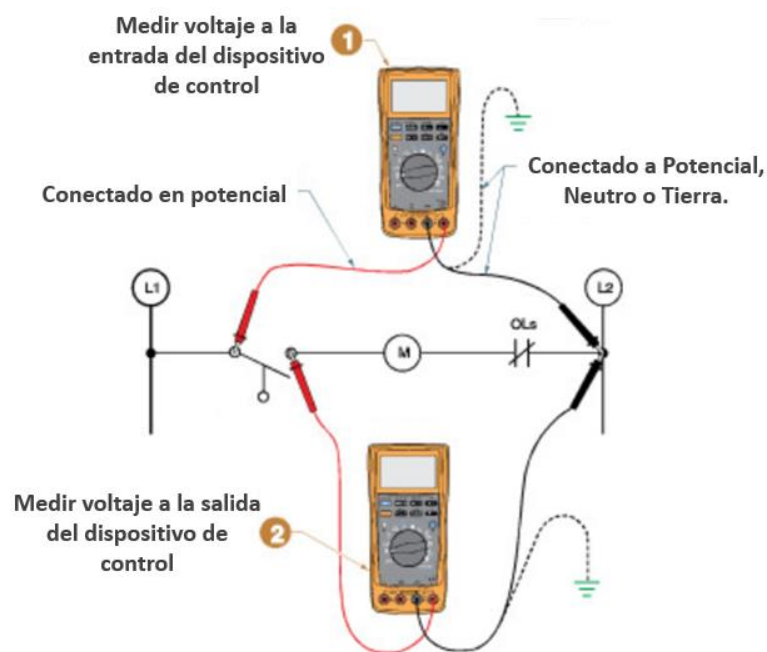


Medición de caída de voltaje en contactos NO y NC

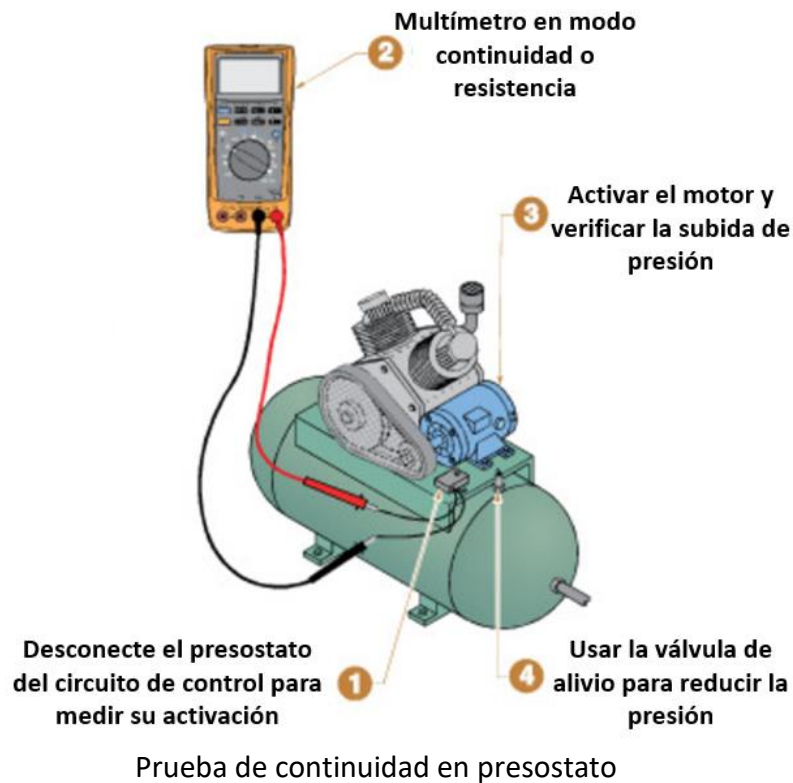
- Si se sospecha que la resistencia de contacto es excesiva, se debe quitar uno de los cables del interruptor y medir la resistencia de contacto con el multímetro en modo de resistencia (recuerda eliminar la energía del circuito).
- Una sospecha de falla en un interruptor electromecánico se prueba usando un multímetro digital para medir voltaje. El ajuste de voltaje en el multímetro se usa para probar el voltaje que fluye hacia adentro y hacia afuera del interruptor. Para probar un interruptor mecánico, se aplica el siguiente procedimiento:

- **Mida el voltaje de entrada del interruptor o pulsador.** Identifica si se trata de un circuito en AC o DC. Coloca tu multímetro en la función apropiada de voltaje. Conecte el multímetro entre el conductor neutro, tierra o negativo según sea AC o DC, y la otra punta de prueba roja al cable potencial o positivo que alimenta el interruptor o pulsador. Cuando se trabaja en un sistema conectado a tierra, el cable del multímetro puede conectarse a tierra en lugar de al neutro si el conductor neutro no está disponible en la misma caja en la que se encuentra el interruptor. El problema está ubicado aguas arriba del interruptor cuando no hay voltaje presente o el voltaje no está en el nivel correcto. El problema puede ser un fusible quemado o un circuito abierto. Se debe restablecer el voltaje en el interruptor antes de poder probarlo.

Mida el voltaje de salida del interruptor o pulsador. Debe haber una lectura de voltaje cuando los contactos del interruptor o pulsador están cerrados. No debe haber una lectura de voltaje cuando los contactos del interruptor o pulsador están abiertos. El interruptor tiene una abertura y debe reemplazarse si no hay lectura de voltaje en ninguna de las posiciones del interruptor. El interruptor tiene un cortocircuito y debe reemplazarse si hay una lectura de voltaje en ambas posiciones del interruptor.



Prueba de contactos de dispositivo de control: interruptor, pulsador, presostato, interruptor de nivel... etc.



Los operadores de presostatos suelen ser de difícil acceso ya que forman parte del sistema de presión. Utilice el procedimiento de solución de problemas del interruptor de flujo y nivel para solucionar problemas en los circuitos de control del interruptor de presión.

- **Falla en el aislamiento de los cables de control e internos:** Humedad dentro de la caja del interruptor; tipo de envoltorio incorrecto; humos corrosivos; calor excesivo cerca del área, por picos de tensión o por cortocircuitos; acumulación de material extraño en el material de aislamiento; las presiones del proceso exceden las especificaciones del interruptor.
- **Alta resistencia en el contacto cerrado:** Evidencia de desgastes en los contactos, daños en los contactos por puesta a tierra, cortocircuitos, tamaño incorrecto del disyuntor o fusible, o corriente de contacto excesiva por contactos quemados; tipo de envoltorio incorrecto; oxidación, aceite u otro material extraño en los contactos; tornillos terminales sueltos
- **Contactos quemados o contactos soldados cerca:** Daños en los contactos por puesta a tierra, cortocircuitos, fusible o disyuntor incorrectos; cargas inductivas que produjeron un arco excesivo o una corriente de contacto excesiva a partir de contactos quemados o soldados; vibración severa.

- **Falla mecánica:** Polvo abrasivo o material extraño en el varillaje mecánico; ubicación de montaje incorrecta para el cuerpo del interruptor; la presión excede las especificaciones del interruptor; daño físico
- **Elemento operador atascado o lento:** Acumulación de suciedad o material extraño en los enlaces mecánicos; ajuste incorrecto de los brazos de conexión; corrosión de rodamientos en conexiones y mecanismos; tipo de envoltente incorrecto.
- **Fugas:** Corrosión de cojinetes en articulaciones y daño mecánico y atascamiento; presión incorrecta aplicada.

Diagnóstico de fallas en interruptores de temperatura o termostatos

Los interruptores de temperatura operados automáticamente tienen un conjunto de contactos conmutables. El procedimiento para la resolución de problemas de los contactos es el mismo que se presenta en la resolución de problemas de los interruptores de límite.

Los operadores para interruptores de temperatura son de fácil acceso ya que solo el bulbo del tubo capilar está en el sistema de proceso.

A continuación se proporciona una lista de síntomas observables para los interruptores de temperatura fallados o defectuosos y la posible razón del síntoma que debe investigarse:

- **Falla en el aislamiento de los cables de control e internos:** Humedad dentro de la caja del interruptor; tipo de envoltente incorrecto; humos corrosivos; calor excesivo en el área, por picos de tensión o por cortocircuitos; acumulación de material extraño; la temperatura del proceso excede las especificaciones del interruptor.
- **Arcos y contactos calientes:** aplicación incorrecta; valores nominales de contacto insuficientes para la aplicación; corrientes de conmutación por encima del nivel máximo; conmutación de cargas inductivas.
- **Contactos quemados o contactos soldados cerca:** Daños en los contactos por puesta a tierra, cortocircuitos, fusible o disyuntor incorrectos; las cargas inductivas

Prueba de diodos

Un diodo es un dispositivo semiconductor que actúa esencialmente como un interruptor unidireccional para la corriente. Permite que la corriente fluya fácilmente en una dirección, pero restringe severamente el flujo de corriente en la dirección opuesta.

Los diodos también se conocen como rectificadores porque cambian la corriente alterna (CA) en corriente continua pulsante (CC). Los diodos se clasifican según su tipo, voltaje y capacidad de corriente.

Los diodos tienen polaridad, determinada por un ánodo (conductor positivo) y un cátodo (conductor negativo). La mayoría de los diodos permiten que la corriente fluya solo cuando se aplica un voltaje positivo al ánodo. En este gráfico se muestra una variedad de configuraciones de diodos:



Los multímetros digitales pueden probar diodos usando uno de dos métodos:

1. Modo de prueba de diodo: casi siempre el mejor enfoque.
2. Modo de resistencia: generalmente se usa solo si un multímetro no está equipado con un modo de prueba de diodo.

Nota: En algunos casos, puede ser necesario quitar un extremo del diodo del circuito para probar el diodo.

Cosas que debe saber sobre el modo de resistencia al probar diodos:

- No siempre indica si un diodo es bueno o malo.
- No se debe tomar cuando se conecta un diodo en un circuito ya que puede producir una lectura falsa.

- PUEDE usarse para verificar que un diodo esté defectuoso en una aplicación específica después de que una prueba de diodo indique que un diodo está defectuoso.

Un diodo se prueba mejor midiendo la caída de voltaje a través del diodo cuando está polarizado directamente. Un diodo con polarización directa actúa como un interruptor cerrado, permitiendo que fluya la corriente.

El diodo de prueba de diodo de un multímetro digital produce un voltaje pequeño entre los cables de prueba lo suficiente como para polarizar directamente una unión de diodo. La caída de tensión normal es de 0,5 V a 0,8 V. Algunos diodos de germanio tienen una caída de tensión que oscila entre 0,2 y 0,3 V. La resistencia de polarización directa de un buen diodo debe oscilar entre 1000 ohmios y 10 ohmios. Cuando tiene polarización inversa, la pantalla de un multímetro digital mostrará OL (que indica una resistencia muy alta). El procedimiento de prueba de diodo se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Asegúrese de que a) toda la energía al circuito esté APAGADA y b) no haya voltaje en el diodo. El voltaje puede estar presente en el circuito debido a los capacitores cargados. Si es así, los condensadores deben descargarse. Configure el multímetro para medir el voltaje de CA o CC según sea necesario.
2. Gire el dial (interruptor giratorio) al modo de prueba de diodos. Puede compartir un espacio en el dial con otra función.
3. Conecte los cables de prueba al diodo. Registre la medida mostrada.
4. Invierta los cables de prueba. Registre la medida mostrada.



Prueba de diodo en polarización inversa



Prueba de diodo en polarización directa

- Un diodo defectuoso (abierto) no permite que la corriente fluya en ninguna dirección. Un multímetro mostrará OL en ambas direcciones cuando se abra el diodo.
- Un diodo en cortocircuito tiene la misma lectura de caída de voltaje (aproximadamente 0,4 V) en ambas direcciones.

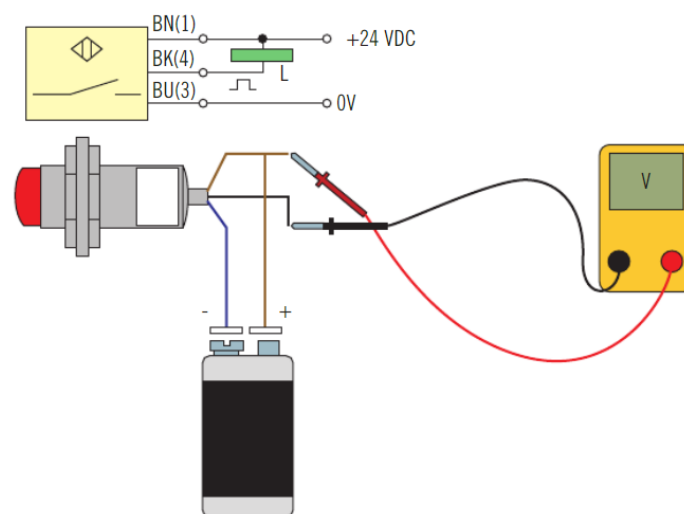
Diagnóstico en sensores de proximidad

Los diferentes tipos de sensores electrónicos presentados en este capítulo requieren métodos únicos para solucionar su problema. Sin embargo, hay algunos consejos comunes que se aplican a todos los tipos de sensores.

Antes de iniciar la solución de problemas específicos del dispositivo, verifique que el campo de detección de estos dispositivos no esté obstruido. Además, inspeccione visualmente el dispositivo y la lente del dispositivo (si corresponde), verificando que esté limpio y sin residuos.

Finalmente, asegúrese de saber cómo se espera que funcione el dispositivo en el sistema. Verifique que tiene las características de funcionamiento de cada sensor para cada fabricante.

- Verifique que un objeto extraño no esté creando un problema en uno de los cabezales de detección.
- Verificar que el sensor esté alimentado con el voltaje correcto según el rango especificado por el fabricante. Puedes verificar la alimentación de otros equipos operativos conectados al mismo bus de alimentación es un buen método para probar la alimentación. Los indicadores LED de alimentación señalan que la alimentación está presente pero no indican si el nivel es correcto.



Medición de la tensión de alimentación del sensor esté dentro del rango adecuado

- Verifique que todos los ajustes del interruptor de control sean correctos.

Capítulo 10 - Detección de Fallas en PLC y HMI

En el caso de una falla del PLC, se debe emplear un enfoque cuidadoso y sistemático para solucionar el problema del sistema. Los PLC son relativamente fáciles de solucionar porque el programa de control se puede mostrar en un monitor y observar en tiempo real mientras se ejecuta. Si ha estado funcionando un sistema de control, puede estar bastante seguro de la precisión de la lógica del programa. Para un sistema que nunca ha funcionado o recién se está poniendo en marcha, se deben considerar los errores de programación.

Cuando ocurre un problema, el primer paso en el procedimiento de solución de problemas es identificar el problema y su origen.

La fuente de un problema generalmente se puede reducir al módulo del procesador, el hardware de E/S, el cableado, las entradas o salidas de la máquina o el programa de lógica de escalera.

La mayoría de las fallas del sistema PLC ocurren en el cableado y los dispositivos de campo. El cableado entre los dispositivos de campo y los terminales de los módulos de E/S es un lugar probable para que ocurran problemas. El cableado defectuoso y los problemas de conexión mecánica pueden interrumpir o cortocircuitar las señales enviadas hacia y desde los módulos de E/S. Los sensores y actuadores conectados a las E/S del proceso también pueden fallar. Los interruptores mecánicos pueden desgastarse o dañarse durante el funcionamiento normal. Los motores, calentadores, luces y sensores también pueden fallar.

Una vez que se reconoce un problema, por lo general es bastante simple de tratar. Las siguientes secciones se ocupan de la solución de problemas de estas posibles áreas problemáticas.

Módulo de procesador

El procesador es responsable de la autodetección de problemas potenciales. Realiza comprobaciones de errores durante su funcionamiento y envía información de estado a los indicadores que normalmente se encuentran en la parte frontal del módulo del procesador.

Puede diagnosticar fallas del procesador u obtener información más detallada sobre el procesador accediendo al estado del procesador a través del software de programación. La Figura siguiente muestra ejemplos de LED de diagnóstico que se encuentran en un módulo de procesador. Lo que indican se puede resumir de la siguiente manera:

RUN (Verde)

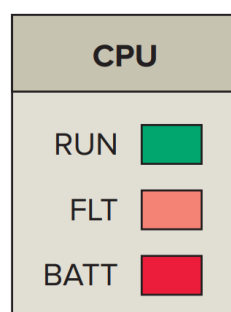
- Encendido fijo indica que el proceso está en modo RUN.
- Si parpadea durante el funcionamiento, indica que el proceso está transfiriendo un programa de la RAM al módulo de memoria.
- Apagado indica que el procesador está en un modo distinto de RUN.

FLT (Rojo)

- Si parpadea durante el encendido, indica que el procesador no se ha configurado.
- Si parpadea durante el funcionamiento, indica un error importante en el procesador, el chasis o la memoria.
- Encendido fijo indica que hay un error fatal (sin comunicaciones).
- Apagado indica que no hay errores.

BATT (Rojo)

- Encendido fijo indica que el voltaje de la batería ha caído por debajo de un nivel de umbral, o que falta la batería o no está conectada.
- Apagado indica que la batería funciona.



LED de diagnóstico del procesador.

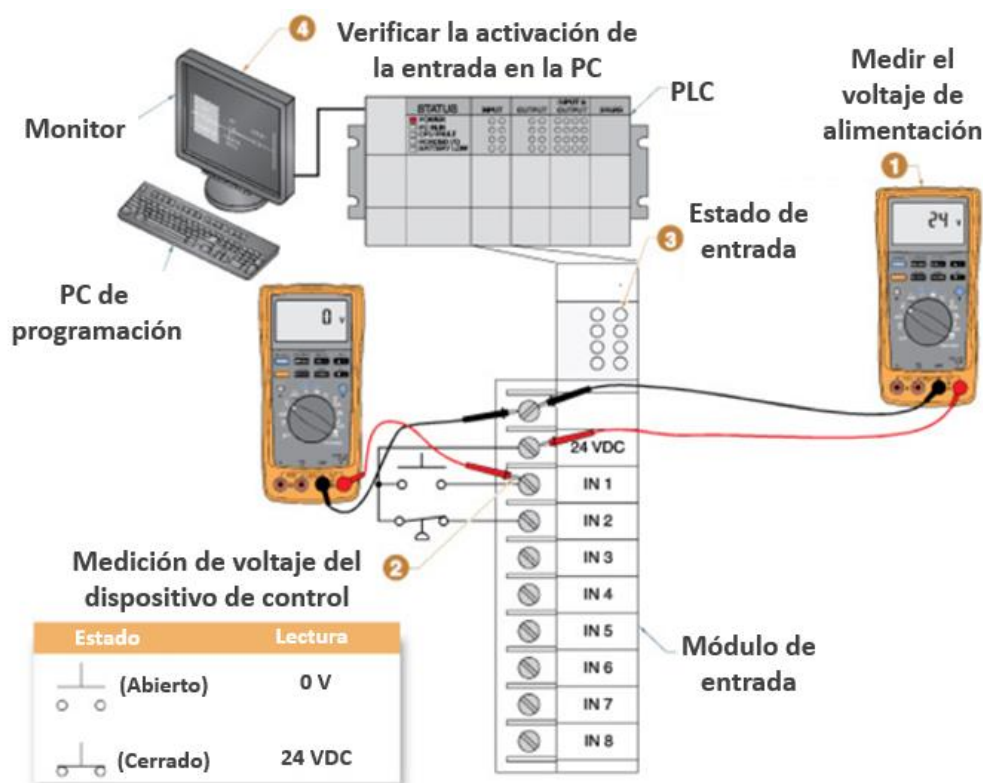
Luego, el procesador se monitorea a sí mismo continuamente en busca de cualquier problema que pueda causar que el controlador ejecute el programa del usuario de manera incorrecta. Dependiendo del controlador, puede estar disponible un conjunto de contactos de relé de falla. El relé de falla es controlado por el procesador y se activa cuando ocurre una o más condiciones de falla específicas. Los contactos del relé de falla se utilizan para deshabilitar las salidas y señalar una falla.

Solución de problemas de controladores programables

La solución de problemas en PLC normalmente implica encontrar un problema en el hardware o software. La mayoría de los problemas de hardware que se encuentran en las secciones de entradas y salidas (E/S o I/O) del controlador y usualmente se pueden encontrar utilizando multímetro digital estándar, los problemas de software requieren de conocimiento específico del programa para un modelo determinado del equipo utilizado.

Detección de fallas del módulo de entrada

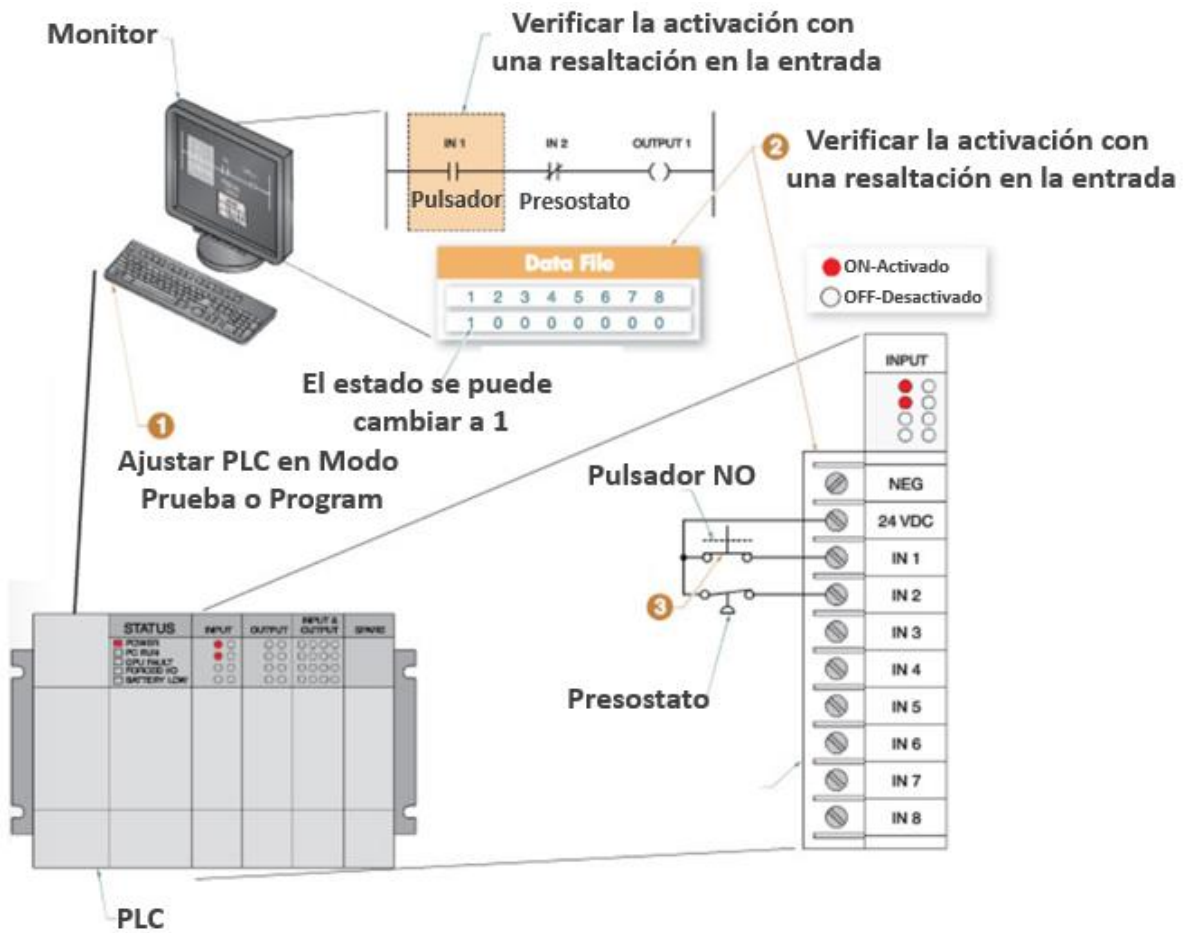
Las señales y la información se envían a un controlador programable utilizando dispositivos de entrada como pulsadores, interruptores de límite, interruptores de nivel e interruptores de presión. Los dispositivos de entrada están conectados al módulo de entrada del controlador. Los tornillos de terminales en la parte posterior del módulo de entrada permiten la conexión de los dispositivos de entrada. El controlador no recibe la información adecuada si el módulo de entrada no funciona correctamente. Véase la Figura siguiente.



Detección de problemas de módulos de entrada

Para detectar problemas del módulo de entrada de un controlador programable, se aplica el siguiente procedimiento:

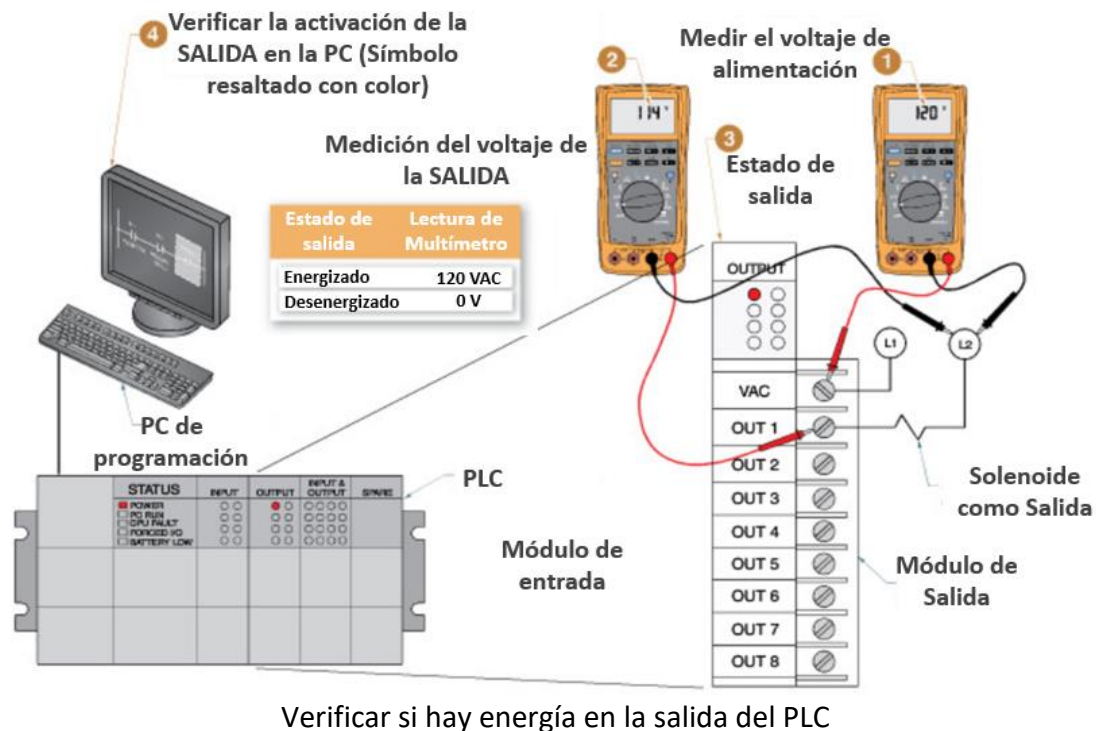
1. Mida la tensión de alimentación en el módulo de entrada para asegurarse de que hay energía suministrada al dispositivo de entrada(s). Pruebe la fuente de alimentación



Verificar el estado de la entrada en el software de programación del PLC y comparar si se activan los LED indicadores de estado en el módulo de entrada

Para solucionar problemas de un dispositivo de entrada de un controlador programable, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Coloque el controlador en el modo de prueba o programa. Este paso evita que los dispositivos de salida se activen. Los dispositivos de salida se encienden cuando el controlador se coloca en el modo de ejecución (RUN).
2. Supervise los dispositivos de entrada utilizando los indicadores de estado de entrada (ubicados en cada módulo de entrada), el monitor de terminal de programación o el archivo de datos. Un archivo de datos es un grupo de valores de datos, como entradas, temporizadores, contadores y salidas, que se muestran como un grupo y cuyo estado se puede supervisar.
3. Activa manualmente cada entrada, comenzando con la primera entrada. El indicador de estado de entrada situado en el módulo de entrada debe iluminarse y el símbolo de la instrucción de la entrada debe resaltarse en el circuito de control de la pantalla del monitor cuando se cierra un dispositivo de entrada NO. El estado del bit en la pantalla del monitor del terminal de programación debe establecerse en "1" lógico (activado), lo que indica la presencia de voltaje.

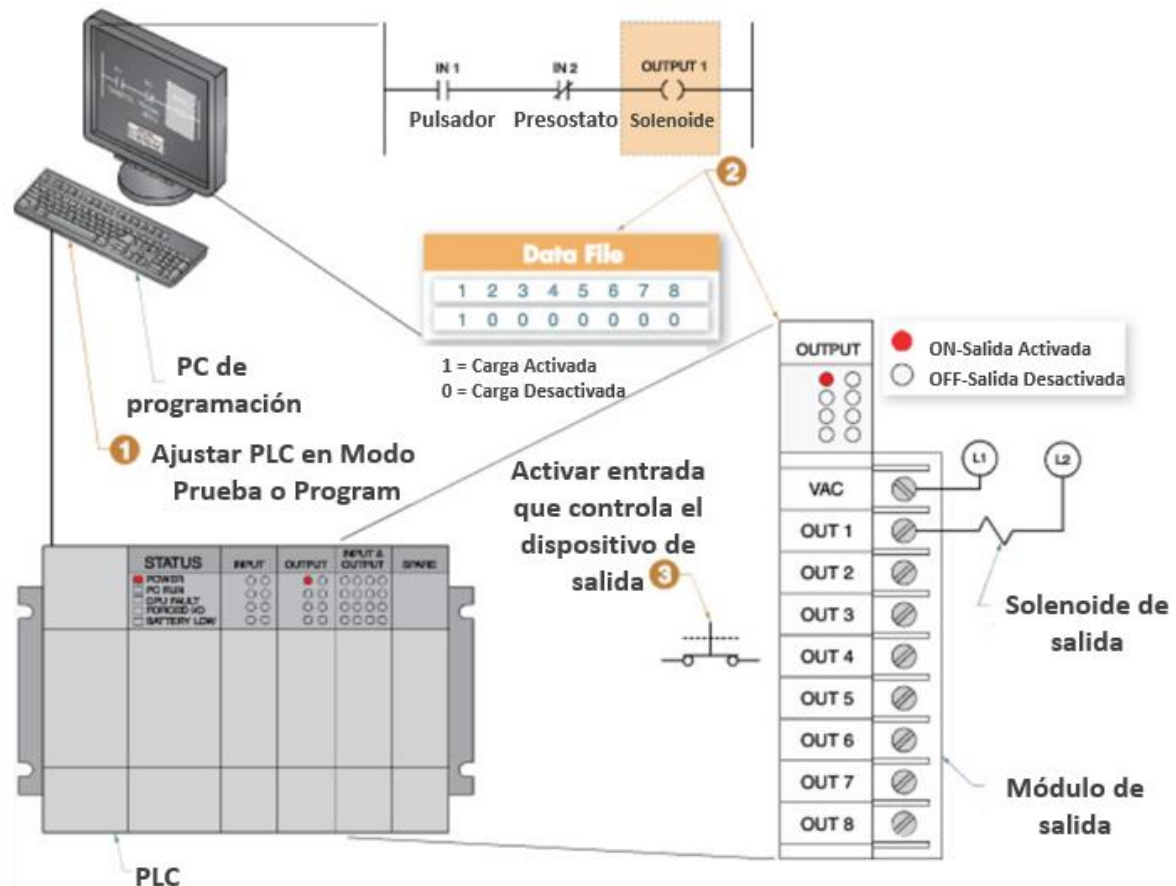


Para solucionar problemas del módulo de salida de un controlador programable, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Mida la tensión de alimentación en el módulo de salida para asegurarse de que hay alimentación suministrada a los dispositivos de salida. Pruebe la fuente de alimentación principal del controlador cuando no haya alimentación.
2. Mida la tensión suministrada desde el módulo de salida. Conecte el multímetro directamente al mismo tornillo de terminal al que está conectado el dispositivo de salida. El multímetro debe leer la tensión de alimentación cuando el programa energiza el dispositivo de salida. Este debe leer la tensión de alimentación completa cuando el módulo de salida utiliza contactos mecánicos y un voltaje de alimentación casi completo cuando el módulo de salida utiliza un conmutador de estado sólido. El voltaje completo no se lee porque 0.5V a 6V cayó a través del interruptor de estado sólido. El multímetro debe leer cero o poco voltaje cuando el programa desenergiza el dispositivo de salida.
3. Verifique los indicadores (Leds) de estado en el módulo de salida. Los indicadores de estado deben energizarse cuando el multímetro indica la presencia de voltaje de alimentación.
4. Verifique el símbolo del dispositivo de salida en el monitor del terminal de programación. El símbolo del dispositivo de salida debe resaltarse cuando el multímetro indica la presencia de voltaje de alimentación. Reemplace el módulo de salida cuando el módulo de salida no entregue la tensión adecuada. Solucione problemas del dispositivo de salida cuando el módulo de salida entregue el voltaje correcto pero el elemento de salida no funciona o no se activa.

Solución de problemas en los elementos de salida

Los dispositivos de salida, como contactores, solenoides de electroválvulas y luces, están conectados a los módulos de salida de un controlador. Un dispositivo de salida realiza el trabajo necesario para la aplicación. El procesador energiza y desenergiza los dispositivos de salida de acuerdo con el programa, todo el dispositivo de salida debe funcionar correctamente para que el circuito funcione correctamente.

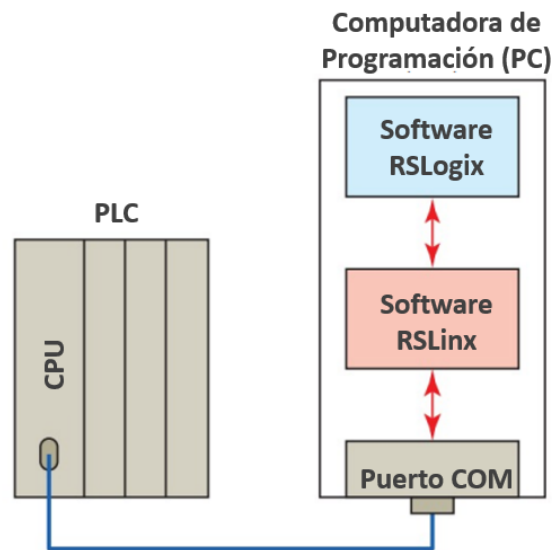


Verificar el estado de la salida en el software de programación del PLC y comparar si se activan los LED indicadores de estado en el módulo de salida

Para solucionar problemas de un dispositivo de salida de un controlador programable, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Coloque el controlador en el modo de prueba o programa. La colocación del controlador en el modo de prueba o programa (PROGRAM) impide que los dispositivos de salida se activen. Los dispositivos de salida se encienden cuando el controlador se coloca en el modo de ejecución (RUN).
2. Verifique los dispositivos de salida utilizando los indicadores de estado de salida (ubicados en cada módulo de salida), el monitor de terminal de programación o el archivo de datos.

RSLinx permite que RSLogix se comunice a través de un cable de interfaz con el procesador del PLC. La conexión más simple entre una PC y un PLC es una conexión directa punto a punto a través del puerto serial de la computadora.



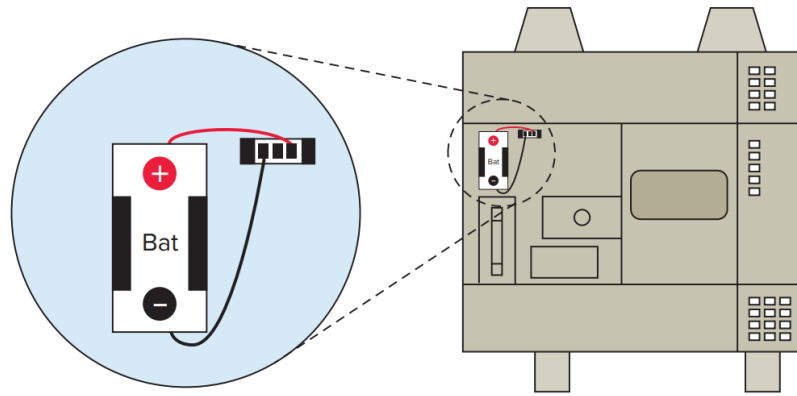
Conexión directa de software de PC a PLC

Se utiliza un cable serial para conectarse al puerto COM 1 o COM 2 de su PC y al puerto de comunicaciones serial del procesador del PLC. Con el software RSLinx, puede configurar automáticamente la conexión en serie y, por lo tanto, encontrar automáticamente la configuración adecuada del puerto en serie.

Se deben considerar dos aspectos importantes del enlace de comunicación, a saber, el estándar RS-232 y el protocolo de comunicaciones. El estándar RS-232 especifica una función para cada uno de los hilos dentro del cable de comunicaciones estándar y sus pines asociados.



Cable de comunicación RS232 para programación de PLC



Batería de memoria de respaldo de la CPU

- Almacenar las piezas de repuesto que se necesitan con más frecuencia. Los módulos de entrada y salida son los componentes del PLC que fallan con mayor frecuencia.
- Conservar una copia maestra de los programas operativos utilizados.

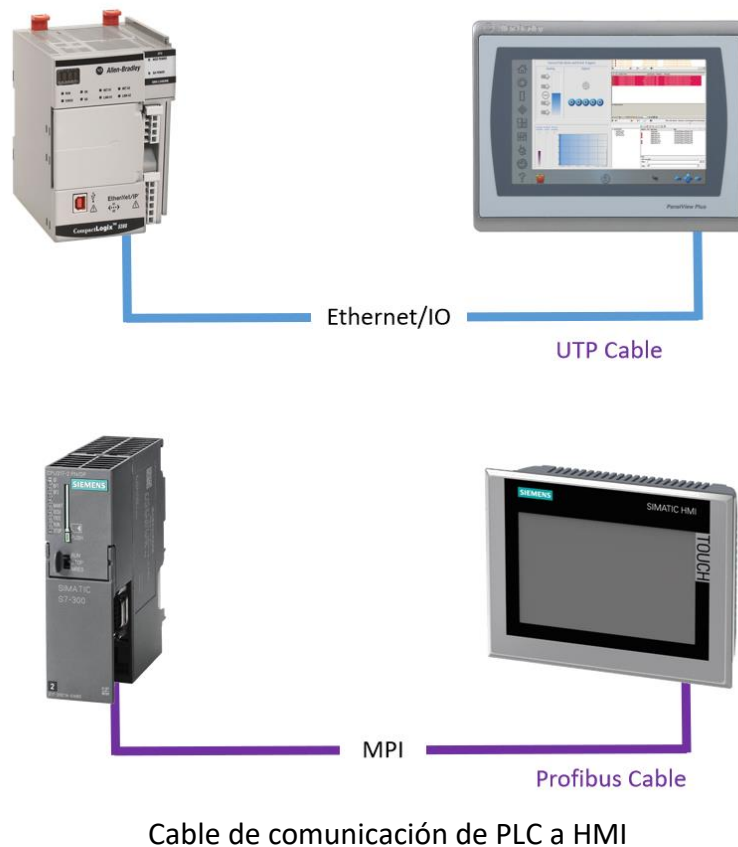
Solución de fallas en HMI

Los dispositivos HMI (interfaz hombre-máquina) son componentes cruciales de los sistemas automatizados. Una HMI hace posible que un humano interactúe con una máquina de manera eficiente y productiva. Es importante mantener las HMI en buenas condiciones de trabajo para mantener la máquina o el sistema del que forman parte en buenos niveles de rendimiento.

Sin embargo, como cualquier otro dispositivo de hardware, las HMI son propensas a fallas que pueden resultar en la incapacidad de operar la máquina o en una interrupción del sistema. En las siguientes secciones, se presentan algunas de las fallas más comunes de HMI junto con los métodos de solución de problemas en cada caso.

Problemas de comunicación HMI-PLC

Una HMI debe estar en comunicación constante con el controlador principal de la máquina (en la mayoría de los casos, un controlador lógico programable o PLC). Varios protocolos pueden establecer este protocolo de enlace, siendo los más populares los basados en Ethernet y serial.



Cuando falla la comunicación entre la HMI y el PLC, la HMI ya no puede leer ni escribir en las etiquetas del PLC designadas para las funciones de la HMI. En consecuencia, los operadores pierden la capacidad de conocer rápidamente el estado de la máquina y la máquina deja de funcionar en los modos manual. Si ocurriera otra falla externa, que requiera intervención manual, la máquina estaría técnicamente fuera de servicio debido a la pérdida de comunicación con la HMI.

Resolución de problemas de comunicación HMI-PLC intermitentes

Para los protocolos HMI-PLC basados en Ethernet, uno de los primeros pasos de diagnóstico recomendados es: Si los dispositivos lo admiten, ejecute comandos de ping simples desde ambos extremos para confirmar la falla. A veces, las respuestas de ping son intermitentes y, otras veces, no hay ninguna respuesta.

Una respuesta intermitente podría indicar una conexión suelta en uno o ambos terminales. Si se utiliza una terminación RJ45, es posible que deba volver a engarzarse. Es útil realizar comprobaciones de continuidad utilizando un voltímetro, verificando ambos extremos de cada pin. Esto ayudará a encontrar problemas con un cable específico y funciona para cualquier conector.

Capítulo 11 - Detección de fallas en Variadores de Frecuencia (VDF)

Los variadores de frecuencia (VFD) son un componente básico de muchas aplicaciones industriales y comerciales en las que los motores funcionan para completar una tarea. Los VFD pueden controlar la velocidad de giro de los motores y, en algunas aplicaciones, incluso ofrecer ahorros de energía. Pero como con cualquier componente del sistema, los VFD pueden fallar. Aquí explicamos algunas técnicas de solución de problemas que los ingenieros y el personal de la planta pueden usar para verificar y poner en funcionamiento los VFD.

Al solucionar problemas de un Variador de Frecuencia (VDF), uno de los primeros pasos es identificar la sección que funciona mal del circuito. El problema puede estar ubicado en cualquiera de las siguientes partes: dispositivos de entrada (diodos de rectificación), dispositivos de salida (diodos, transistores de potencia) , programación o componentes internos del VDF.

Sección de control

Para verificar la sección de elementos de control en la sección de entrada, debes verificar en los diagramas de control qué dispositivos de entrada se utilizan en el VDF y qué dispositivos pueden estar directamente relacionados con el problema. Por ejemplo, si se usa un variador para invertir un motor y la operación de avance funciona pero la inversa no, esto puede indicar un problema con el pulsador u otro dispositivo que actúa como entrada inversa. Si los dispositivos de entrada funcionan normalmente, el problema está en otra parte del dispositivo. A menudo, el estado del circuito del motor se determina observando los datos del variador.

Los variadores indican parámetros operativos para el motor. Si el motor no está funcionando, el problema podría estar en cualquier parte del motor y del circuito de control del motor. A veces, las entradas de VDF son las salidas de un PLC que interactúan con todo el proceso de control. La solución de problemas de los dispositivos de entrada difiere según el tipo de dispositivo.

Las salidas de la unidad suelen ser indicadores de control que brindan información útil cuando el sistema no funciona correctamente. La salida de un variador también puede interactuar con un PLC a través de un puerto de salida o un puerto de comunicación.

Problemas de programación

La mayoría de los problemas de programación se identifican y corrigen durante el inicio. Una vez que la unidad funciona correctamente, la programación generalmente se elimina como la fuente del problema. Las fallas relacionadas con el software rara vez ocurren después del arranque, a menos que se realicen actualizaciones del programa. Durante el arranque, es posible que los parámetros del variador no se hayan programado correctamente para la operación deseada. Cuando ocurre un problema de este tipo, el mejor curso de acción es acceder al programa y verificar que los parámetros coincidan con las condiciones de campo y los requisitos del proceso. Cada vez que se planifique un cambio de programa, haga una copia de seguridad del programa original antes de realizar cualquier cambio. Si los parámetros del variador no se enumeran en los planos, debes registrar todos los parámetros actuales antes de realizar cualquier cambio.

Las modificaciones de los parámetros del programa se realizan de un parámetro a la vez para observar la respuesta del sistema. Si el cambio en un parámetro no corrige el problema, restablezca el parámetro al valor original y cambie el siguiente parámetro relacionado con el problema. Los parámetros del programa no deben cambiarse al azar tratando de encontrar una solución al problema.

El área del problema final es la unidad en sí. Más adelante veremos cómo diagnosticar estas secciones fundamentales, tales como la sección de rectificación, filtrado y elementos inversores.

Los problemas internos de la unidad a menudo requieren de un técnico especializado que haya recibido capacitación específica para la unidad de ese fabricante. Cuando se observa que la unidad ya está totalmente averiada, y no es un simple diodo, transistor o capacitor aventado, una solución rentable ya sería cambiar totalmente el variador. Por otro lado, hay casos en los que no debes intentar reparar el variador, ya que puede anular la garantía.

Medición de tensión y corriente del Variador

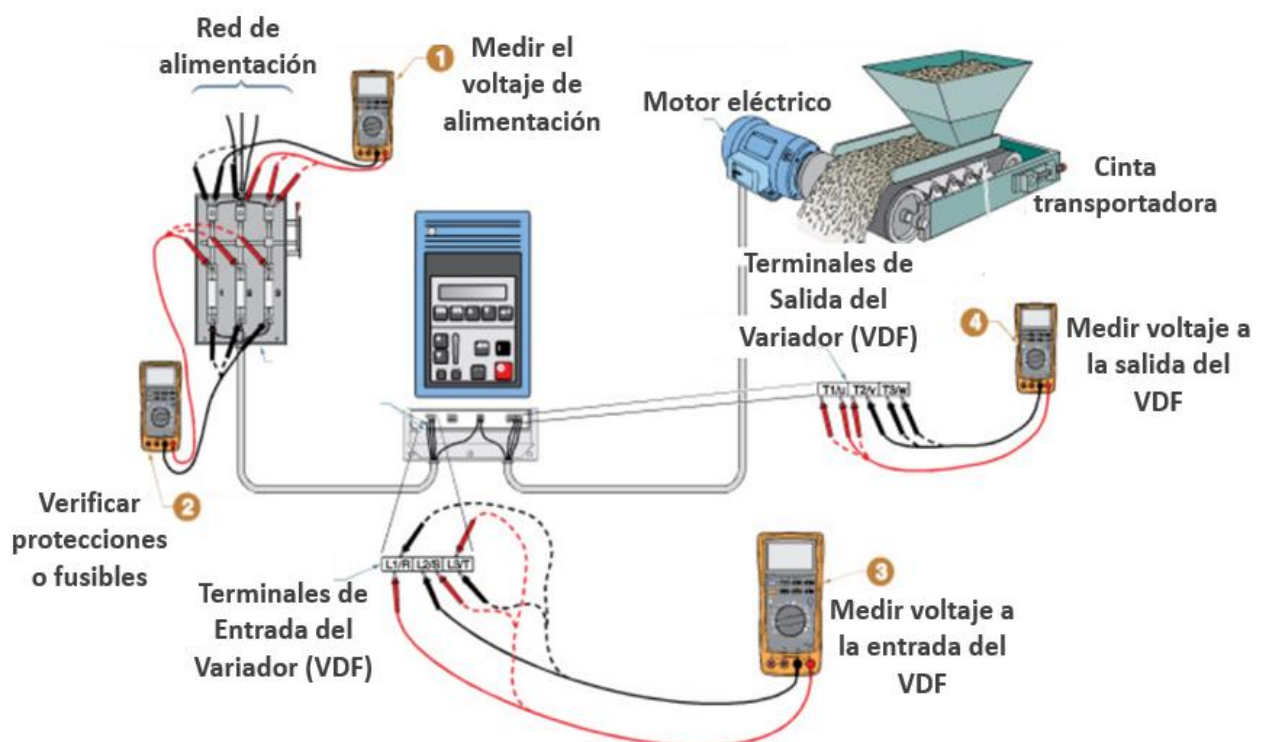
Se toman mediciones de voltaje para establecer que la tensión está presente y en el nivel correcto. Las mediciones de voltaje pueden ayudar a determinar problemas de circuitos como fusibles fundidos, , caídas de tensión, desequilibrio de tensión, contactos que no se cierran, etc. Nota: Cuando se toman mediciones de voltaje, siempre se debe aplicar el equipo necesario y de seguridad. Para medir la tensión, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Mida la tensión de la red de alimentación del desconectador principal. Con la alimentación encendida, mida la tensión entre cada línea de alimentación (L1-L2, L2-L3 y L1-L3) la tensión entre las líneas eléctricas debe estar dentro del 2% (2V por 100 V). Si las líneas eléctricas no están dentro del 2% hay un problema de fuente de alimentación.

2. Compruebe los disyuntores o fusibles, si hay pérdida de una fase, sustituya los fusibles fundidos (o restablezca los disyuntores disparados). Nota: Asegúrese de que la desconexión esté en la posición OFF y que el circuito del motor esté en condiciones OFF antes de reemplazar fusibles o reajustar disyuntores. Además analice cual es el origen del disparo de estas protecciones.

3. Con la alimentación encendida, mida la tensión que llega al variador (L1-L2, L2-L3 y L1-L3). La tensión en el variador debe estar dentro del 2% (2 V por 100 V). Si la tensión en la unidad no está dentro del 2%. Hay un problema entre el desconectador y la unidad.

4. Con el equipo encendido. Mida el voltaje de salida del variador de frecuencia (T1- T2, T2-T3 y T1-T3). La tensión fuera de la unidad debe estar dentro del 2 % (2 V por 100V) cuando el motor está a toda velocidad. Si la tensión fuera de la unidad del motor no está dentro del 2%, hay un problema con la unidad del motor (o circuito de control). Apague la alimentación y aplique un bloqueo/ etiquetado antes de realizar cualquier reparación.



Medición del voltaje de la red de alimentación, entrada y salida del variador de frecuencia (VDF)

Cómo calcular el desequilibrio de tensión

El cálculo para determinar el desequilibrio de tensión es sencillo. El resultado es el porcentaje de desequilibrio y se puede utilizar para determinar los próximos pasos en la resolución de problemas del motor. Hay tres pasos en el cálculo:

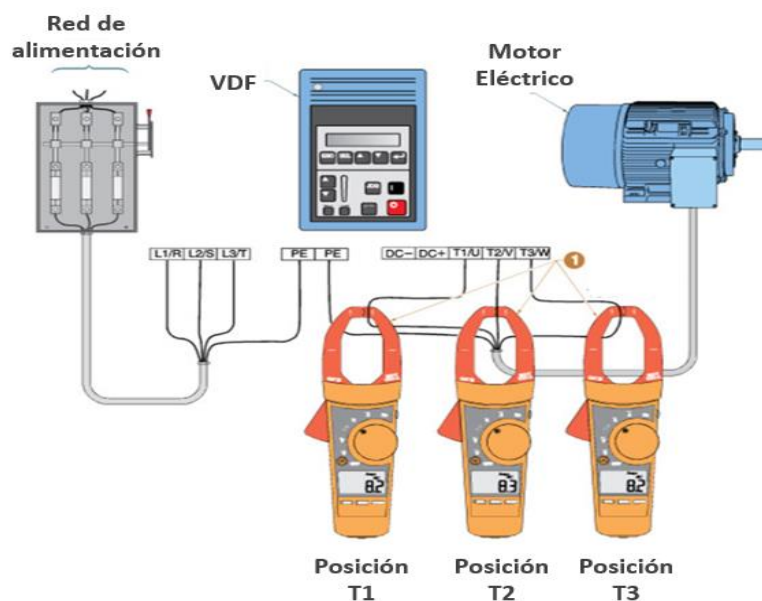
- Determinar el promedio de voltaje o corriente
- Calcule la mayor desviación de voltaje o corriente
- Divida la desviación máxima por el voltaje o corriente promedio y multiplíquela por 100 % de desequilibrio = $(\text{Desviación máxima de V o I promedio} / \text{V o I promedio}) \times 100$
- Un cálculo de desequilibrio manual es una determinación puntual del desequilibrio de tensión o corriente.

Se toman medidas de corriente para determinar la condición de un motor. Las mediciones de corriente indican si un motor (recibe menos de la corriente nominal de la placa de identificación), está completamente cargado (recibe la corriente de la placa de identificación) o (recibe una corriente nominal superior a la de la placa de identificación).

Nota: Al tomar medidas de corriente, siempre se debe usar el equipo de protección y seguridad requerido y siempre se deben aplicar procedimientos adecuados y seguros.

Para medir la corriente, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Con la energía encendida, mida la corriente en las líneas que conducen al motor (T1, T2 y T3).



Medición de la corriente de consumo del motor eléctrico trifásico

CC. Este tiempo varía según la capacidad del disco. Si el voltaje no cae por debajo de 10 V CC, asegúrese de que se elimine la alimentación de entrada al variador.

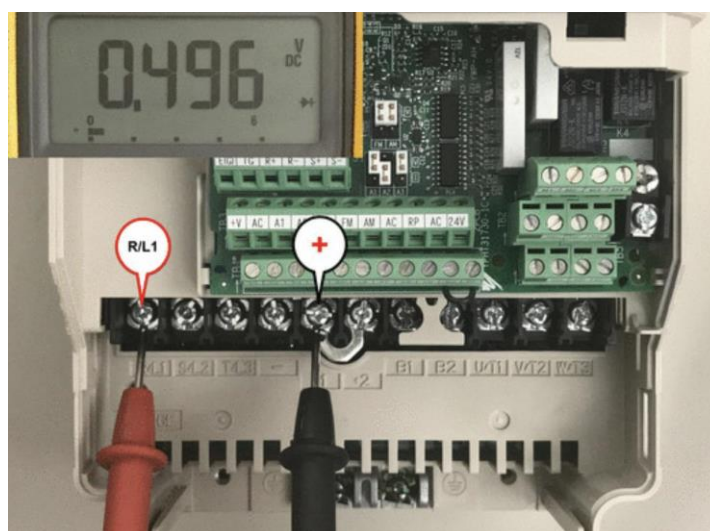
Verificación de entrada VFD (en el rectificador)

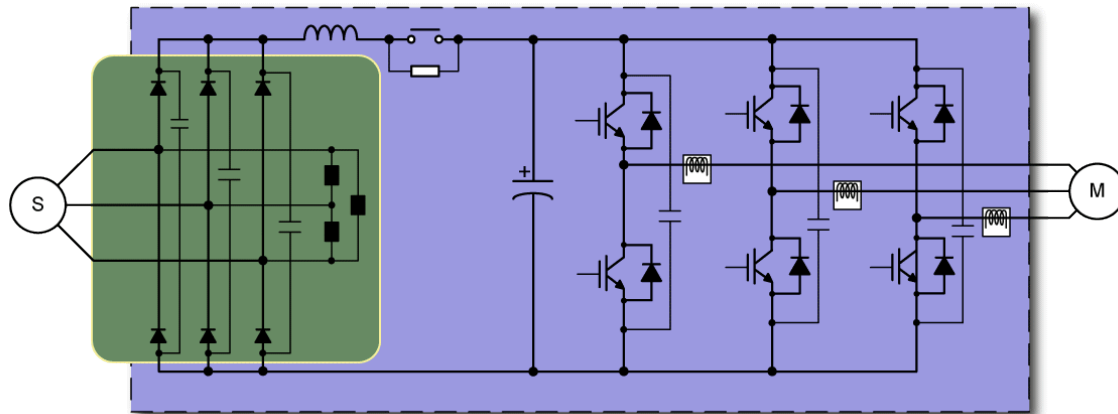
En los VFD actuales, la sección de entrada o rectificador está compuesta por diodos de entrada que convierten una onda sinusoidal de CA trifásica entrante en un suministro de CC rectificado. Hay al menos dos diodos para cada fase. Se colocan en orientación de conducción opuesta para permitir la rectificación de onda completa. Para verificar la sección de entrada, debemos realizar comprobaciones simples de diodos. Estas comprobaciones incluyen probar la dirección de polarización directa e inversa de ambos diodos en cada fase. Este proceso utiliza los terminales de entrada R/L1, S/L2, T/L3 en el variador y los terminales del bus de CC.

Si no está seguro de dónde están los terminales de entrada, consulte el manual del VFD.

Con un multímetro configurado para verificar diodos...

... coloque el cable + (rojo) en el terminal de entrada (R/L1) y el cable – (negro) en el terminal de bus de CC (+). Esto aísla el diodo en fase positivo R/L1. Un buen diodo debe leer alrededor de 0,5 V CC en la dirección de polarización directa. Repita este proceso para los terminales S/L2 y T/L3 mientras deja el cable – (negro) en el terminal de bus de CC (+).

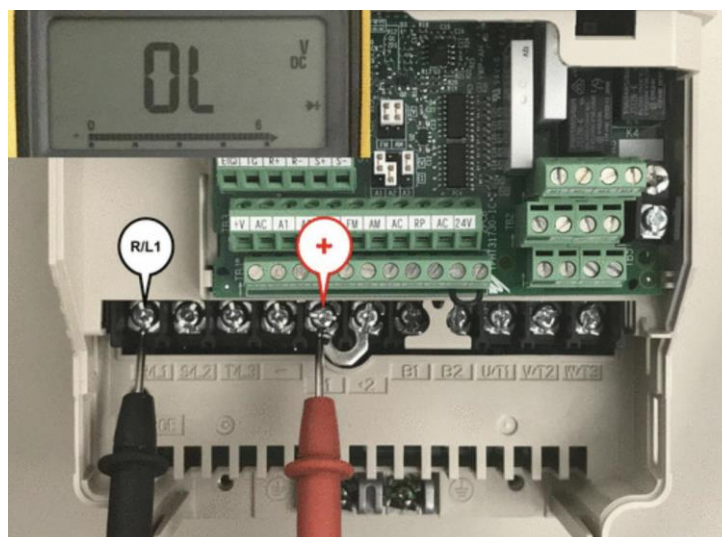




La primera sección de un VFD es la sección del rectificador de entrada, que incluye diodos de entrada que convierten las ondas de CA trifásicas en un suministro de CC positivo y negativo.

Nota: Al realizar esta medición, busque la coherencia en los tres terminales de entrada. La medida de 0,5 V CC es solo una aproximación y puede cambiar según el VFD y el tamaño del modelo. Si en algún momento el medidor marca 0 V, entonces ese diodo está en cortocircuito.

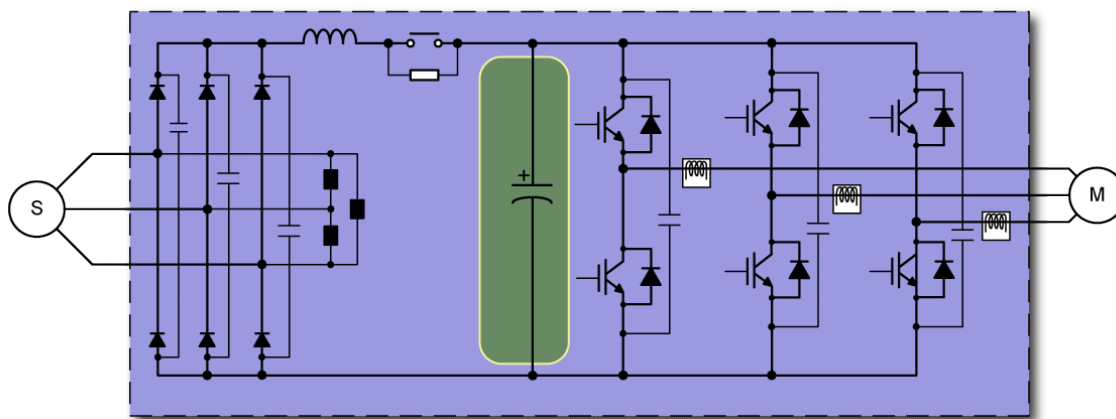
El siguiente paso es verificar la dirección de polarización inversa de los diodos. Mueva el cable – (negro) del multímetro a la terminal R/L1 y mueva el cable + (rojo) del multímetro a la terminal de bus de CC (+). Luego verifique las dos entradas restantes moviendo el cable – (negro) del multímetro a las terminales S/L2 y T/L3. El multímetro debería mostrar eventualmente (OL) después de cargar los condensadores de filtro de la unidad. OL ocurre cuando la fuente de alimentación en el medidor no puede forzar la corriente a través del diodo en la dirección establecida.



Ahora hemos comprobado todos los diodos en ambas direcciones de polarización. Si en algún momento el medidor marca 0 V, entonces ese diodo está en cortocircuito.

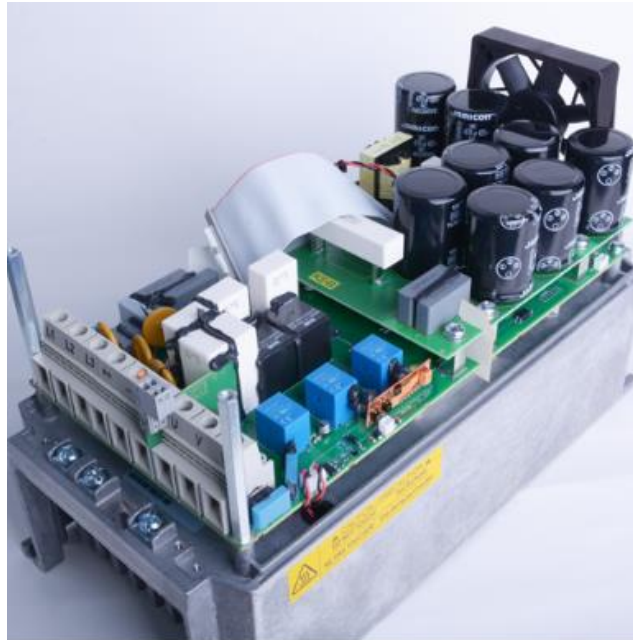
Comprobación de bus de CC en VFD

Después de que los diodos rectifican la onda de CA entrante en CC, el bus de CC o los capacitores de CC almacenan el voltaje y tienen un efecto de suavizado en la ondulación del voltaje del bus de CC. Para verificar completamente los capacitores, un ingeniero o un trabajador de la planta necesitaría sacar los capacitores individuales del sistema y usar un probador que admita capacitores de microfaradios altos.



Sección de filtrado de señal por capacitores

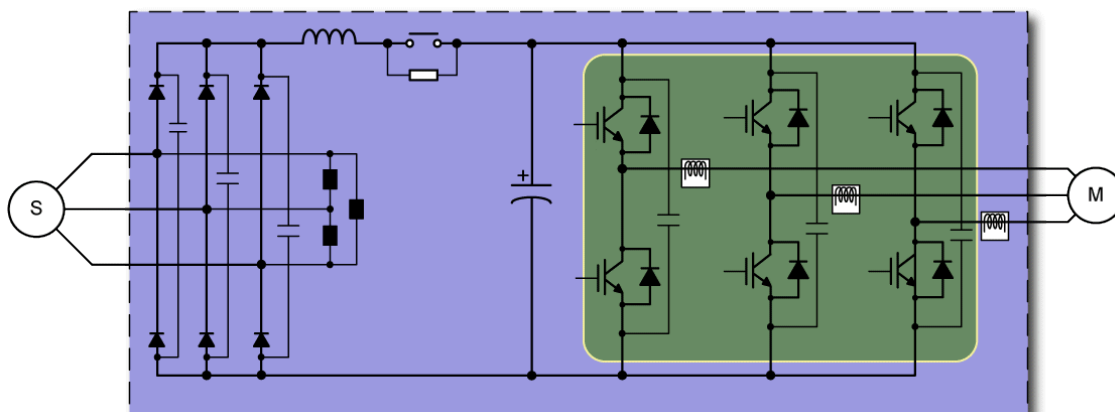
En lugar de esto (para comprobaciones sin alimentación), basta con una inspección visual para detectar cualquier signo de daño físico o fuga de líquido electrolítico del condensador. A veces, incluso es posible oler si el condensador ya no funciona... y lo más probable es que el olor sea fuerte. Si la unidad en cuestión tiene muchas horas y el personal de mantenimiento ya está reemplazando otros componentes, no es una mala idea continuar y reemplazar los capacitores del bus de CC.



Verificar el buen estado de los capacitores

Verificación de salida VFD (en el inversor)

La tercera y última sección es la sección de salida o inversor. Esto generalmente consiste en transistores bipolares de puerta aislada (IGBT). Los IGBT toman CC almacenada de los capacitores del bus y trabajan juntos para formar una onda de salida de CA simulada al motor. El VFD usa modulación de ancho de pulso (PWM) para controlar el voltaje y la frecuencia aplicada al motor. El IGBT incluye un emisor, un colector, una puerta y un diodo de rueda libre. El VFD modula los pulsos aplicados al motor variando cuánto tiempo aplica un voltaje entre las uniones de puerta-emisor del IGBT. Esto se llama puerta y sucede miles de veces por segundo.

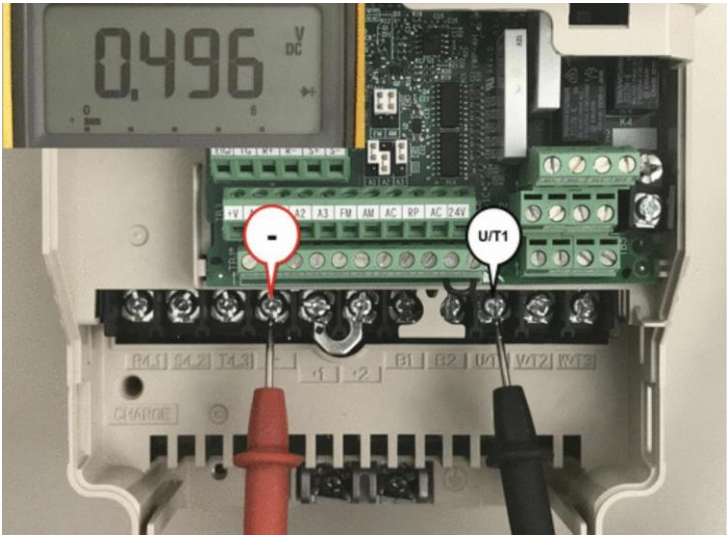


La sección final del VFD es la salida o convertidor. Los diodos de rueda libre o en antiparalelo aquí se verifican al igual que los de la entrada de la unidad.

Primer paso: Prueba de sección de rectificación e inversor

- Tome el cable positivo del multímetro y colóquelo en el terminal - del VFD.
- Tome el cable negativo del multímetro y colóquelo en cada terminal de entrada y salida del VFD uno a la vez.
- Si un terminal está bien, debería leer una caída de voltaje de 0.299 a 0.675 vdc y una lectura consistente entre todas las fases.

Paso	(+) Terminal de Prueba del Multímetro Positivo	(-) Terminal de Prueba del Multímetro Negativo	Lectura del Multímetro (Modo Prueba de diodo)
1	(-) Borne Negativo en VDF	Terminal R/L1 Terminal S/L2 Terminal T/L3 Terminal U/T1 Terminal V/T2 Terminal W/T3	0.299 a 0.675 Vdc

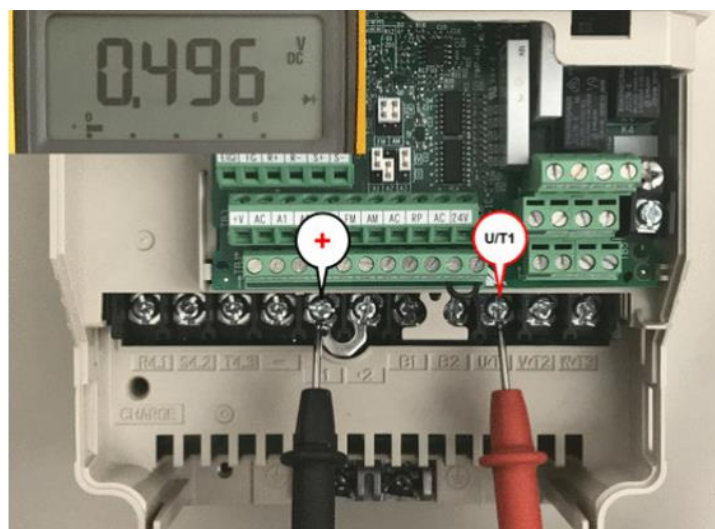


Prueba de los diodos paralelos a transistor de potencia en la sección de salida

Tercer paso: Prueba de sección de rectificación e inversor

- Toma el cable negativo del multímetro y colócalo en el terminal DC +.
- Tome el cable positivo del multímetro y colóquelo en cada terminal de entrada y salida del VFD.
- Si un terminal está bien, debería leer una caída de voltaje de 0.299 a 0.675 vdc y una lectura consistente entre todas las fases.

Paso	(+) Terminal de Prueba del Multímetro Positivo	(-) Terminal de Prueba del Multímetro Negativo	Lectura del Multímetro (Modo Prueba de diodo)
3	Terminal R/L1 Terminal S/L2 Terminal T/L3 Terminal U/T1 Terminal V/T2 Terminal W/T3	(+) Borne Positivo en VDF	0.299 a 0.675 Vdc

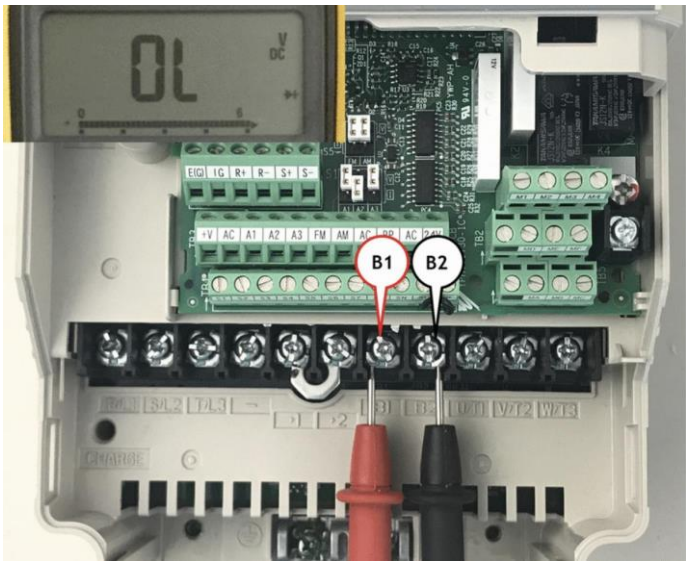


transistor de salida está abierto, lo que podría provocar que no se muestre en el teclado del operador, la pérdida de una entrada o fase de salida.

Quinto y Sexto Paso (Aplicable en variadores con transistor de frenado dinámico incorporado):

- Toma el cable positivo del multímetro y colócalo en la terminal B1.
- Toma el cable negativo del multímetro y colócalo en la terminal B2.
- Si una terminal es buena, debe indicar una lectura OL (resistencia infinita) en el medidor.
- Toma el cable positivo del multímetro y colócalo en la terminal B2.
- Toma el cable negativo del multímetro y colócalo en la terminal B1.
- Si un terminal está bien, debería leer una caída de voltaje de 0.299 a 0.675 vdc y una lectura consistente entre todas las fases.

Paso	(+) Terminal de Prueba del Multímetro Positivo	(-) Terminal de Prueba del Multímetro Negativo	Lectura del Multímetro (Modo Prueba de diodo)
5	B1	B2	OL
6	B2	B1	0.299 a 0.675 Vdc



Prueba a terminales con frenado dinámico

Capítulo 12 - Diagnóstico de fallas en motores eléctricos

Los motores eléctricos son componentes fundamentales en la industria moderna, impulsando una amplia variedad de maquinaria y procesos. Sin embargo, como cualquier equipo mecánico, están sujetos a fallas y averías. A continuación, se describen algunas de las fallas más comunes en los motores eléctricos en la industria y las causas que provocan dichas fallas:

- **Sobrecalentamiento:** El sobrecalentamiento es una de las principales causas de fallas en los motores eléctricos. Puede deberse a una carga excesiva, un mal diseño del motor, una ventilación inadecuada o una mala calidad de los rodamientos. Cuando un motor se sobrecalienta, puede dañar el aislamiento del bobinado, lo que eventualmente puede conducir a un cortocircuito y a la quema del motor.
- **Fallos en los rodamientos:** Los rodamientos son componentes esenciales en los motores eléctricos, y su desgaste es una causa común de averías. La falta de lubricación, el polvo y las partículas abrasivas, así como el desalineamiento, pueden afectar negativamente los rodamientos, provocando ruidos, vibraciones excesivas y, en última instancia, su fallo.
- **Cortocircuitos en el bobinado:** Si el aislamiento del bobinado del motor se daña debido a factores como sobrecalentamiento, humedad, vibraciones o simplemente envejecimiento, se pueden producir cortocircuitos internos. Esto puede llevar a un aumento en la corriente eléctrica y, en casos extremos, a la falla catastrófica del motor.
- **Desequilibrio en la tensión:** Una tensión desequilibrada en las fases de alimentación del motor puede generar corrientes de desequilibrio en el bobinado. Esto causa un calentamiento irregular en el motor, desgaste prematuro y posibles daños en el aislamiento.
- **Contaminación y humedad:** Los motores eléctricos ubicados en ambientes industriales a menudo están expuestos a contaminantes como polvo, suciedad, humedad y productos químicos. Estos elementos pueden infiltrarse en el motor, causando corrosión, reduciendo la eficiencia y acelerando el desgaste de las piezas internas.

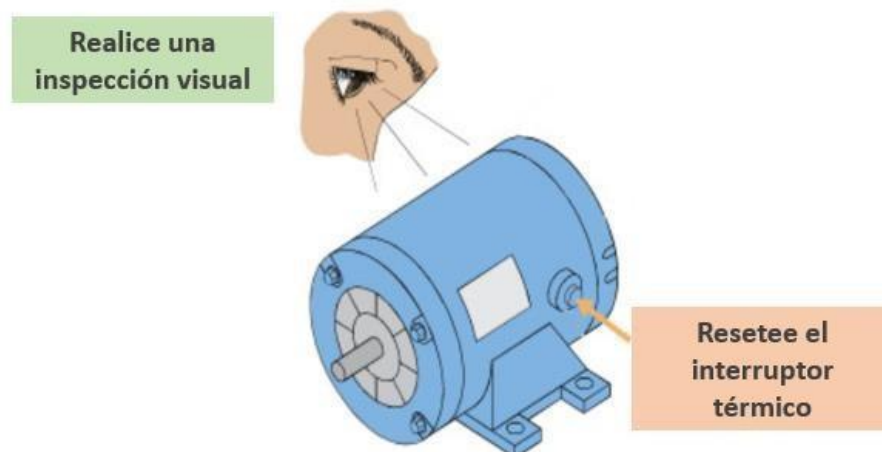
basta con vigilar las condiciones eléctricas, sino que es también necesario verificar periódicamente el estado de las partes mecánicas del motor y de la máquina que impulsa.

Diagnóstico de motores de fase partida

Un motor de fase partida tiene bobinas de arranque y marchos o trabajo. El bobinado de arranque se saca de funcionamiento automáticamente mediante un interruptor centrífugo a medida que el motor acelera. Algunos motores de fase partida también incluyen un interruptor térmico que apaga automáticamente el motor cuando se sobrecalienta. Los interruptores térmicos pueden tener un restablecimiento manual o un restablecimiento automático. Se debe tener precaución con cualquier motor que tenga un reinicio automático, ya que el motor puede reiniciarse automáticamente en cualquier momento.

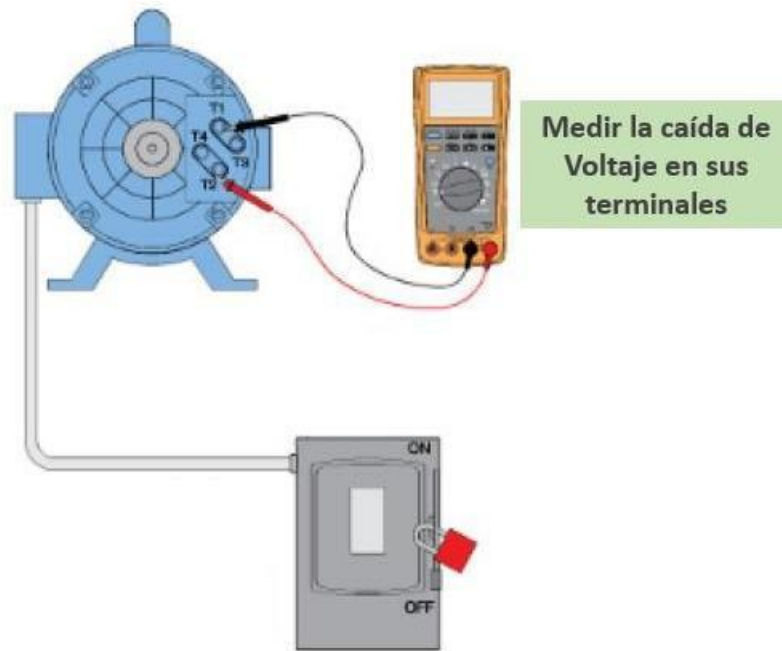
Para solucionar problemas de un motor de fase dividida, aplique el siguiente procedimiento:

1. Apague la alimentación del motor. Inspeccionar visualmente el motor. Reemplace el motor si está quemado, si el eje está atascado o si hay algún signo de daño.
2. Compruebe para determinar si el motor está protegido por un interruptor térmico. Si el interruptor térmico es manual, reinicie el interruptor térmico y encienda el motor.



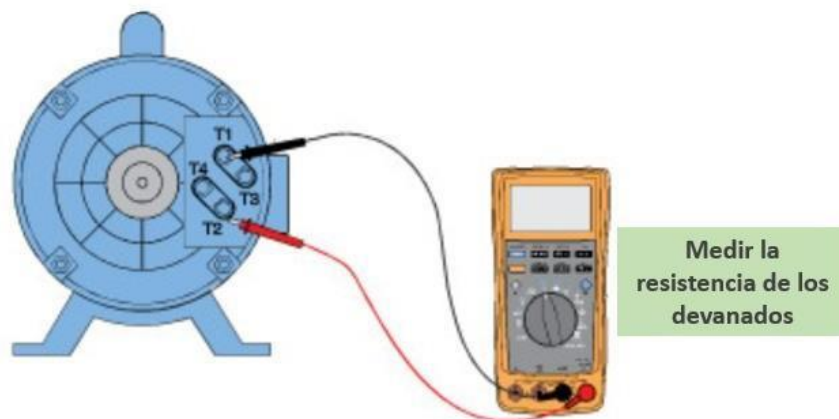
Inspección visual del motor

3. Si el motor no arranca, use un multímetro, en el ajuste de voltaje (V) para verificar el voltaje en los terminales del motor. El voltaje debe estar dentro del 10% del voltaje nominal que indica la placa en el motor. Si el voltaje no es correcto, resuelva el problema del circuito que alimenta el motor. Si el voltaje es correcto, apague el motor para poder probar el motor.



Verifique la caída de voltaje en el motor

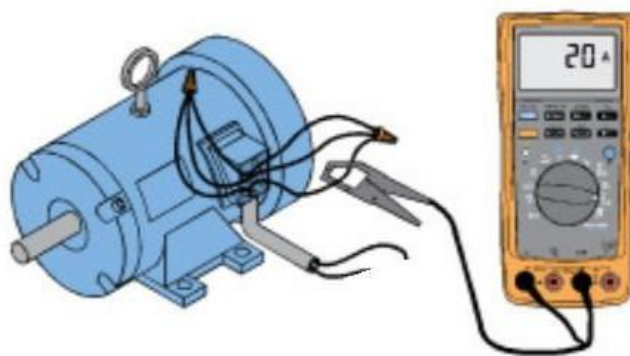
4. Baje el interruptor de seguridad en la posición de apagado. Bloquee y etiquete el interruptor de seguridad según la política de la empresa.
5. Con la alimentación apagada, conecte el multímetro, en la configuración de resistencia (Ω) a los mismos terminales del motor desde donde se desconectaron los cables de alimentación entrantes. El multímetro leerá la resistencia de los bobinados de arranque y trabajo. Dado que los devanados están en paralelo, su resistencia combinada es menor que la resistencia de cualquiera de los devanados solo.
 - a. Si el medidor lee cero, hay un corto.
 - b. Si el medidor lee el infinito, hay un circuito abierto y el motor debe ser reemplazado.



Medición de la resistencia de los devanados

arrollamiento quemadas o seriamente dañadas, no hay más remedio que proceder al rebobinado del mismo. En tal caso es aconsejable verificar a fondo el arrollamiento de trabajo antes de alojar encima del nuevo arrollamiento de arranque.

7. **Una sobrecarga excesiva.** Si se carga con exceso un motor desprovisto de dispositivo de protección, el motor empezará por zumbar y acabará calándose. La corriente de consumo debe medirse con un amperímetro y observando sobrepasa la intensidad de corriente que indica la placa de características. La causa de una corriente excesiva puede ser también un cortocircuito en un arrollamiento; sin embargo, aquí se supone que los arrollamientos ya han sido previamente comprobados y que no se ha encontrado en ellos defecto alguno.



Medida de corriente o consumo del motor

Diagnóstico de motores de condensadores

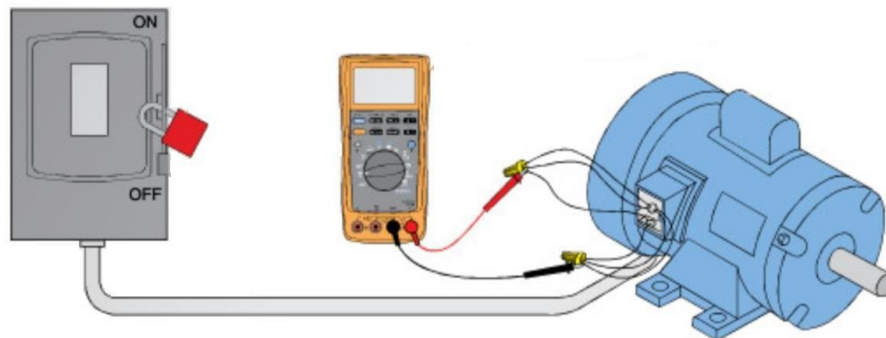
Un motor de condensador es un motor de fase partida al cual se le agrega uno o dos condensadores. Los condensadores le dan al motor más par de arranque. El diagnóstico de fallas de los motores con condensadores es similar a los motores de fase partida. El único dispositivo adicional para considerar es el condensador o capacitor.

Los condensadores tienen una vida útil limitada y suelen ser el problema en los motores de los condensadores. Los condensadores pueden dar fallas básicas en cortocircuito o en circuito abierto, o pueden deteriorarse hasta el punto de que requiere su reemplazo. El deterioro también puede cambiar el valor de un condensador, lo que puede causar problemas adicionales, arranque con un par bajo. Cuando un condensador está en cortocircuito, el devanado del motor puede quemarse. Cuando un capacitor se deteriora o se abre, el motor tiene un par de arranque deficiente. Un par de arranque deficiente puede evitar que el motor arranque, lo que generalmente disparará los dispositivos de sobrecargas.

Si el motor no arranca, la causa de la anomalía puede ser debida en principio a un defecto del condensador o a un fusible fundido, pero también cabe atribuirlo a una interrupción en los arrollamientos o en el interruptor centrífugo, a un cortocircuito en los primeros, al desgaste de los cojinetes o a una sobrecarga. El detalle de estas averías y la forma de repararlas ya han sido expuestos anteriormente.

Para diagnosticar el estado de un capacitor utilizando capacímetro o un multímetro en la función de capacitancia, aplique el siguiente procedimiento:

1. Gire la manija del interruptor de seguridad o del arrancador combinado a la posición de APAGADO. Bloquee y etiquete el interruptor de seguridad según la política de la empresa.



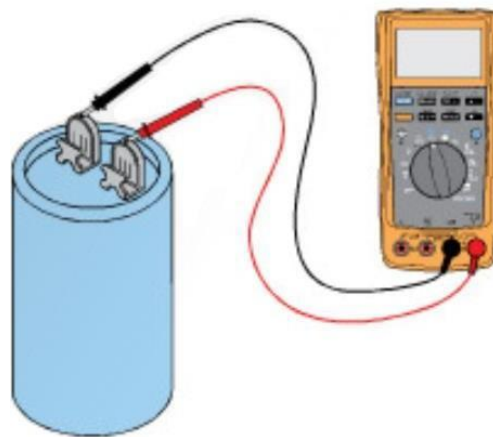
Verificar que no llegue tensión al motor para luego remover el capacitor

2. Con el multímetro, en la configuración de voltaje (V), mida el voltaje en los terminales de los motores para asegurarse de que la alimentación esté apagada.

ADVERTENCIA: Un buen condensador almacena una carga eléctrica y puede energizarse cuando se desconecta la alimentación. Antes de tocar un capacitor o tomar una medida de capacitancia, apague toda la energía y descargue el capacitor. Use un multímetro para asegurarse de que la alimentación esté apagada. A una resistencia segura de $20,000\Omega$ ($20K\Omega$ resistencia), $5W$ a través de los terminales del condensador durante 5 segundos. En capacitores muy grandes, el proceso puede tener que repetirse ya que el capacitor puede acumular una carga nuevamente después de la descarga. Utilice un multímetro para confirmar que el condensador está completamente descargado.

3. Retire la tapa del condensador.

PRECAUCIÓN: Un buen condensador mantendrá una carga, incluso cuando se desconecta la alimentación.



Medición de la capacitancia de un condensador

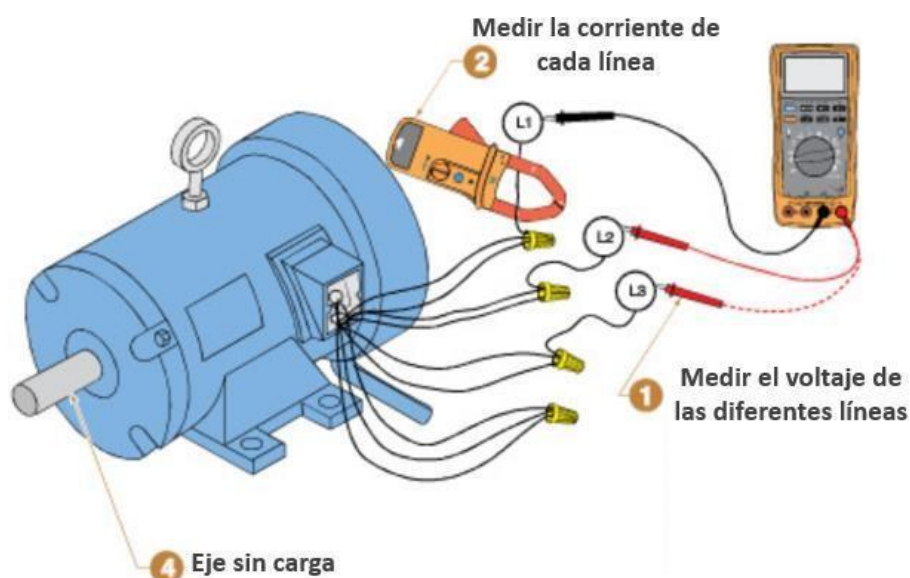
Los condensadores averiados deben reemplazarse siempre por otros nuevos que tengan la tensión nominal especificada por el fabricante del motor (pueden utilizarse condensadores de tensión nominal superior a la prescrita si el espacio lo permite). La tensión nominal del condensador suele ser a menudo mucho más elevada que la del motor, pero esto no representa ningún coeficiente de seguridad: lo que cuenta es la tensión realmente aplicada al condensador. Por consiguiente, y en virtud de la propia concepción del motor, la tensión aplicada al condensador puede alcanzar incluso 330 V aun cuando la tensión de alimentación sea de sólo 110V. Como ya se ha dicho anteriormente, pueden reemplazarse los condensadores defectuosos por otros de tensión nominal superior. Así, por ejemplo, es posible substituir un condensador de 110 V por otro de 330 V sin pérdida alguna de eficacia, siempre que disponga de espacio suficiente para albergar el mayor tamaño de este último.

Diagnósticos de motores trifásicos

Los motores trifásicos tienen menos componentes que pueden funcionar mal que otros tipos de motores. Por lo tanto, los motores suelen funcionar durante muchos años sin ningún problema. Si existe un problema en un motor 3 ϕ , este puede ser reparado o reemplazado. Por lo general, la reparación requiere que el motor se envíe a un taller de reparación de motores para su rebobinado. Si el motor tiene menos de 1 HP y más de cinco años, se reemplaza. Si el motor tiene más de 1 HP, pero menos de 5 HP, puede ser reparado o reemplazado. Si el motor tiene más de 5 HP, generalmente es reparado.

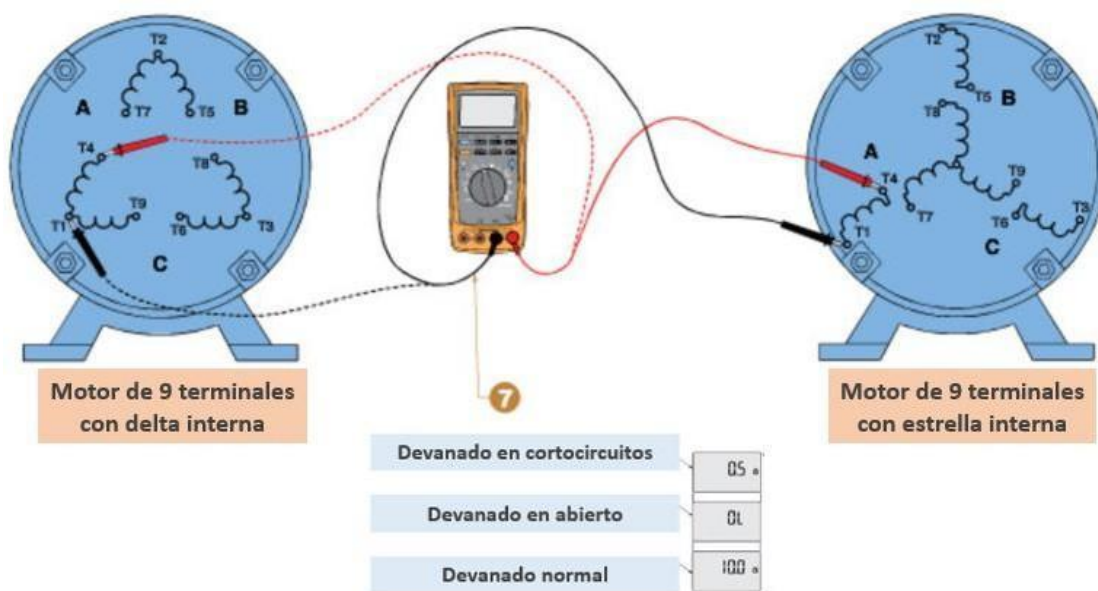
La medida para la resolución de problemas en motores 3 ϕ depende de la aplicación del motor. Si el motor se usa en una aplicación que es crítica para la operación o producción, las pruebas generalmente se limitan a verificar el voltaje en el motor. Si la tensión está presente y es correcta, se supone que el motor es el problema. A menos que sea muy grande, el motor generalmente se reemplaza en este momento para que se pueda reanudar la producción. Si el tiempo no es un factor crítico, se pueden realizar más pruebas para determinar el problema exacto. Para solucionar problemas de 3 ϕ motor, aplique el siguiente procedimiento:

1. Use un multímetro digital (DMM) para medir el voltaje en los terminales del motor. Si el voltaje está presente y en el nivel correcto en las tres fases, se debe revisar el motor. Si la tensión no está presente en las tres fases, se debe verificar la fuente de alimentación de entrada.



2. Verificar el consumo de corriente de cada línea para confirmar si el motor está en sobrecarga comparando los resultados con los datos de placa del motor. Estas corrientes deben ser sensiblemente iguales si el sistema está equilibrado, es decir, si no hay avería en el motor. Si la indicación del instrumento es muy superior para una de las fases que para las demás, es señal de que la primera tiene espiras en cortocircuito.

3. Si hay voltaje presente pero el motor no está funcionando, gire la manija del interruptor de seguridad y ubíquelo en la posición OFF. Bloquee y etiquete el interruptor de seguridad según la política de la compañía.
4. Desconecte el motor de la carga.
5. Después de desconectar la carga, encienda la alimentación para intentar reiniciar el motor. Si el motor arranca, compruebe la carga.
6. Si el motor no arranca, apáguelo y bloquee la alimentación.
7. Verifique que los devanados del motor no tengan aberturas o cortocircuitos con el multímetro. Tome una lectura de resistencia de la bobina T1-T4. Esta bobina debe tener una lectura de resistencia. Si la lectura es cero, el devando está en cortocircuito. Si la lectura es OL (sobrecarga), la bobina está abierta. Dado que el devanado de la bobina está hecho solo de alambre, la resistencia es baja. Cuanto más grande es el motor, menor es la resistencia.



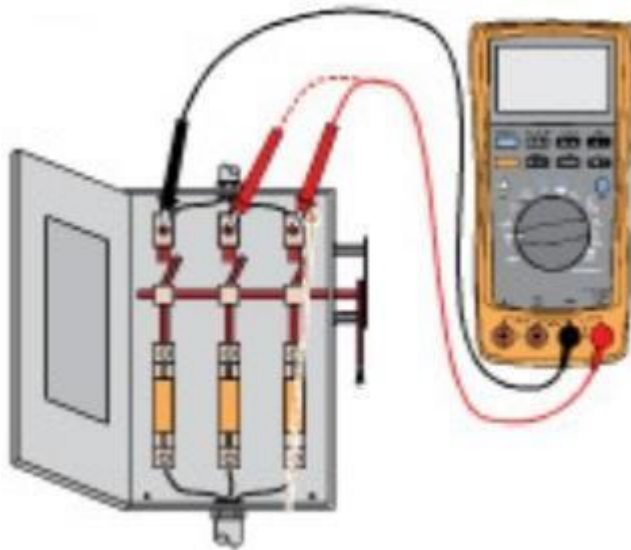
Medir la resistencia de los devanados del motor

Una vez que se ha encontrado la resistencia de una bobina, se aplican las leyes eléctricas básicas de los circuitos en serie y en paralelo. Cuando se mide la resistencia de dos bobinas, la resistencia total es el doble de la resistencia de una bobina. Al medir la resistencia de dos bobinas en paralelo, la resistencia total es la mitad de la resistencia de una bobina.

Tras la reparación o el rebobinado de un motor trifásico es preciso someter sus arrollamientos a determinadas pruebas, con objeto de detectar la presencia de posibles defectos. Dichos defectos pueden consistir en contactos a masa, interrupciones y cortocircuitos

Procedimientos para calcular (%DVL) % Desbalance Voltaje de línea	
Voltaje promedio:	$V_m = \frac{V_{L1-L2} + V_{L1-L3} + V_{L2-L3}}{3}$
Máxima desviación de voltaje:	$\Delta V = \text{voltaje mayor medido} - V_m$
% Desbalance Voltaje de línea:	$\%DVL = \frac{\Delta V}{V_m} \times 100$

Por ejemplo, ¿cuál es el desequilibrio de voltaje de un sistema de alimentación con las siguientes lecturas de voltaje?



L1 a L2 = 442 V L1 a L3 = 474 V L2 a L3 = 456 V

1. Suma de los voltajes

$$442 \text{ V} + 474 \text{ V} + 456 \text{ V} = 1372 \text{ V}$$

2. Encuentra V_m

$$V_m = V_t / 3$$

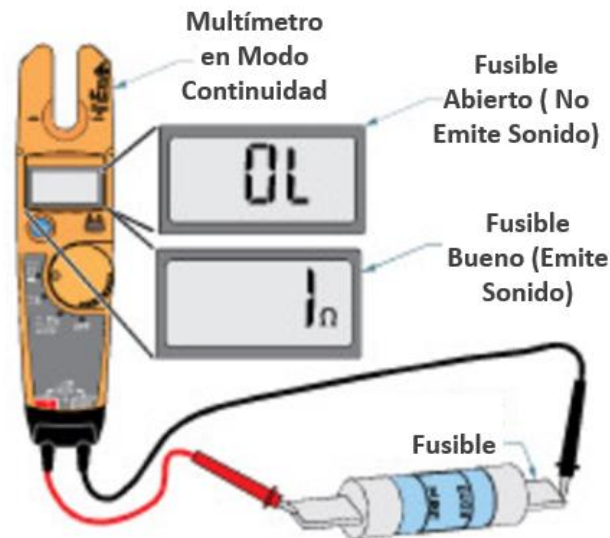
$$V_m = 1372 \text{ V} / 3 \quad V_m = 457 \text{ V}$$

3. Encuentra ΔV

$$\Delta V = V_{\text{mayor}} - V_m$$

Detección de fallas en motores trifásicos

- 1. Fusible fundido.** Se quita cada fusible y se verifica su continuidad, según indica la figura. Si la el multímetro emite un sonido, el fusible está bueno; en caso contrario, está fundido y debe ser reemplazado.



Verificación de un fusible con multímetro digital

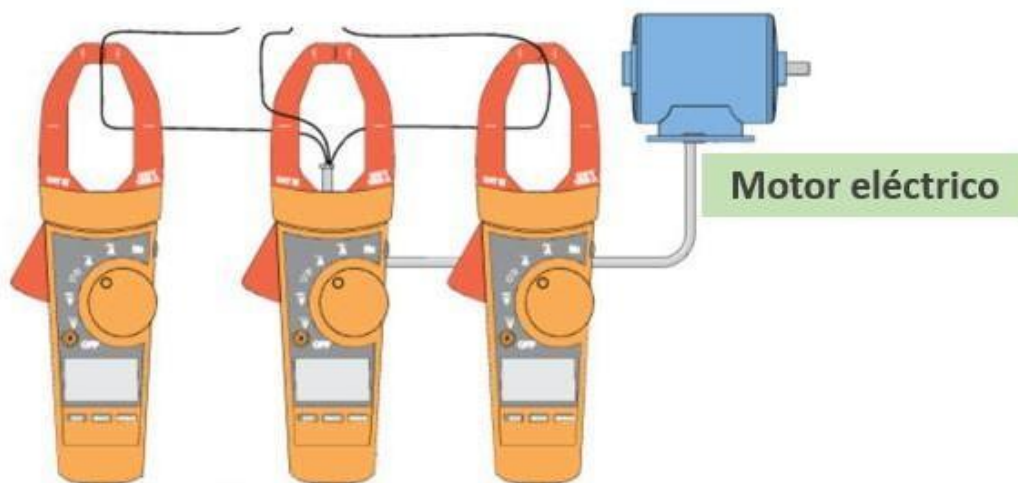
Cuando salta un fusible mientras un motor trifásico está en marcha, el motor sigue funcionando como uno monofásico. Sin embargo, puesto que sólo trabaja parte del arrollamiento, esta deberá soportar toda la carga. Por consiguiente, si el motor continúa girando en estas condiciones, aunque sea por poco tiempo, la parte activa de su arrollamiento se calentará intensamente y acabará por quemarse. Además, el motor tendrá una marcha ruidosa y dificultades para impulsar la carga.

Para comprobar si se trata efectivamente de dicha anomalía, debe apagarse el motor e intente volverlo a poner en marcha. Si el motor no arranca, es señal de que una de las fases no llega al motor.

- 2. Cojinetes desgastados.** Cuando los cojinetes están desgastados, el rotor roza contra el estator y la marcha del motor es ruidosa.

Un rodamiento averiado tiene un mayor arrastre, emite más calor y tiene una eficiencia menor debido a un problema mecánico, de lubricación o de desgaste. Un fallo en un rodamiento puede deberse a varios factores:

- Una carga más pesada que para la que se diseñó
- Lubricación inadecuada o incorrecta
- Sellado ineficaz del rodamiento
- Desalineación del eje



Medición de corriente de cada fase con Amperímetro de gancho

Corriente nominal del motor	Motor con carga por debajo	Motor a máxima carga	Motor sobrecargado
20 A	12 A	20 A	22 A
Valor de Placa De motor	Usa 0% a 95%	Usa 95% a 105%	Usa más de 105%

Medición de la corriente absorbida por cada fase con un amperímetro de gancho.

- 4. Fase interrumpida.** Si se produce alguna interrupción en un arrollamiento mientras el motor se halla en marcha, éste continuará funcionando, aunque desarrollará menos potencia; si tiene lugar mientras el motor está parado, no será posible volver a arrancarlo.

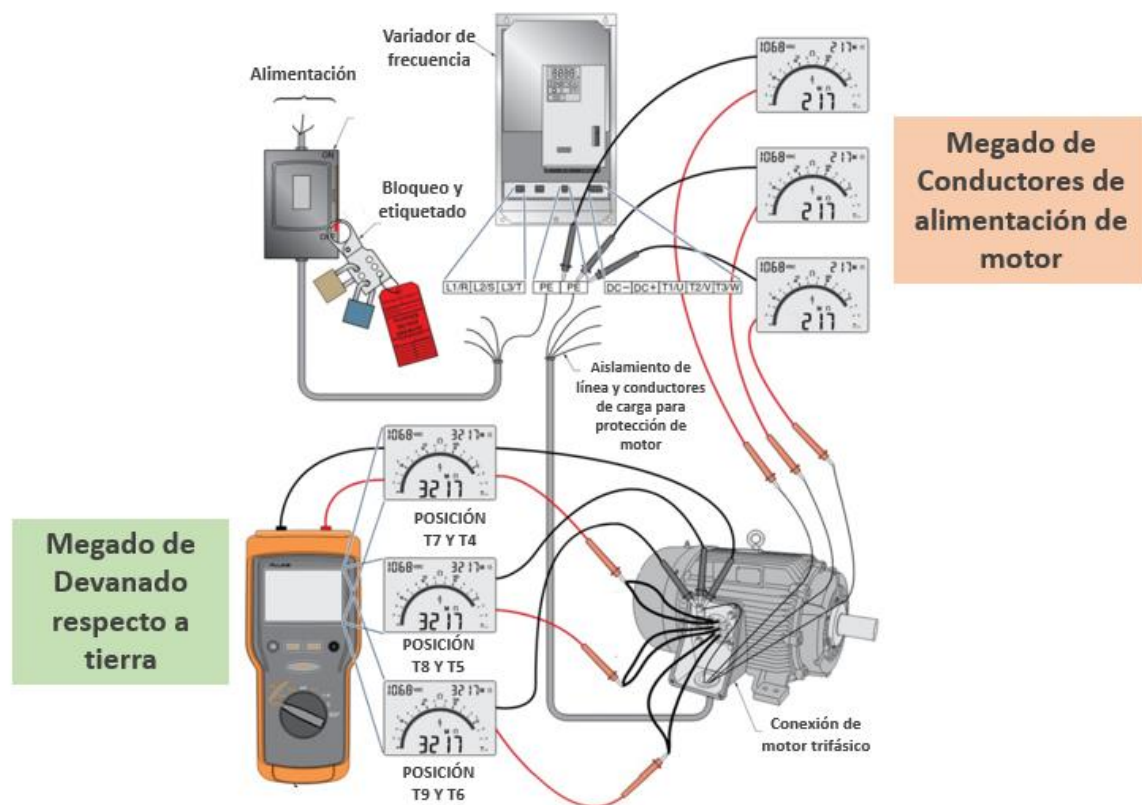
Si la interrupción radica en una bobina, será preciso substituir ésta por otra nueva. Si fuese imposible disponer de una bobina de recambio, puede solucionarse el problema dejando fuera de servicio la antigua.

Como se ve, los efectos de una fase interrumpida sobre la marcha o el arranque del motor son completamente análogos a los de un fusible fundido.

- 5. Bobina o grupo de bobinas con espiras en cortocircuito.** Los cortocircuitos entre espiras determinan una marcha ruidosa del motor y el desprendimiento de humo. Tras localizar las bobinas defectuosas, sea por inspección visual, sea midiendo la corriente absorbida por cada fase, se substituirán por otras nuevas o se dejarán fuera de servicio.

Cuando el esmalte aislante que protege el hilo se resquebraja, entran varias espiras en contacto directo y la bobina afectada se calienta intensamente, hasta

8. Presione el botón de prueba o gire la manivela y lea la resistencia que se muestra. (Esto puede tardar de 10 a 20 segundos). Cambie la resistencia del megóhmetro o el rango de voltaje si es necesario.
9. Retire el megóhmetro de los conductores.
10. Descargue el circuito o los conductores que se están probando.
11. Apague el megóhmetro.
12. Consulte al fabricante del equipo o medidor para conocer los valores mínimos de resistencia recomendados. Nota: El aislamiento está en buenas condiciones cuando la lectura del megaohmímetro es igual o superior a los valores mínimos indicados por el fabricante.



Se utiliza un megóhmetro para medir la resistencia de diferentes devanados de motor o la resistencia de un devanado de motor a tierra. Se deben tomar y registrar varias mediciones de prueba a lo largo del tiempo para proporcionar un análisis completo de la condición del aislamiento. La resistencia de aislamiento mínima aceptable depende de la clasificación de voltaje del motor.

Nota: Un motor con buen aislamiento puede tener lecturas de 10 a 100 veces la resistencia mínima aceptable. Realice el mantenimiento del motor si la lectura de resistencia es inferior al valor mínimo.

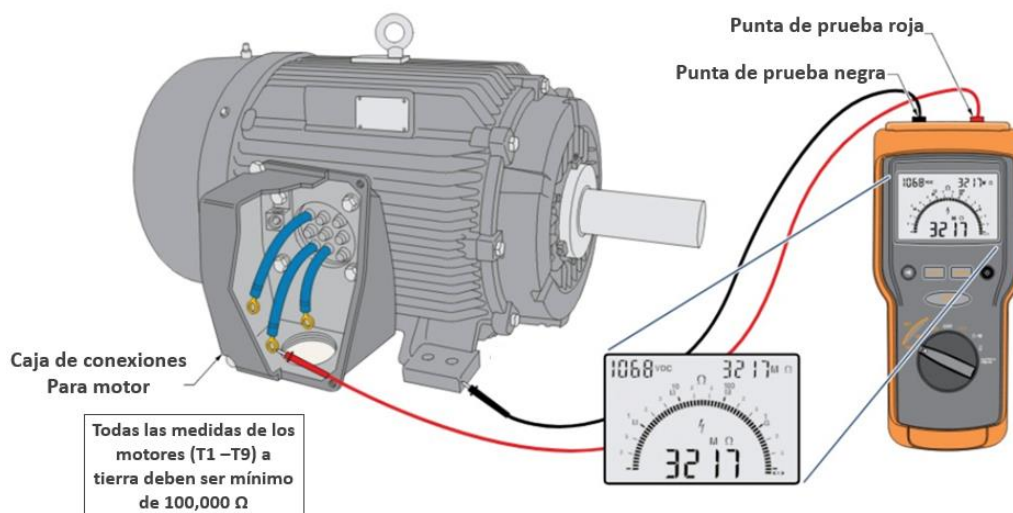
PRECAUCIÓN: Un megóhmetro utiliza alto voltaje para realizar pruebas (hasta 5000 V). Evite tocar los cables del medidor con la estructura del motor. Siga siempre los procedimientos de servicio y seguridad.

Después de realizar las mediciones de prueba de aislamiento, conecte los devanados del motor a tierra a través de una resistencia de 5 kilohms y 5 W.

El devanado del motor debe conectarse a tierra durante 10 veces el tiempo de prueba del motor para descargar la energía almacenada en el cableado.

Prueba de megger para comprobar el aislamiento de un bobinado a tierra, para comprobar la conexión a tierra del devanado del estator.

Después, aislar el motor del circuito a través de los terminales T1, T2, y T3. En primer lugar comprobar la resistencia de aislamiento entre la tierra y T1, a continuación, la tierra y T2, y, finalmente, la tierra y T3, comprobar resistencias de aislamiento de los conductores, así como de otros dispositivos.



Prueba de resistencia de aislamiento de los devanados del motor respecto a tierra

Si la resistencia de aislamiento de cualquier rama muestra cero o una lectura muy baja, entonces se puede concluir que existe una falla en el aislamiento.

Esta prueba también se utiliza en la detección de fallos, para comprobar si hay motores o cables conectados a tierra y para el control de fallo de aislamiento de los conductores.

Capítulo 13- Recomendaciones finales

No seas un héroe, tu seguridad es más importante

Es fundamental comprender que al detectar una falla eléctrica, la seguridad personal es de suma importancia y debe tener prioridad sobre cualquier otra consideración. No se debe intentar actuar como un "héroe" arriesgando la propia vida o integridad física para resolver un problema eléctrico.

Antes de comenzar cualquier proceso de resolución de problemas, es crucial tener en cuenta las preocupaciones de seguridad. La seguridad personal y la integridad del elemento que se está reparando son aspectos fundamentales que deben ser prioritarios en cualquier situación. Al abordar problemas de seguridad, es esencial considerar lo siguiente:

Capacitación y conocimiento: Asegúrate de tener el conocimiento y la capacitación adecuados para abordar el problema en cuestión. Si no te sientes seguro o no tienes experiencia en la reparación o resolución de problemas específicos, busca asistencia de alguien con experiencia o expertise en el área.

Uso de equipo de protección personal (EPP): Siempre utiliza el equipo de protección personal necesario para realizar cualquier trabajo. Esto puede incluir gafas de seguridad, guantes, casco, calzado de seguridad y otros equipos según las circunstancias. El EPP adecuado protegerá tu integridad física mientras trabajas.

Desconexión de energía: Antes de realizar cualquier reparación en un sistema eléctrico o electrónico, asegúrate de desconectar la energía y bloquear las fuentes de alimentación para evitar descargas eléctricas y daños a los componentes. Verifica que no haya corriente residual antes de tocar cualquier cable o componente.

Identificación de peligros potenciales: Evalúa los posibles peligros asociados con el sistema o elemento que estás reparando. Esto puede incluir riesgos eléctricos, químicos, mecánicos o ambientales. Toma las precauciones necesarias para minimizar los riesgos y evitar accidentes.

Planificación y preparación: Antes de iniciar cualquier resolución de problemas, planifica el enfoque y las medidas de seguridad necesarias. Conoce la ubicación de las salidas de emergencia y los equipos de primeros auxilios, y asegúrate de que haya suficiente iluminación y ventilación en el área de trabajo.