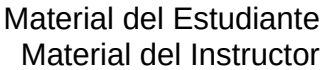




ELECTRICIDAD APLICADA A EQUIPOS CAT

Preparado por: Felipe Rau A.

DEPARTAMENTO DE CAPACITACIÓN
FINNING CHILE S.A.



NOTAS DEL ESTUDIANTE

[illegible]

INDICE DE CONTENIDOS

Material Necesario (Solo en Material del Instructor)	4
Herramientas necesarias (Solo en Material del Instructor)	5
Planificación Diaria (Solo en Material del Instructor)	6
 Descripción del Curso	 7
Contenidos	7
Habilidades de los asistentes	8
 Plan del Curso	 10
Presentación y objetivos	10
Módulo I Conceptos Básicos de Electricidad	12
Módulo II Baterías y Conectores	78

MATERIAL NECESARIO

(Esta hoja corresponde solo al Material del Instructor)

- Presentación Power Point
- CD Curso electricidad I y II

HERRAMIENTAS NECESARIAS

(Esta hoja corresponde solo al Material del Instructor)

- Multímetro digital 6V-7070
- Amperímetro de abrazadera 8T900
- Maleta Simuladora "Grupo de Componentes Eléctricos"
- Notebook
- Equipo Caterpillar

CONTENIDO

DESCRIPCIÓN DEL CURSO Electricidad Aplicada a Equipos CAT

Tiempo de Duración: 5 días

La clase en el salón (aproximadamente el 30% del curso) será un repaso a los conceptos básicos de Electricidad, además de una descripción y aplicación del instrumental eléctrico de Caterpillar, como es el Multímetro Dígital y el Amperímetro de Mordaza, usando Presentación en Power Point, instrumental, alguna máquina, etc.

Contando con la experiencia de los asistentes podremos tipificar conceptos erróneos de electricidad y las principales dificultades que existen para no utilizar en forma correcta el instrumental. Se realizarán pruebas escritas para evaluar el rendimiento de la clase.

Durante los laboratorios (aproximadamente 70% del curso) los estudiantes tendrán la oportunidad de utilizar el instrumental eléctrico para realizar mediciones en la maleta simuladora llamada "Grupos de Componentes eléctricos" y en el equipo caterpillar.

- **Electricidad Básica** – Los estudiantes interpretarán los conceptos básicos de electricidad y la simbología de los componentes CAT, para utilizarlos en el diagnóstico de averías en los distintos circuitos eléctricos en las máquinas Caterpillar.
- **Baterías y Conectores** – Los estudiantes interpretarán la mantención de baterías y reparación de conectores

HABILIDADES

HABILIDADES DE LOS ASISTENTES

Al término de este curso, los estudiantes estarán en capacidad de realizar los siguientes procesos:

- Medir voltaje, corriente, resistencia y continuidad en un circuito y componentes eléctricos utilizando el multímetro Dígital (6V-7070) de Caterpillar.
- Interpretar el esquema del sistema eléctrico para la localización de componentes tanto en el esquema, como en la máquina y así utilizar el amperímetro de mordaza para realizar mediciones de corrientes en los componentes localizados.

PLAN DEL CURSO

PRESENTACION y OBJETIVOS

MODULO I: CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

- Lección 1: Naturaleza de la electricidad y relaciones eléctricas
- Lección 2: Componentes Eléctricos comunes
- Lección 3: Análisis de un circuito básico
- Presentación en Power Point
- Laboratorio en el salón de clases
- Resumen del Módulo

MODULO II: BATERÍAS Y CONECTORES

EVALUACION Y TERMINACION DEL CURSO

DURACION DEL CURSO 5 DÍAS

Los tiempos aproximados se dan para que el usuario estime que tiempo tomará el curso y cada módulo en particular. Todos los módulos y los objetivos pueden ser cubiertos en cinco días. El tiempo total no incluye tiempo de almuerzos o descansos, se debe tomar una hora extra por cada día para cubrir estas necesidades.

La evaluación del curso corresponde 40% de las hojas de trabajo y 60% del test final.

MODULO I: CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

El propósito de este módulo es dar un repaso a los conceptos de electricidad básica, Identificación de componentes eléctricos comunes y un análisis de circuitos básicos.

OBJETIVOS DEL MODULO

Al término de este módulo, el estudiante estará en capacidad de:

- Identificar y explicar que se entiende por electricidad y movimientos de electrones.
- Explicar y calcular, mediante el empleo de la ley de ohm, los conceptos de voltaje, corriente y resistencia de un circuito simple.
- Identificar los componentes eléctricos más comunes en un sistema Caterpillar.
- Analizar un circuito eléctrico de acuerdo a estándares Caterpillar en un 100%.

**INFORMACION
PRELIMINAR**

Lección 1: Naturaleza de la electricidad y Relaciones eléctricas

Esta lección le ayuda a familiarizarse con la naturaleza de la electricidad, además de reconocer la relaciones eléctricas básicas que rigen la electricidad.

**MATERIAL
NECESARIO**

- Material del estudiante
- Presentación en Power Point
- Notebook

**INFORMACION
PRELIMINAR**

Lección 2: Componentes Eléctricos Comunes

Esta lección le ayuda a identificar los Componentes Eléctricos comunes tales como: fuentes de voltaje, conductores, dispositivos de protección y electromagnéticos, lámparas e interruptores.

**MATERIAL
NECESARIO**

- Material del Estudiante
- Presentación en Power Point
- Notebook

**INFORMACION
PRELIMINAR**

Lección 3: Análisis de un circuito básico

Esta lección le ayuda a familiarizarse con un análisis básico de los circuitos eléctricos, además de describir la relación entre voltios, amperios y ohmios, y explicar su comportamiento en circuitos serie y paralelo.

**LABORATORIO
DE CLASE**

Presentación en el salón de clase: Chequear los conocimientos adquiridos en esta lección: Utilizando la hoja de Trabajo N°1 “**Circuitos Serie - Paralelo**”, realizar las instrucciones solicitadas.

**MATERIAL
NECESARIO**

- Material del Estudiante.
- Hoja de Trabajo N°1 “**Circuitos serie - Paralelo**”
- Presentación en Power Point.
- Notebook.

Lección 1: Naturaleza de la electricidad y Relaciones Eléctricas

Esta lección le presentará una de las grandes fuerzas de la naturaleza: la electricidad.

El estudio formal de la electricidad continúa desconcertando a los científicos aun después de cientos de años.

Pero un conocimiento práctico de la electricidad depende de la comprensión de solo unos cuantos conceptos básicos.

La electricidad es una propiedad básica de la materia: los sólidos, los líquidos y los gases que componen el universo.

Por esta razón comenzamos esta exploración de la electricidad revisando la estructura básica de la materia.

Estructura básica de la materia

Elementos

Toda la materia se compone de materiales básicos llamados elementos.

El hidrógeno, el oxígeno, el carbón, el cobre y el uranio son ejemplos de ellos, ciertos materiales son combinaciones de elementos el agua, por ejemplo, es una combinación de Hidrógeno y Oxígeno.

Cobre

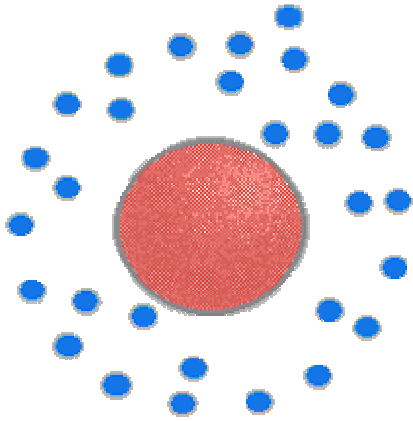
Otros materiales contienen solo un elemento, por ejemplo el cobre puro

1																	18
1 H	2											13	14	15	16	17	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

La figura muestra la tabla periódica de elementos, en ella se ubica el elemento Cobre.

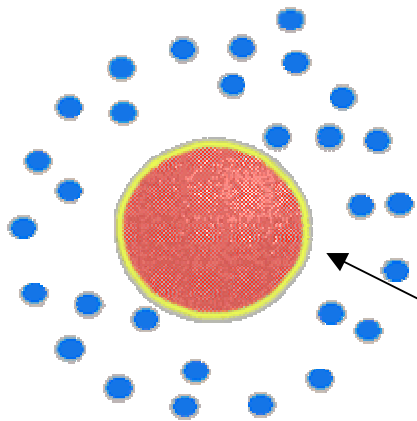
Símbolo elemento Cu

Átomos



Cada uno de los elementos está compuesto de componentes discretos llamados átomos. Cada elemento posee una clase diferente de átomo, es decir, un átomo con una estructura física única. Estas clases diferentes de átomos explican los comportamientos eléctricos diferentes de la materia. Para ver como esto ocurre, observemos detenidamente un átomo de cobre, un material que se encuentra a menudo en la aplicaciones eléctricas.

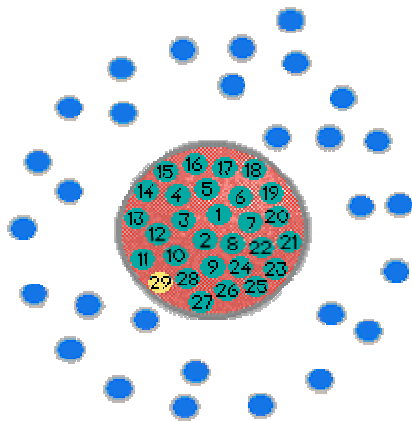
Núcleo



En el centro de cada átomo hay un núcleo

Núcleo

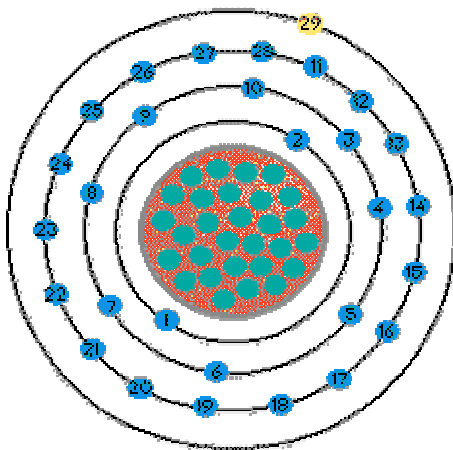
Protones



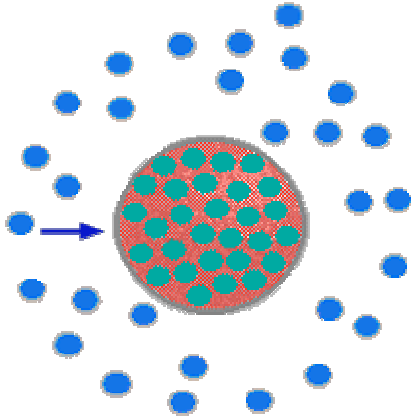
El núcleo contiene una o más partículas llamadas protones.

El cobre tiene 29 protones en el núcleo.

Electrones



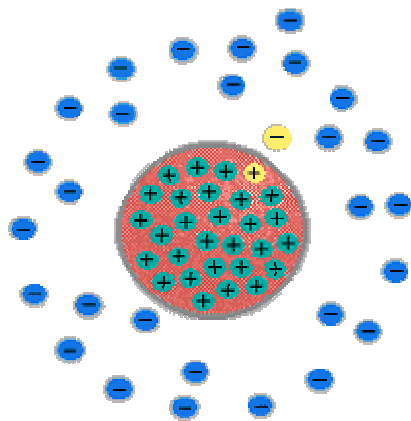
El núcleo de cada átomo está rodeado por una ó más partículas que giran en órbita, llamadas electrones, por ejemplo, un átomo de cobre contiene normalmente 29 electrones.

Carga

Una fuerza de atracción entre cada protón y electrón mantiene a los electrones en sus órbitas alrededor del núcleo.

La naturaleza exacta de esta fuerza se desconoce, pero su comportamiento puede comprenderse en términos de carga.

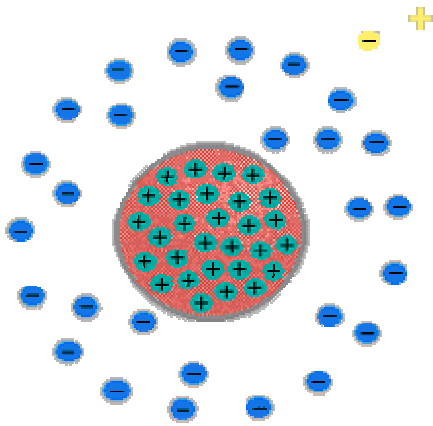
Se dice que los protones del núcleo poseen una carga positiva que atrae la carga negativa de cada electrón.

Estado de equilibrio

Las cargas de los protones y de los electrones son iguales en fuerza pero opuestas en signo (+ -).

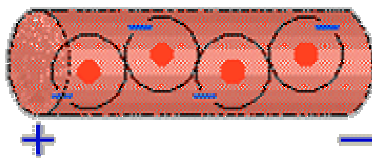
Cuando el número de electrones en un átomo es idéntico al número de protones, existe un estado de equilibrio. Fuera de sí, el átomo no ejerce una fuerza de atracción positiva o negativa.

Estado de desequilibrio



Considere lo que sucedería si una carga positiva fuera del átomo, sacara uno de los 29 electrones fuera de su órbita alrededor del núcleo. Los electrones restantes no podrían, en lo sucesivo, equilibrar la carga de los protones en el núcleo. El átomo posee ahora una carga positiva y ejercerá una fuerza de atracción sobre los electrones de los átomos vecinos.

Flujo de electrones

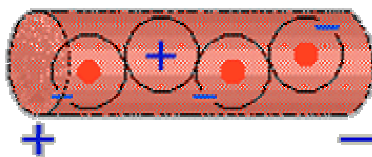


Considere ahora el efecto de una carga positiva aplicada a un extremo de una sección de alambre que forma parte de un circuito eléctrico, y una carga negativa aplicada al otro extremo.

La carga positiva separa un electrón de cada átomo al extremo del alambre, y los átomos de ese extremo tendrán carga positiva.

Estos átomos ejercerán a su vez una fuerza de atracción positiva en los átomos de cobre contiguos y separarán un electrón de cada una de sus órbitas.

Los átomos vecinos se convierten en átomos con carga positiva y separan electrones de los átomos de su derecha.



El proceso continúa ininterrumpidamente, hasta que las cargas negativas al otro extremo del alambre reemplacen a los electrones separados de los átomos en el alambre.

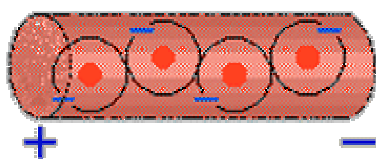
El flujo de electrones través del circuito continuará mientras se sostenga la carga.

Corriente, voltaje y resistencia

El voltaje, la corriente y la resistencia son las características básicas de la electricidad comunes todos los circuitos eléctricos.

1. Corriente

Se le llama corriente al flujo de electrones a través de un conductor.



Por lo tanto, la corriente es una medida del número de electrones que fluyen en un circuito.

Mientras más electrones pasen por segundo, por un punto dado de un circuito, mayor es la corriente.

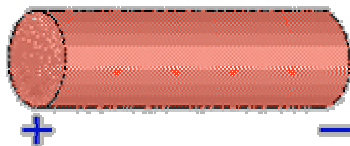
La cantidad de corriente que fluye depende del voltaje y de la resistencia del circuito.

La fuerza que produce el flujo de corriente, causado por la diferencia de carga en los extremos del alambre, se llama voltaje.

Este es otro aspecto de la electricidad y de los circuitos eléctricos que usted debe conocer.

Todos los materiales se oponen en cierta medida al flujo de corriente, esta oposición se le llama resistencia.

2. Voltaje



La diferencia en carga eléctrica entre dos puntos, como la existente en los extremos de este alambre de cobre, es comparable con la energía eléctrica almacenada en una batería.

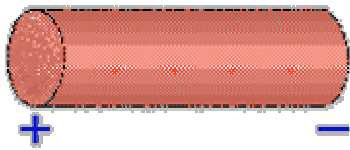
Voltaje es la medida de la fuerza producida por esta diferencia en carga, la cual es capaz de mover los electrones a través del alambre desde el extremo con carga negativa hasta el extremo con carga positiva.

Efecto del voltaje cambiante

Mientras mayor sea la diferencia de carga entre los dos extremos, mayor será el voltaje, mayor la fuerza disponible para mover electrones. Puesto que el voltaje describe a la electricidad como la fuerza disponible para mover electrones en un circuito:

1. Si el voltaje de un circuito se incrementa, la velocidad a la que los electrones fluirán en ese circuito también se incrementa.
2. Si el voltaje de un circuito disminuye, la velocidad a la que los electrones fluirán en ese circuito también disminuye.

3. Resistencia



Resistencia es la oposición al flujo de corriente en un circuito.

La resistencia se produce por dos motivos:

La renuencia de los átomos del material a entregar un electrón a los átomos vecinos, y el choque entre electrones y átomos a medida que los electrones se mueven a través de un conductor.

Efecto de la resistencia cambiante

Puesto que la resistencia es la oposición al flujo de electricidad en un circuito:

1. Si se incrementa la resistencia en un circuito, el flujo de corriente disminuye.
2. Si la resistencia de un circuito disminuye, el flujo de corriente se incrementa.

Circuitos eléctricos

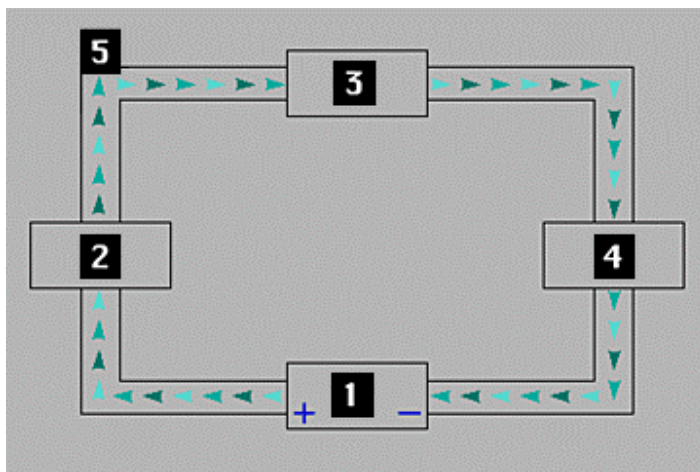
Este modelo de comportamiento eléctrico posee dos componentes: una fuente de energía eléctrica y un conductor.

Si bien estos componentes por tratarse de un circuito eléctrico simple, son adecuados para explicar el comportamiento de la electricidad, no conforman en sí un circuito eléctrico muy útil.

Circuito simple

Un circuito eléctrico Caterpillar práctico incluye, como mínimo, una fuente de voltaje (1), algunos medios de protección del circuito en caso de falla (2), los medios para controlar el circuito (3), una carga que realice algún trabajo útil (4), los conductores (5).

Los conductores permiten que la corriente fluya (flechas), desde una fuente de energía eléctrica a través de varios componentes y regrese a la fuente de voltaje.



La gama de los circuitos puede abarcar desde el simple ejemplo mostrado aquí hasta fuentes con estructuras mucho más complejas, con conductores y otros componentes eléctricos.

Tipos de circuitos

Los circuitos están divididos en dos grandes categorías de acuerdo con la clase de corriente que fluya en ellos:

Fig.1

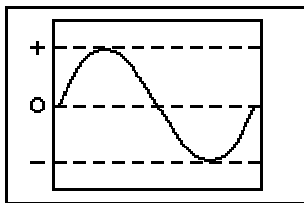
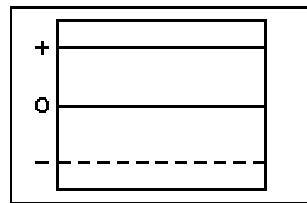
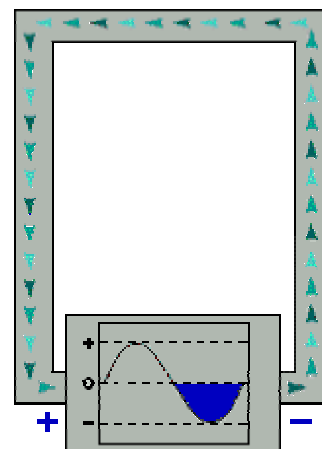
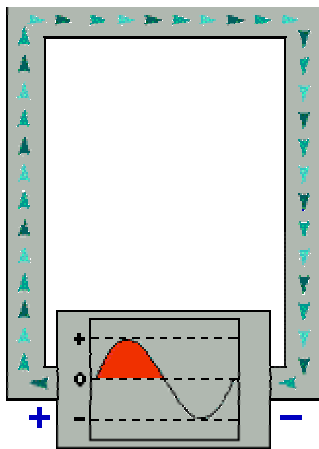


Fig.2



1. Circuitos de corriente alterna.
2. Circuitos de corriente continua.

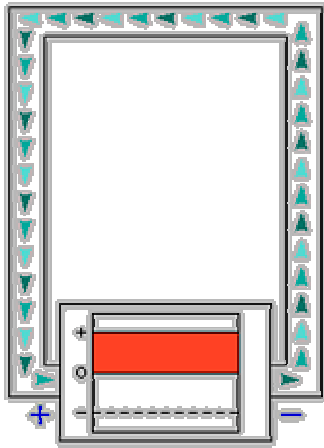
Circuitos de corriente alterna



La corriente alterna es un flujo de electrones que comienza en cero y se incrementa al máximo en un sentido y entonces disminuye hasta cero, invierte su sentido, y llega al máximo en sentido opuesto.

Esta alternancia se repite a intervalos rápidos y regulares, y se llama frecuencia. Este es el tipo de corriente que llega a su hogar para uso en los aparatos electrodomésticos.

Circuitos de corriente continua



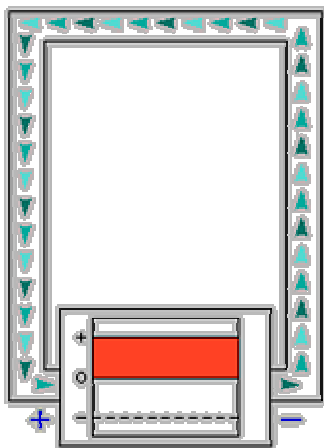
La corriente continua es un flujo ininterrumpido de electrones en un sentido. La energía de una linterna es un ejemplo de corriente continua.

Los sistemas eléctricos Caterpillar descritos en este curso utilizan circuitos de corriente continua. Por esta razón, nuestro examen de los conceptos eléctricos se concentrará en los circuitos de corriente continua.

La corriente continua fluye en una sola dirección pero, ¿qué dirección es esta?

La respuesta depende de si estamos hablando acerca del flujo de corriente convencional o del flujo de corriente electrónica.

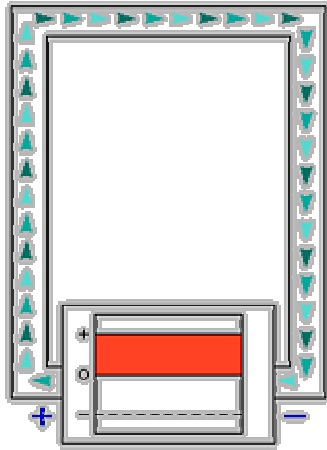
Circuito de corriente electrónica



Si nos referimos al sentido en que los electrones fluyen en un conductor, estamos hablando acerca del flujo de corriente.

Se supone que la corriente electrónica fluya desde la región con más carga negativa hacia la región con más carga positiva del extremo de la fuente.

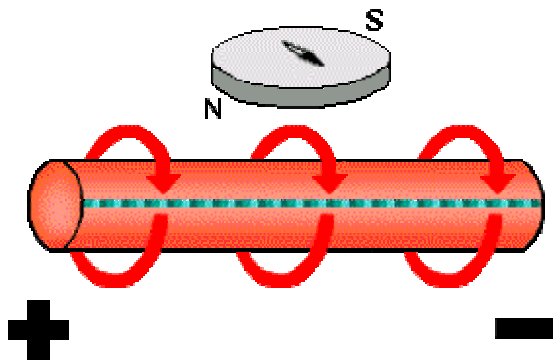
Circuito de corriente convencional



Se supone, por otro lado, que la corriente convencional fluya desde la terminal positiva de la fuente a través del circuito extremo y regrese la terminal negativa de la fuente.

La corriente convencional es utilizada por Caterpillar para el análisis de todos sus circuitos eléctricos.

Electromagnetismo

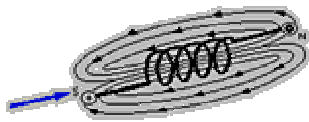


El flujo de corriente través de un conductor produce la formación de un campo de energía magnética alrededor del conductor.

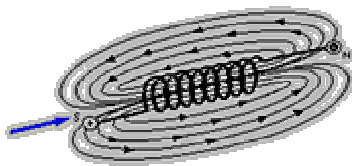
Como todo campo magnético, este campo posee orientación, y es capaz de desviar el imán de una brújula.

Aumento de potencia del campo electromagnético

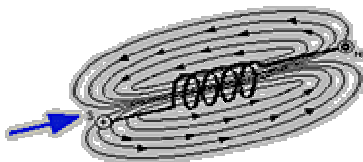
La potencia de un campo electromagnético alrededor de un cable puede aumentarse de diferentes maneras:



Una de estas maneras es conformar el alambre en forma de bobina. Esto fortalece el campo magnético y produce un electroimán capaz de atraer o repeler los metales que contengan hierro.



Otra manera es incrementar el número de vueltas del alambre en la bobina, mientras más vueltas de alambre tenga el electroimán, mayor será su potencia.

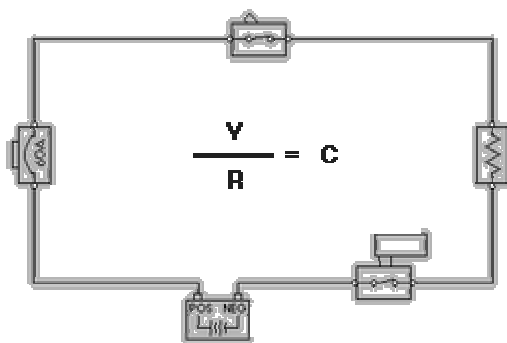


Y otra forma es incrementar la corriente a través del conductor, mientras más alta sea la corriente, mayor será la potencia del electroimán.

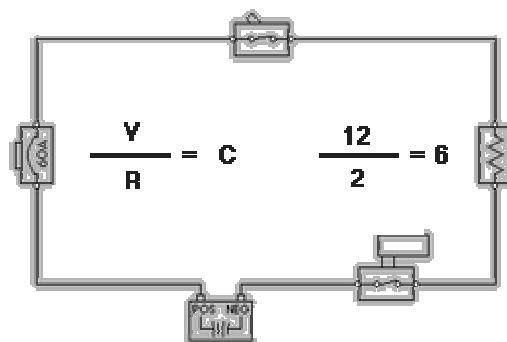
Los electroimanes tienen muchos usos en los sistemas eléctricos Caterpillar.
En La lección Componentes Eléctricos Comunes presentaremos información adicional acerca de los electroimanes.

Relaciones eléctricas

Utilicemos este circuito simple para explorar las relaciones entre voltaje, corriente y resistencia.

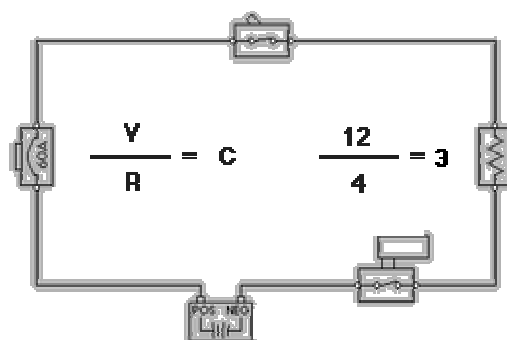


El voltaje y la resistencia determinan conjuntamente cuanta corriente fluye en el circuito. La relación entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito de Corriente Continua se describe en la formula que aquí se muestra como voltaje (V) dividido entre la resistencia (R) igual a corriente (I).



Por ejemplo, si el voltaje de la batería es de 12 voltios, la resistencia de los resistores es de 2 ohmios, la corriente será de 6 amperios.

Examine La fórmula cuidadosamente. Usted también puede utilizarla para predecir otros resultados.



Por ejemplo, si la resistencia en este circuito fue incrementada en 4 ohmios mientras el voltaje permanecía igual (12 voltios), la corriente decrecerá a 3 amperios, usted puede verificar esta predicción por medio de la medición.

Esta relación entre voltaje, corriente resistencia es verdadera para todos los circuitos de Corriente Continua.

Ley de Ohm

Usted puede utilizarla para deducir que sucede con el voltaje, la corriente y la resistencia cuando se sabe lo que está sucediendo con los otros dos.

A esta relación se le llama ley de Ohm.

¿Cuándo utilizamos la ley de Ohm?, usualmente representamos la corriente como **I**, el voltaje como **V (por fuerza electromotriz)** y la resistencia como **R**.

La formula también puede expresarse como:

$$V = I \times R,$$

$$R = V / I$$

Es probable que el uso más común de la ley de Ohm en la localización de averías, sea para encontrar la corriente en un circuito cuando se conocen el voltaje y la resistencia.

Energía eléctrica

Si el voltaje y la corriente definen la energía, ¿qué es la energía eléctrica?

La energía eléctrica es la relación a la que dicha energía es disipada y utilizada por una carga para realizar un trabajo.

La energía se calcula por la multiplicación del voltaje en toda la carga por la corriente a través de la carga.

Energía = Voltaje x Corriente

Si de nuevo utilizamos **V** e **I** para representar el voltaje, la corriente, respectivamente, y **W** para representar la energía eléctrica en vatios, La formula para calcular la energía es:

$$W = V \times I$$

¿Que sucede con el flujo de corriente cuando el voltaje en toda la carga se incrementa?

Según la ley de ohm a medida que el voltaje se incrementa, la corriente se incrementa en proporción directa.

En otras palabras, si el voltaje (**V**) se duplica, la corriente (**I**) se incrementará también al doble, debido que **$2 I = 2 V / R$** .

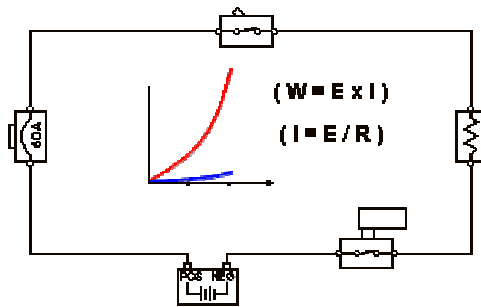
¿Qué le sucede a la energía que será absorbida por la carga en este circuito si el voltaje en toda la carga se duplica?,
La energía, que es voltaje multiplicado por corriente, se incrementa por un factor de 4, debido que:

$$4W = 2V \times 2I$$

Efecto de los cambios de voltaje

Según la Ley de Ohm, a medida que el voltaje se incrementa, la corriente se incrementa en proporción directa.

Si el voltaje y la corriente se incrementan, la energía se incrementa.



Este gráfico muestra el efecto del incremento de voltaje en la corriente (Línea azul), la energía (Línea roja) en la carga.

Si la carga es un resistor, esta energía incrementada se convierte en calor, por lo tanto, la línea que muestra la energía incrementada podría representar también la temperatura incrementada, en algún momento, la línea estará sobrecargada.

Lección 2: Componentes Eléctricos comunes

1. Fuentes de voltaje

En los sistemas eléctricos Caterpillar, una fuente de voltaje realiza una de dos funciones: puede suministrar energía, puede transmitir información.

1.1 Fuentes que suministran energía

Todas las fuentes de voltaje proveen a los sistemas eléctricos, la energía que necesitan para su funcionamiento.

Dos ejemplos comunes de fuentes de voltaje que suministran la energía en los sistemas eléctricos Caterpillar son las baterías, las cuales almacenan energía eléctrica y los alternadores, que generan energía eléctrica.

Batería

Una batería es una fuente de voltaje que almacena energía para ser utilizada por un sistema eléctrico.

Los alternadores recargan las baterías después del arranque de un motor, proveen todas las necesidades de los sistemas eléctricos después que el motor esté en marcha.

En la mayoría de los sistemas Caterpillar, una batería proporciona 12 voltios. Se pueden conectar dos baterías en serie a un circuito para crear una fuente de 24 voltios.

El voltaje de una batería es el resultado de las reacciones químicas entre los materiales activos en las placas el ácido sulfúrico en el fluido de la batería, denominado electrolito. Con el uso, una batería perderá gradualmente la carga menos que se recargue. La recarga se realiza suministrando corriente continua desde otra fuente, como un alternador, a través de la batería en sentido opuesto al flujo de corriente.

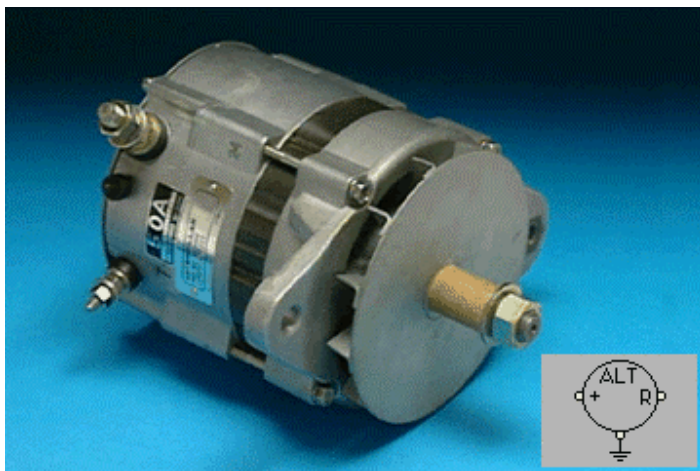
Las baterías cumplen dos funciones principales:

- Proporcionar energía para el giro del motor.
- Actúa como acumuladores para dar uniformidad las fluctuaciones de voltaje en el sistema.

Las baterías de los sistemas eléctricos Caterpillar reciben carga normalmente del alternador.

Si el alternador falla, la batería puede suministrar voltaje a todo el sistema eléctrico por solo un tiempo limitado antes de descargarse.

Alternador



Un alternador es una fuente de voltaje que convierte la energía mecánica en energía eléctrica, la energía mecánica proviene del motor de la máquina.

Un alternador puede generar voltaje solamente cuando el motor esta en marcha.

La función del alternador es recargar las baterías, suministrar corriente a los sistemas eléctricos durante el funcionamiento normal.

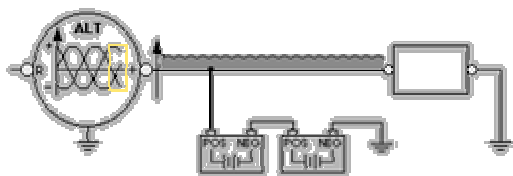
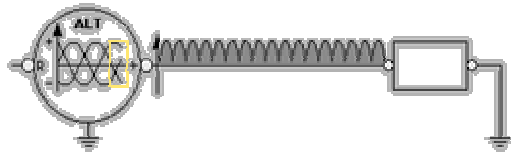
Durante el funcionamiento al máximo, tanto el alternador como la batería pueden ser necesarios a la vez para satisfacer las demandas de energía eléctrica.

Conversión de Corriente alterna a Corriente continua



La corriente producida por el alternador comienza como corriente alterna. La corriente alterna pasa a través de diodos en el interior del alternador.

Esos diodos convierten la corriente alterna en corriente continua fluctuante.



La batería empareja entonces las fluctuaciones antes que la corriente pase los sistemas eléctricos.

Las antiguas máquinas Caterpillar utilizaban un generador de Corriente Continua, o un magneto en lugar de un alternador.

Estos dispositivos producían corriente continua y no necesitaban convertir la Corriente Alterna en Corriente Continua.

Los alternadores han reemplazado a los generadores de Corriente continua en los sistemas eléctricos Caterpillar debido que son más compactos y pueden suministrar corrientes más altas a velocidades más bajas del motor.

1.2 Fuentes que suministran información

Los detectores pasivo y activo son dos ejemplos comunes de fuentes de voltaje de los sistemas eléctricos Caterpillar que suministran información.

La información suministrada por esos detectores toma la forma de una señal eléctrica de voltaje o corriente y cuyas fluctuaciones representan información.

Los detectores están diseñados de forma tal que sus propiedades eléctricas cambian en respuesta a los cambios en el medio.

Pueden responder cambios de:

- Temperatura
- Velocidad
- Posición
- Otras condiciones de la máquina.

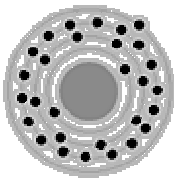
2. Conductores

Los conductores son vías de acceso diseñadas para la corriente eléctrica.

En un sistema eléctrico, los conductores son una serie de cables diseñados para transportar la corriente de un componente a otro del circuito.

Los conductores están rodeados con frecuencia de un material no conductor llamado aislador, para evitar el contacto accidental entre los conductores contiguos.

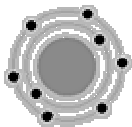
Buenos conductores



Los buenos conductores están hechos de elementos, cuyos átomos poseen menos de cuatro electrones en su anillo exterior.

La mayoría de los metales son buenos conductores, la plata es el conductor más eficiente, el cobre, mostrado aquí, es el de uso más común debido su disponibilidad.

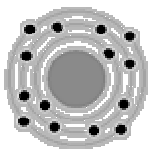
Malos conductores



Los aisladores son malos conductores y son altamente resistentes al flujo de corriente, los materiales consistentes de átomos con mas de cuatro electrones en su anillo exterior, están clasificados como aisladores.

El plástico el caucho, que son componentes orgánicos del carbón, el hidrogeno, algunas veces el oxigeno (mostrado aquí) y el nitrógeno, son buenos aisladores para los cables conductores debido su durabilidad y flexibilidad.

Semiconductores

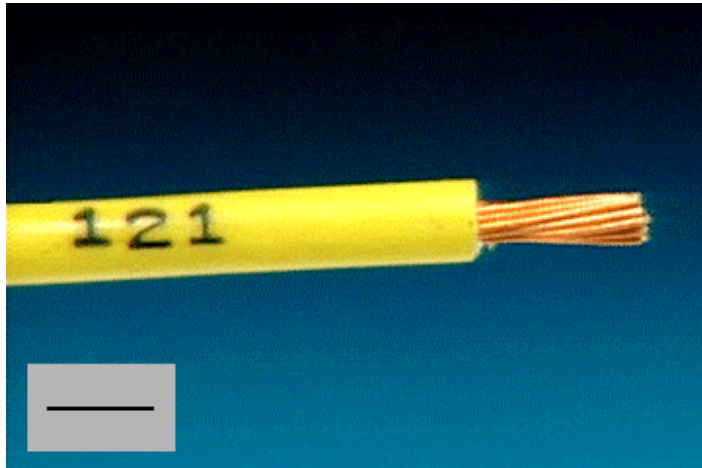


Los elementos que poseen exactamente cuatro electrones en el anillo exterior son llamados semiconductores.

La conductividad eléctrica de estos elementos es sensible a su pureza y temperatura, el silicio (mostrado aquí), cuando se combina con muy pequeñas cantidades de otros elementos, se utiliza en la construcción de tales tipos de dispositivos como los diodos, los transistores.

La conducta de estos componentes es compleja, pero no es necesario que usted la conozca para poder localizar con éxito las averías en los sistemas eléctricos básicos Caterpillar. Si debe, sin embargo, tener conocimientos acerca de conductores y aisladores.

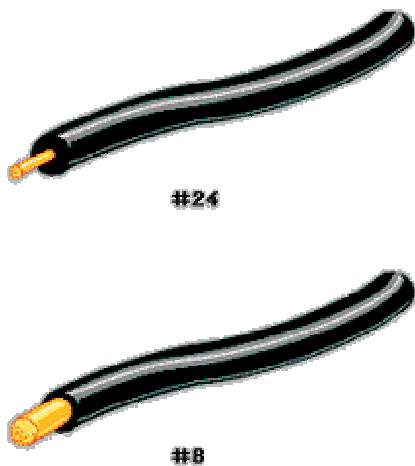
Cable



En un sistema eléctrico, los conductores son una serie de cables diseñados para transportar la corriente de un componente a otro dentro del circuito.

El cable en un conductor puede ser una sola pieza sólida de cobre, o hebras de pequeños cables unidos entre sí, el cable trenzado es más flexible puede y manipularse con más facilidad durante el ensamblaje del circuito.

Calibre



El diámetro del cable está expresado por un numero de calibre. Mientras mayor sea el calibre, más delgado será el cable. Aquí se muestra un cable delgado (calibre #24) un cable pesado (calibre #8).

Los cables de mayor diámetro y número de calibre bajo, son conocidos como cables de calibre pesado.

El corte transversal mayor del cable de calibre pesado (#8) opone menor resistencia al flujo de corriente, da lugar a que estos conductores puedan transportar una mayor cantidad de corriente, que los cables delgados de calibre ligero (#24) con números de calibre mayores.



Material del Estudiante
Material del Instructor

Selección del calibre del cable adecuado

La selección del cable de calibre adecuado para una aplicación específica es muy importante.

Un conductor con un calibre muy ligero para la aplicación puede fallar cuando está en funcionamiento.

La resistencia del conductor puede comenzar siendo marginal pero se incrementará en la medida que el conductor se caliente bajo carga.

Si el calor resulta excesivo, el aislamiento puede dañarse.

Selección del largo adecuado

El largo de un conductor afecta también la selección del calibre adecuado.

Esto se debe que la resistencia de un conductor se incrementa en proporción a su longitud.

En iguales circunstancias, si la longitud de un conductor se duplica, la resistencia se duplica.

Por lo tanto, un cable más largo posee más resistencia que un cable más corto del mismo calibre.

Selección del cable tipo de material adecuado para el Cable

Otro aspecto a tener en cuenta al seleccionar los conductores es el tipo de material conductor.

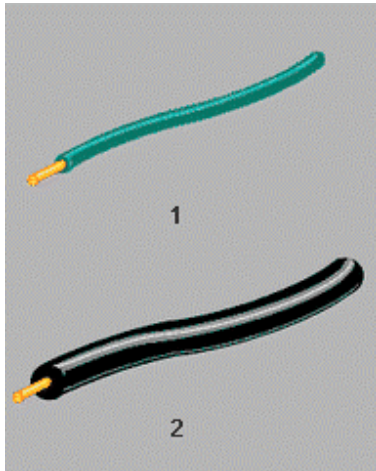
El cobre es el más común, pero también se utilizan otros metales, y estos pueden tener mayor o menor resistencia que un largo de conductor de cobre del mismo calibre.

Cuando se reemplacen conductores dañados, tenga presente el tipo de cable y el calibre del mismo.

Selección del aislamiento adecuado del cable

Los conductores están revestidos a menudo con un material no conductivo llamado aislante, cuyo propósito es evitar el contacto accidental con los conductores contiguos.

Los conductores están aislados para proteger al circuito de cortocircuitos (vías de corriente no deseadas).

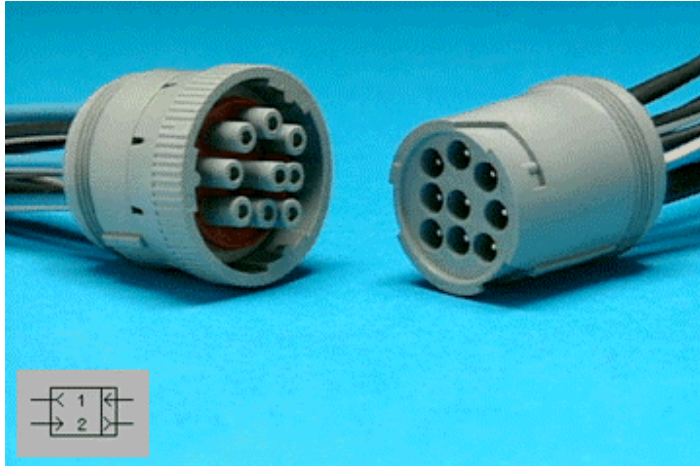


El cableado interno (1) (dentro de las unidades eléctricas) puede que tenga una cubierta delgada esmaltada al horno de material aislante.

El cableado externo (2) está cubierto con un material aislante de plástico altamente resistente al calor, a la vibración y a la humedad.

Por lo tanto, el aislamiento es el tercer factor de importancia en la elección de conductores para aplicaciones específicas.

3. Los conectores



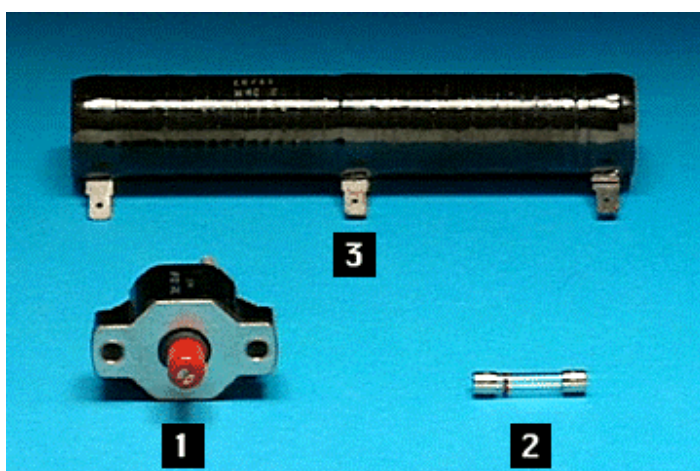
Como su nombre lo indica, un conector consiste de dos componentes interconectados cuya función es pasar corriente de un conductor a otro.

Para realizar esta función, los contactos sobresalientes espigas en una mitad del conector acoplan con los contactos de orificio enchufes en la otra mitad.

4. Dispositivos de protección del circuito

Los dispositivos de protección del circuito cumplen la tarea de proteger al circuito y a sus componentes de la corriente excesiva.

Los dispositivos de protección del circuito pueden variar en el tipo y el método de funcionamiento.



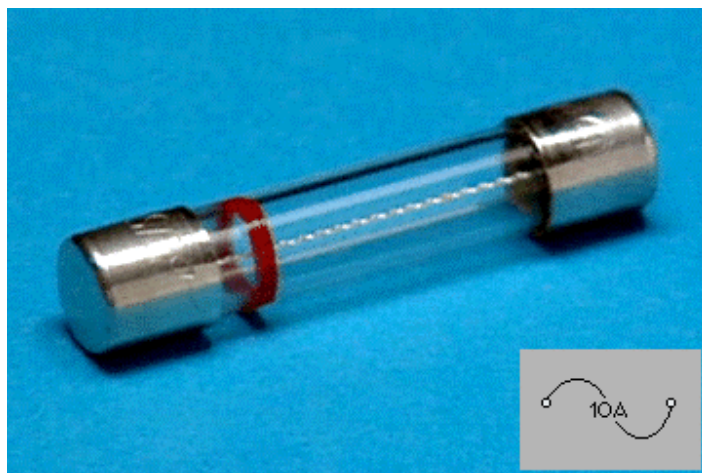
Aquí aparecen ilustrados un interruptor disyuntor (1) un fusible (2) que están diseñados para interrumpir o abrir el circuito cuando la corriente sobrepasa un nivel establecido. Los resistores (3) se añaden en ocasiones al circuito para limitar la corriente en el mismo.

4.1. Fusibles

Un fusible es un cable pequeño o banda metálica encerrada en cristal o cualquier otro material resistente al calor.

El cable o la banda metálica están fijado a contactos de metal en su exterior.

Estos contactos forman una conexión eléctrica con los contactos del receptáculo del fusible cuando este se instala.

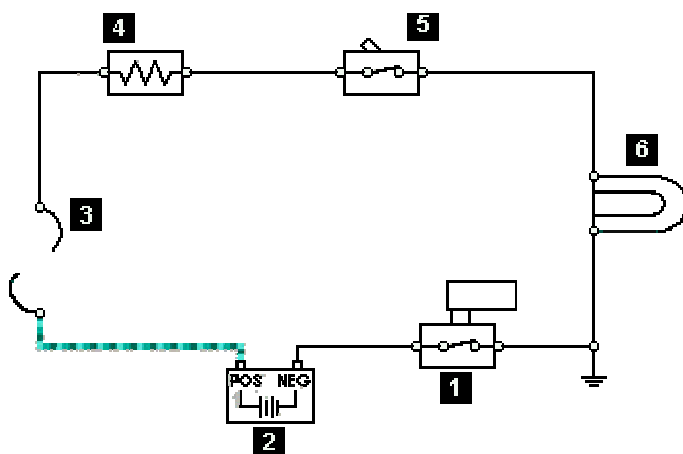


El fusible está diseñado para derretirse cuando la corriente alcanza un determinado nivel. La cantidad de corriente que puede pasar con seguridad a través de un fusible varía de acuerdo con el tamaño del fusible y el tipo de construcción.

Por ejemplo, si el fusible está clasificado a 10 amperios, "10 A" aparecerá en el símbolo.

La estructura encerrada del fusible hace que sea relativamente fácil extraerlo o reemplazarlo.

La envoltura resistente al calor evita el peligro de incendio.



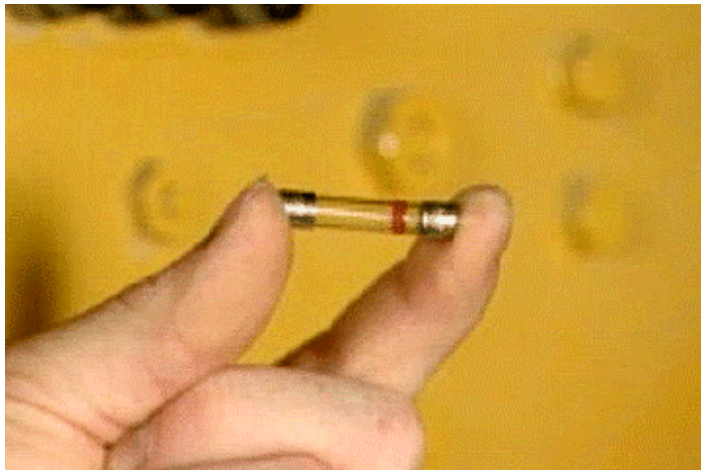
Este es un circuito simple con un interruptor de desconexión (1), batería (2), fusible (3), resistor (4), interruptor (5), lámpara (6).

Cuando el fusible se quema, interrumpe el circuito y detiene el flujo de corriente, esto protege otras unidades de daño debido a la sobrecarga de corriente.

Cada vez que un fusible se quema debe ser reemplazado, pero sólo cuando se haya corregido la causa de la sobrecarga de corriente.

Además de quemarse por la sobrecarga de corriente, un fusible puede quemarse por cortocircuitos u otras causas.

Fusibles quemados

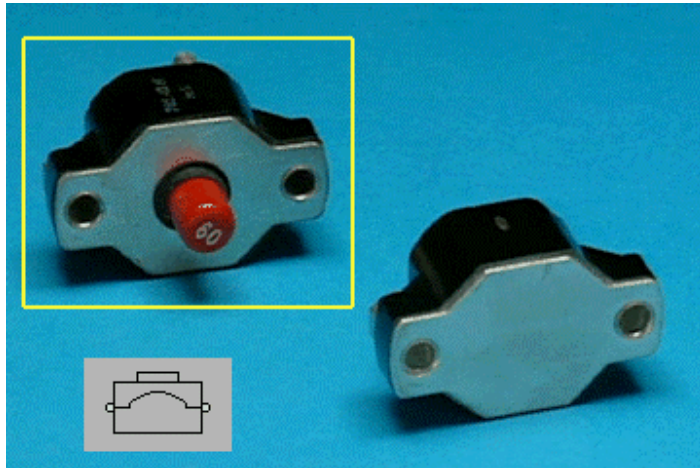


En algunos casos usted puede determinar la causa de un fusible quemado por medio de una inspección visual.

Con fusibles de percusión rápida:

- Si el cristal se mantiene transparente después que el fusible se quema, la causa es una sobrecarga del circuito.
- Si el cristal se oscurece, la causa es un cortocircuito.

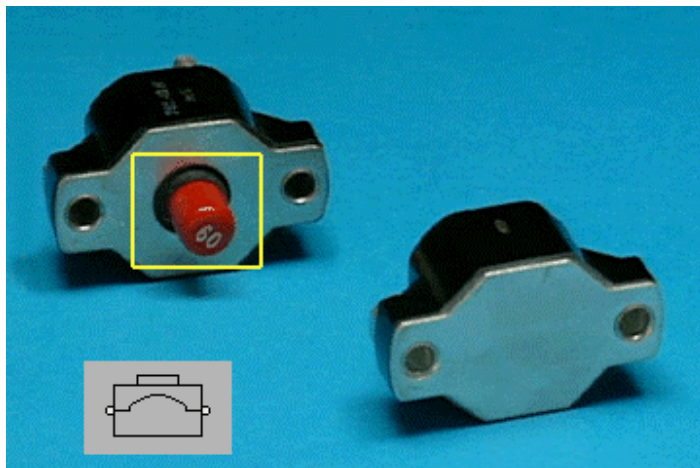
4.2. Interruptores disyuntores



Un interruptor disyuntor manual es como un interruptor que está diseñado para abrir el circuito cuando la corriente que pasa a través del mismo sobrepasa un nivel aceptable.

Cuando el disyuntor se abre, la corriente no puede continuar fluyendo y el resto de los componentes están protegidos de cualquier daño.

Para reponer manualmente el disyuntor y cerrar el circuito debe oprimirse un botón en el interruptor disyuntor.

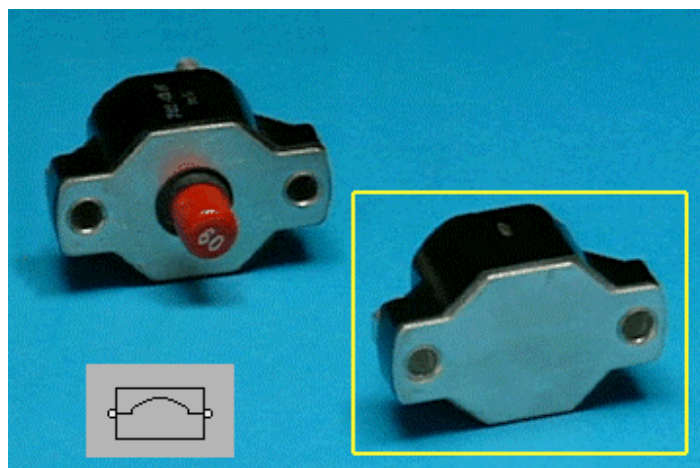


Sólo debe reponerse un interruptor disyuntor manual después que la razón del exceso de corriente se haya localizado y corregido.

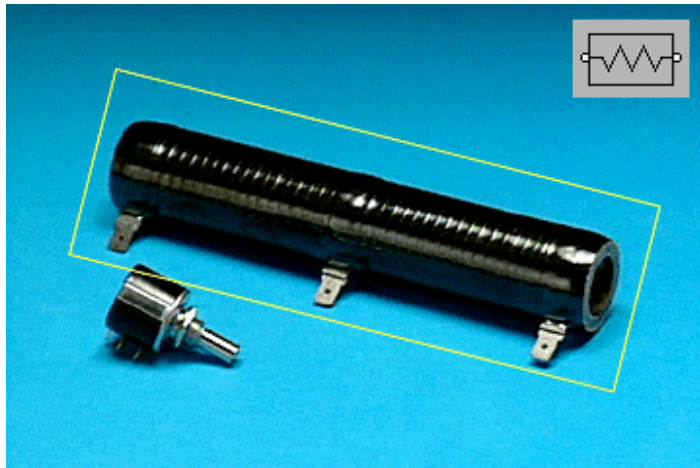
Un interruptor disyuntor automático es igual a uno manual excepto que el automático se repone a sí mismo en la posición cerrada después de un periodo de tiempo.

A diferencia de los fusibles, los interruptores disyuntores no se destruyen cuando ocurre una sobrecarga.

Los interruptores disyuntores son más caros que los fusibles, pero no necesitan ser reemplazados.



4.3. Resistores



Como su nombre lo indica, un resistor fijo (usualmente llamado simplemente resistor) presenta una cantidad fija de resistencia.

En los sistemas eléctricos Caterpillar, el uso más frecuente de los resistores fijos es el de limitar la corriente a un nivel seguro para los otros componentes.

Los resistores fijos cumplen muy bien su cometido, siempre que el voltaje del circuito no aumente.



Un resistor variable combina un resistor fijo con un contacto movable que puede eliminar parte del resistor por medio de un cortocircuito.

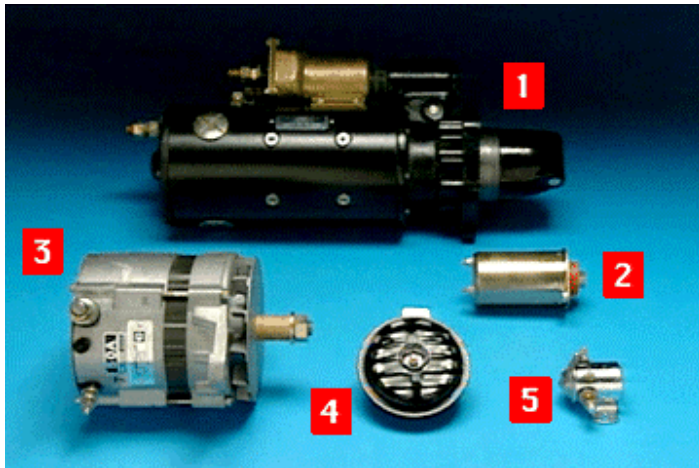
El ajuste de este contacto varía la resistencia que se le presenta al circuito, desde cero (resistor en corte por completo) hasta el valor máximo del componente del resistor fijo.

Los resistores variables poseen muchas aplicaciones corrientes, como la de controlar el volumen de una radio.

En los sistemas eléctricos Caterpillar, su función principal es la de permitir que la corriente pueda variarse sobre una gama de valores.

Los resistores variables pueden conectarse en serie con resistores fijos para asegurar que la corriente con el resistor variable completamente en cortocircuito no sobrepase un valor seguro.

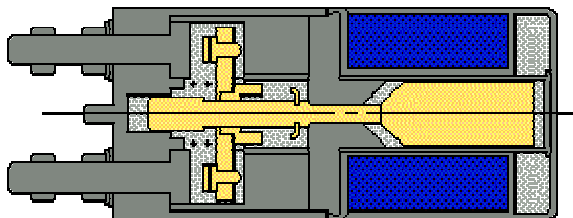
5. Dispositivos electromagnéticos



El electromagnetismo desempeña un papel en el funcionamiento de un número de componentes de los sistemas eléctricos Caterpillar.

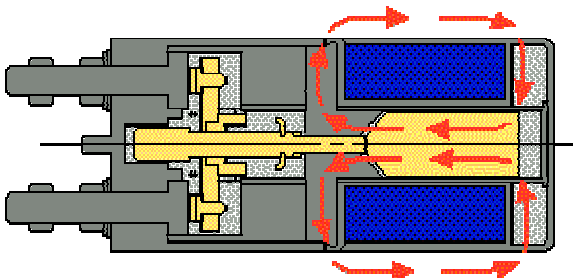
Estos componentes incluyen motores de arranque (1), solenoides (2), alternadores (3), bocinas (4), relés (5).

5.1. Relé

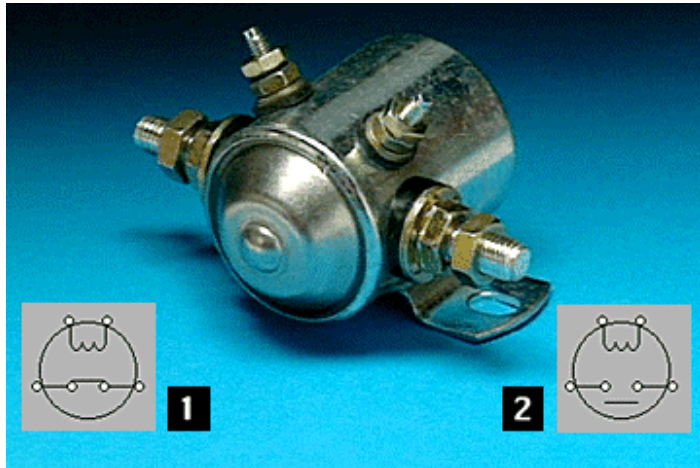


Un relé es un tipo de interruptor que funciona automáticamente, utilizando un magneto de bobina de alambre para abrir y cerrar contactos de interruptor, por lo tanto abren y cierran un circuito.

La fuerza electromagnética es utilizada para abrir cerrar el interruptor.

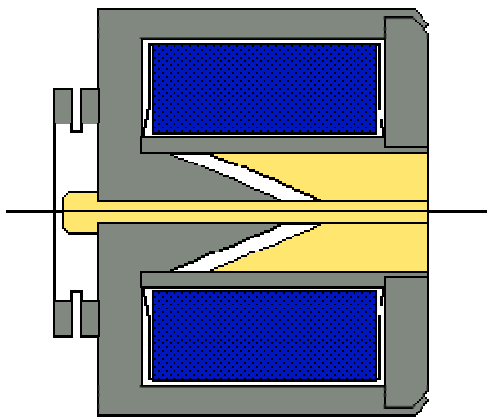


Existen diferentes tipos de relés, incluyendo los relés solenoides, relés de corte, relés de bocina y relés indicadores.



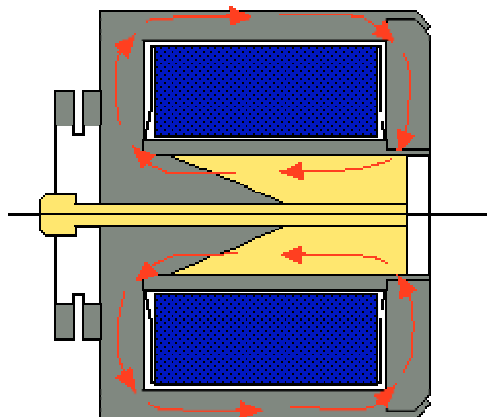
Los relés pueden diseñarse como normalmente abiertos (2) o normalmente cerrados (1), los contactos de un relé normalmente abierto se mantienen abiertos mientras la bobina relé es activada y los contactos de un relé normalmente cerrado se mantienen cerrados mientras la bobina de relé es activada.

5.2. Solenoide

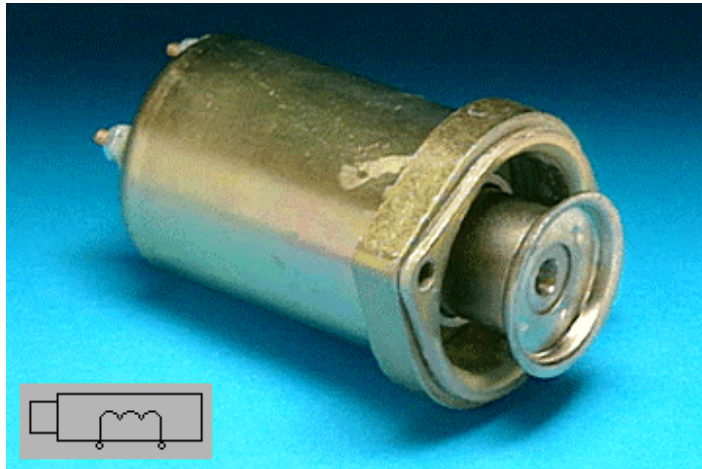


De este modo, un solenoide utiliza un campo electromagnético para producir movimiento mecánico, en su forma más básica, un solenoide es una bobina tubular que rodea un vástago móvil de metal.

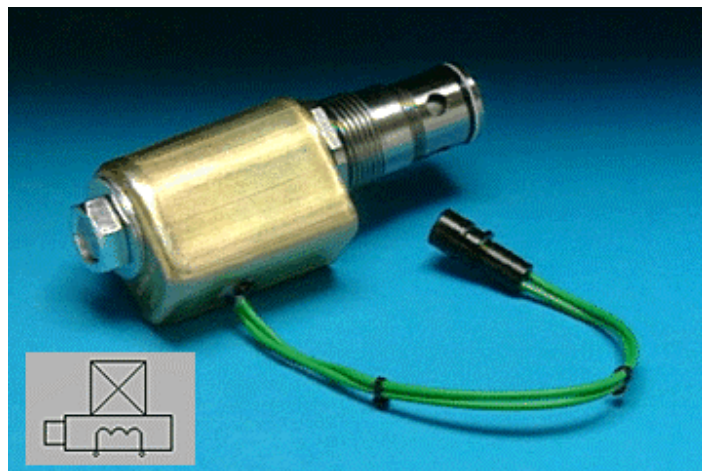
Cuando la bobina es activada, el vástago se introduce dentro de la bobina a través de la atracción magnética.



Un resorte mantiene el vástago afuera, cuando la bobina no está activada, cada vez que se aplica energía a la bobina, el vástago ejecuta un recorrido, cuando se quita la energía, el vástago ejecuta un recorrido inverso. El movimiento de vaivén resultante puede realizar tareas mecánicas simples.

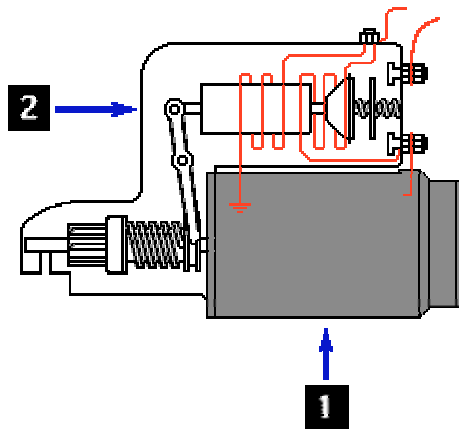


En esta figura se representa gráficamente un solenoide de corte de combustible, y el símbolo utilizado para todos los solenoides.



En los sistemas eléctricos Caterpillar, los solenoides se utilizan con frecuencia para hacer funcionar válvulas hidráulicas. En esta figura se representa gráficamente una válvula de control direccional que funciona con un solenoide y su símbolo.

5.3. Motor de arranque

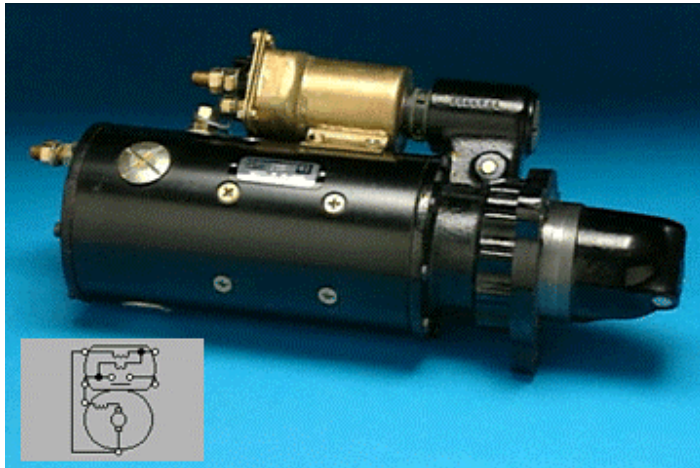


Un conjunto del motor de arranque contiene dos dispositivos electromagnéticos:

Un motor eléctrico de gran potencia (1) que utiliza un campo electromagnético para producir el movimiento rotatorio necesario, para arrancar un motor diesel.

Un solenoide (2) que se activa cuando el motor de arranque se pone en funcionamiento.

Un piñón conecta entonces al motor de arranque con el Volante del motor.



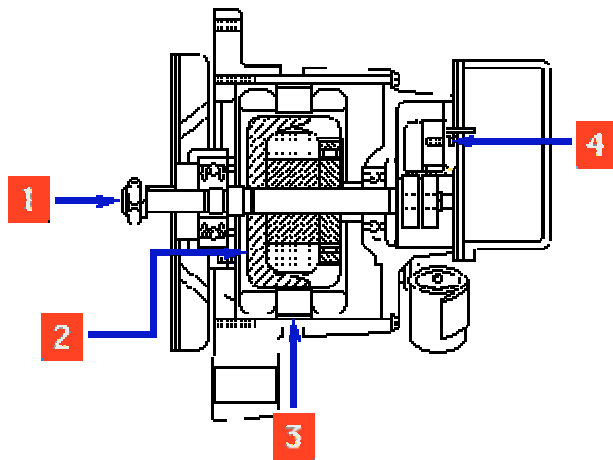
En esta figura se representa gráficamente el conjunto del solenoide con el motor de arranque y su símbolo esquemático Caterpillar.

5.4. Alternador

Un alternador funciona como un motor eléctrico en marcha atrás.

En lugar de utilizar energía eléctrica para producir movimiento rotatorio, un alternador utiliza el movimiento rotatorio para producir electricidad.

El movimiento rotatorio es transferido desde el motor por una correa y poleas.



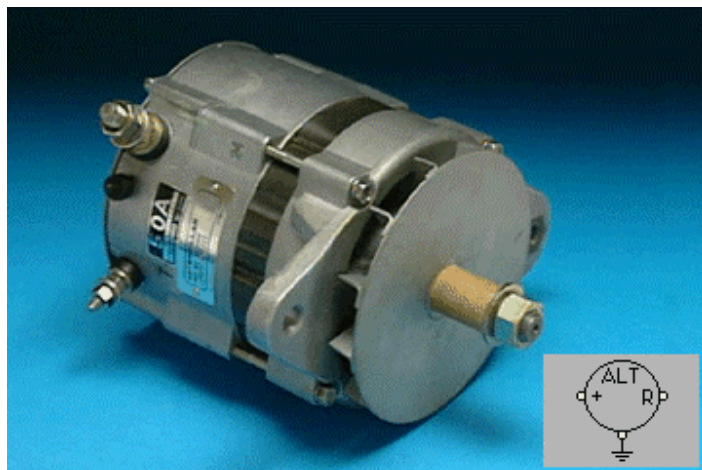
Como nos muestra esta figura, el eje del alternador (1) está ensamblado a un electromagneto rotatorio llamado rotor. La corriente eléctrica que se le surte al electromagneto pasa través de un conjunto de anillo deslizante montado en el eje, a medida que el electromagneto (2), el campo magnético generado por él son girados por el eje, sus línea de fuerza cortan a través de la bobina de alambre que lo rodea en el conjunto del estator (3).

De la misma manera que un flujo de electricidad en el interior de un conductor crea un campo magnético alrededor del conductor, el paso de un campo magnético través de la bobina de alambre en el estator produce un flujo de corriente en la bobina.

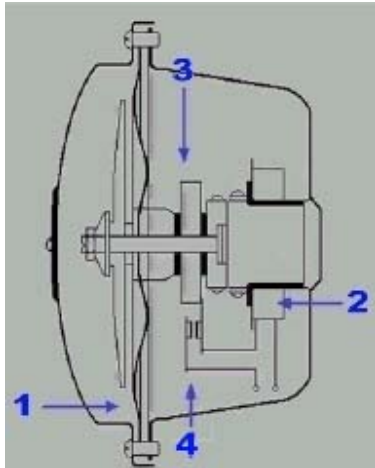
Se le llama alternador debido a que la corriente que produce es corriente alterna.

Los diodos (4) en el interior del alternador convierten la corriente alterna en corriente continua antes de pasar la batería para equilibrarla.

En esta figura se representa gráficamente un alternador y su símbolo esquemático Caterpillar.



5.5. Bocina



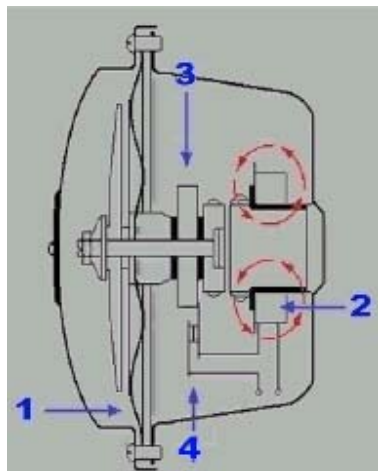
Las bocinas de las máquinas Caterpillar utilizan el electromagnetismo para generar sonido.

El sonido es el resultado del aire que se mueve rápidamente hacia atrás y hacia delante en gamas entre las 20 y las 20,000 veces, ciclos, por segundo.

La bocina produce el sonido haciendo vibrar un diafragma flexible delgado (1) lo suficientemente grande para crear un sonido en el aire.

La corriente que fluye través de una bobina (2) dentro de la bocina crea un campo electromagnético que mueve una placa de hierro (3) fijada al diafragma en dirección del electromagneto.

El diafragma está unido un interruptor (4). A medida que el diafragma se mueve hacia el electromagneto, el interruptor se abre y corta la corriente al electromagneto.



La tensión del resorte del diafragma lo hace retroceder su posición de descanso el interruptor se cierra, restaurando así el flujo de corriente través de la bobina del campo electromagnético.

Las fuerzas mecánica eléctrica dentro de la bocina son tales que el diafragma se mueve hacia atrás y hacia delante cientos de veces por segundo, con lo que produce el sonido.

5.6. Lámparas

Las lámparas son componentes eléctricos que convierten la energía eléctrica en luz.

En las máquinas Caterpillar se utilizan muchos tipos diferentes de lámparas.

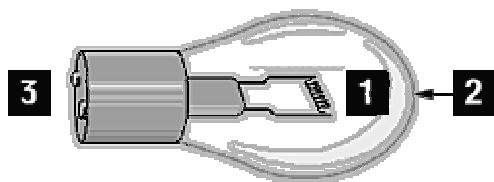
Algunas de estas proporcionan la iluminación que necesita el operador y hacen que la máquina sea más visible a otros.

Otras comunican información importante al operador acerca de las condiciones actuales de la máquina.

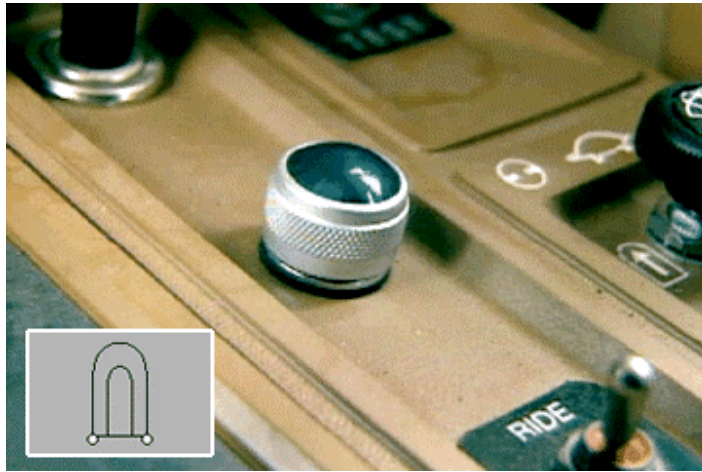
Aunque los diodos emisores de luz, LEDs, que se encuentran en el Sistema de Monitoreo Electrónico, también comunican información importante, estas no son lámparas en el estricto sentido; lo que decimos aquí acerca de las lámparas no es aplicable a estos.

Todas las lámparas utilizadas en las máquinas Caterpillar funcionan por el principio de la incandescencia.

La incandescencia se produce cuando la corriente que fluye a través de un material conductor calienta el material a una temperatura lo suficientemente alta para que emita luz.



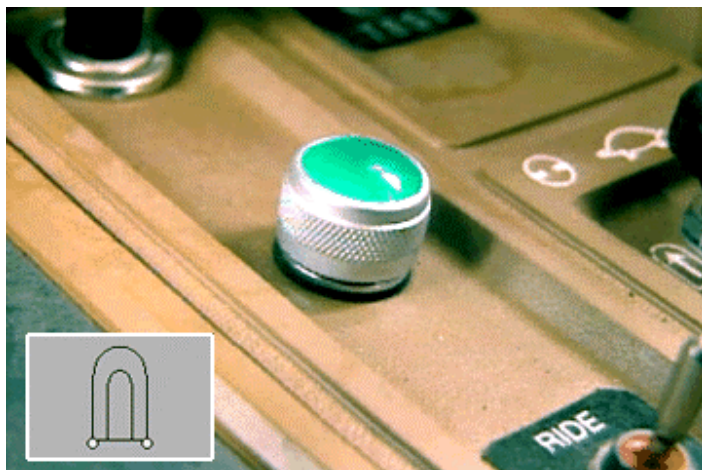
Las lámparas incandescentes poseen un elemento conductor llamado filamento (1) sellado dentro de una envoltura de vidrio (2) la que se le ha extraído el aire para proporcionar una vida mas prolongada al filamento, los contactos de metal (3) que sobresalen de la envoltura producen el contacto eléctrico con el filamento que se encuentra en el interior.



Cuando la lámpara se encuentra en su receptáculo, los contactos de metal corresponden con los contactos de un receptáculo que esta conectado permanentemente por cables al circuito de iluminación.

Los receptáculos están diseñados para simplificar su reemplazo, ya que por su naturaleza, las lamparas incandescentes tienen un periodo de vida limitada.

Con el tiempo el filamento se quema completamente, lo que abre el circuito hace necesario el reemplazo de la lámpara.



La energía que consume una lámpara se mide en vatios.

La salida de luz de una Lampara se mide en unidades llamadas Lúmenes.

Las lámparas de construcción diferente varían en cuanto a su eficiencia, es decir, cuantos lúmenes producen por vatio de energía consumida.

5.7. Interruptores



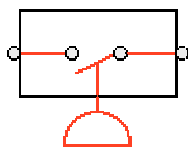
Los interruptores se encuentran en una gran variedad de los sistemas eléctricos Caterpillar.

Algunos son de funcionamiento manual, por ejemplo, el interruptor de llave de encendido, el interruptor de volquete, el interruptor de botón pulsador el interruptor de palanca. Otros son de funcionamiento automático, por ejemplo, el interruptor de presión, el interruptor de temperatura, el interruptor de flujo, el interruptor de nivel y el interruptor limitador.

Independientemente de su tipo, todos los interruptores poseen la misma función básica: permitir evitar el flujo de corriente en un circuito eléctrico.

Un interruptor permite que la corriente fluya cuando esta cerrado, y evita el flujo de corriente cuando esta abierto.

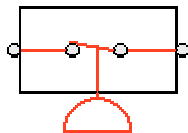
Interruptor abierto normalmente



Un interruptor abierto normalmente permanece abierto, evitando el flujo de corriente, hasta que sea actuado cerrado por alguna fuerza exterior.

En el caso de un interruptor automático, como los interruptores de presión abiertos normalmente mostrados aquí, el interruptor permanece cerrado solamente durante el tiempo que permanezcan las fuerzas que actúan sobre él; una vez que desaparece la fuerza, el interruptor vuelve abrirse.

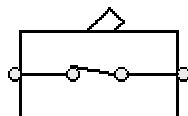
Interruptor cerrado normalmente



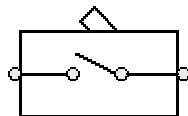
Un interruptor cerrado normalmente permanece cerrado, permitiendo el flujo de corriente, hasta que se actúa sobre él y es abierto por alguna fuerza exterior.

En el caso de un interruptor automático, como es el caso del interruptor de presión cerrado normalmente que se muestra aquí, el interruptor permanece abierto solamente durante el tiempo que permanezca la fuerza que activa sobre él, una vez que desaparece la fuerza, el interruptor se vuelve cerrar.

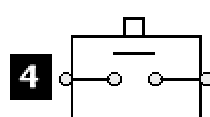
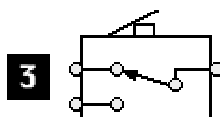
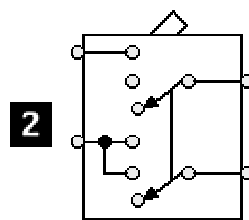
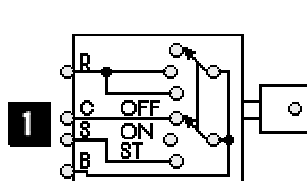
Interruptor manual



Los interruptores manuales permanecen abiertos o cerrados una vez eliminada la fuerza que los abre o los cierra.



En general, los interruptores reciben el nombre de la función que realizan. Como, por ejemplo, los que se representan en esta figura:



1. Interruptor de arranque

2. Interruptor de neutralización de la transmisión

3. Interruptor del freno

4. Interruptor de la lámpara de marcha atrás.

Los símbolos esquemáticos de los interruptores Caterpillar muestran el sistema de funcionamiento de cada interruptor.

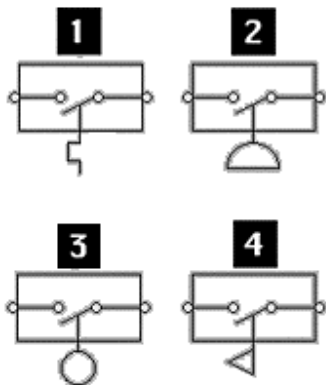
Los interruptores que se muestran en la figura anterior son ejemplos de interruptores que funcionan manualmente.

Por lo general son operados mediante algún apéndice externo, como una palanca.

Interruptores automáticos

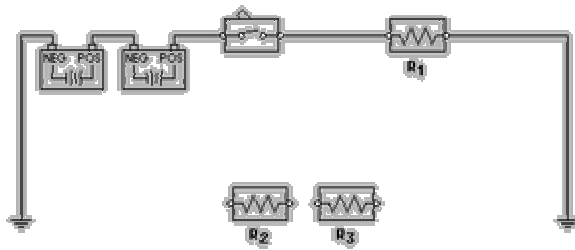
Los interruptores mostrados aquí son ejemplos de interruptores automáticos.

Su sistema de funcionamiento se indica en el símbolo.



Estos interruptores funcionan por temperatura (1), presión (2), nivel de líquido (3), flujo de líquido (4) .

Lección 3: Análisis del circuito

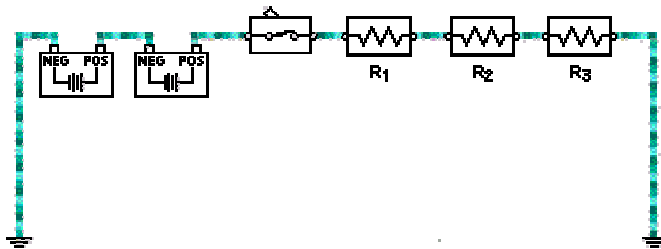


Suponga que usted desea agregar dos componentes a este circuito. ¿Cómo los conectaría?, la respuesta depende de los componentes, del comportamiento que usted desea obtener del circuito.

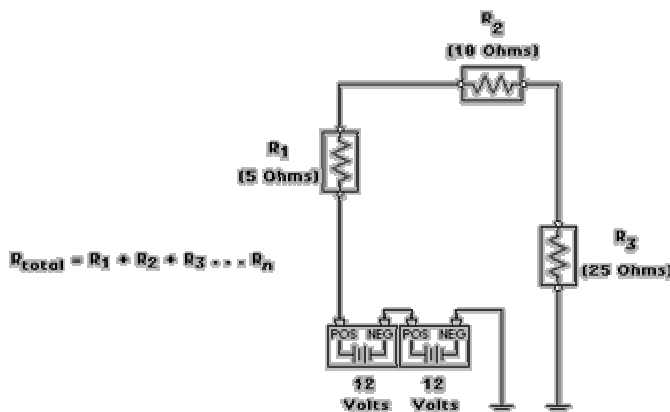
Pero de cualquier modo que lo haga, es probable que sea de una de las siguientes maneras: en serie, paralelo y serie-paralelo.

Conexión en serie

En una conexión en serie, los componentes están conectados de manera que la misma corriente que fluye a través de un componente fluya a través de todos los demás.



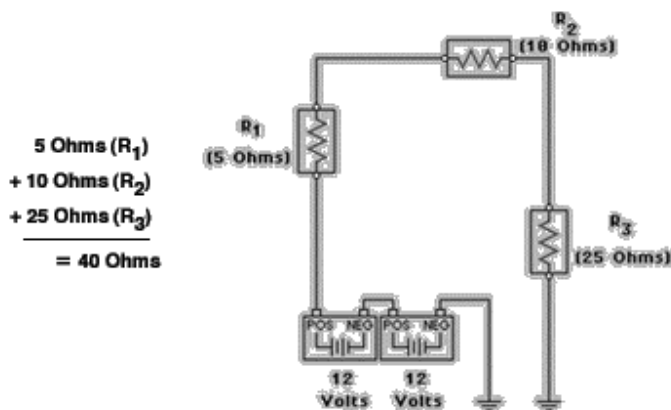
Se le llama circuito en serie a cualquier circuito que posea componentes conectados de manera que la misma corriente fluya a través de todos los componentes.



En el circuito en serie, la corriente debe pasar a través de los tres resistores y regresar la fuente de voltaje.

La oposición total al flujo de corriente es la suma de la resistencia individual de cada resistor

Como aquí se muestra, esto puede ser expresado de forma matemática.

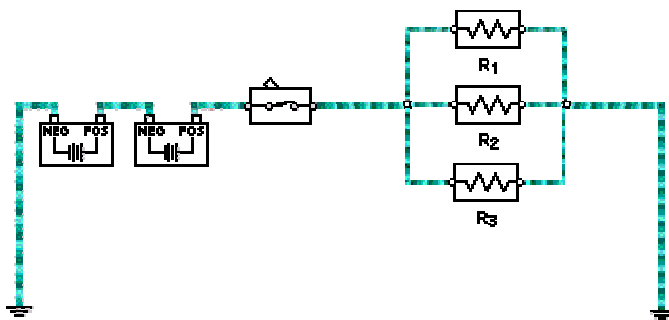


Por ejemplo, la resistencia total de este circuito en serie es: 5 Ohmios (R_1), 10 Ohmios (R_2), 25 hmios (R_3), lo que suma 40 Ohmios. Los tres resistores tienen el mismo efecto que un solo resistor con una resistencia de 40 Ohmios.

Cuando se divide la resistencia total por el voltaje se puede hallar el flujo de corriente en un circuito en serie. (Ley de Ohm)

Conexión paralela

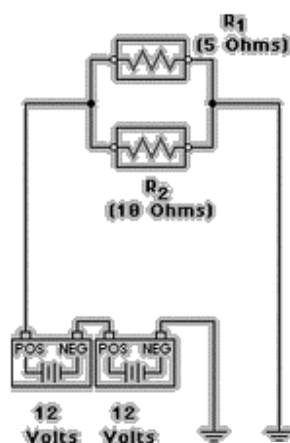
En una conexión paralela, los componentes están conectados de manera que la corriente en el circuito se divide para que fluya en dos o más vías.
Una parte de la corriente va a través de cada vía.
La suma de estas corrientes equivale a la corriente total en el circuito.



Se llama circuito paralelo cualquier circuito que tenga componentes conectados de forma tal que cada componente proporcione una vía diferente de corriente.

En el circuito paralelo, la corriente puede pasar individualmente a través de cada resistor.

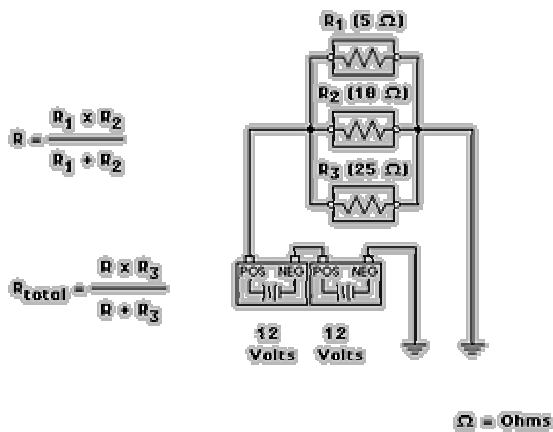
Como resultado de estas vías de corriente múltiples, la oposición total de los resistores en paralelo al flujo de corriente, es menor que la que ofrece cualquiera de los resistores individualmente.



Para encontrar la resistencia combinada (R) de cualquiera de dos resistores en paralelo, divida:
el producto de la resistencia de R1 x R2
por la suma de R1 + R2.

$$R = \frac{(R1)(R2)}{(R1)+(R2)}$$

Cuando hay mas de dos resistores en paralelo, trabaje por pasos hallando la resistencia de dos resistores en cada paso.



Aquí, por ejemplo, podría calcular primero la resistencia paralela de R1 y R2 dividiendo el producto de la resistencia de R1 y R2 por la suma de R1 y R2.

Esta resistencia total de R1 y R2 se representa posteriormente como R.

Calcule entonces la resistencia paralela combinada de R (el resultado de los cálculos anteriores) y R3.

Para hacerlo, divida el producto de la resistencia de R y R3 por la suma de R y R3.

El resultado de estos cálculos, es la resistencia combinada de R1, R2 y R3 en paralelo.

Si utiliza este método para hallar la resistencia total de este circuito paralelo, debe calcular primero la resistencia combinada de R1 y R2 de la siguiente manera: divida el producto de R1 y R2 (5 Ohmios X 10 Ohmios = 50 Ohmios) por la suma de R1 y R2 (5 Ohmios +10 Ohmios = 15 Ohmios) lo que es igual la resistencia combinada de R1 y R2 (3,3 3 Ohmios). Esta resistencia total de R1 y R2 se representa posteriormente como R.

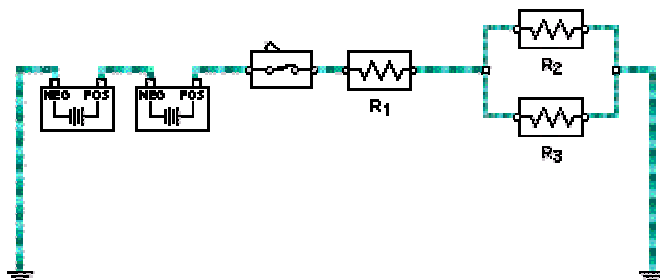
A continuación, se hallará la resistencia combinada de R y R3 de la manera siguiente:

divida el producto de R y R3 (3,3 3 Ohmios x 25 Ohmios = 83,25 ohmios) por la suma de R y R3 (3,3 3 Ohmios + 25 Ohmios = 28,3 3 Ohmios) lo que es igual 2,94 Ohmios.

2,94 Ohmios es, por lo tanto, la resistencia combinada de R1, R2 y R3.

Conexión serie-paralelo

Un circuito serie-paralelo combina conexiones en serie y paralelas.



Observe que el resistor R1 está en serie con los resistores R2 y R3 que están conectados en paralelo, cualquier circuito que tenga una combinación de conexiones en serie y paralelas se le llama circuito serie-paralelo.

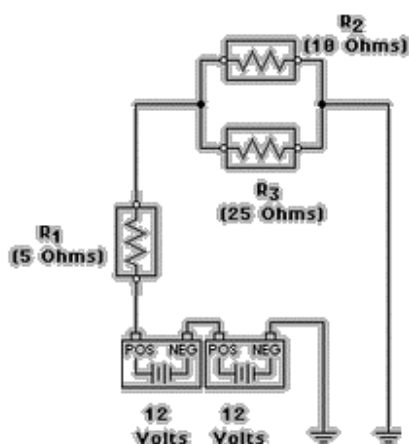
Este circuito es uno de los muchos ejemplos posibles.

En el circuito serie-paralelo, la resistencia total es una combinación de conexiones en serie y en paralelo.

Para hallar la resistencia total, identifique primero cada conexión en serie o en paralelo, entonces, para reducir cada conexión a una sola resistencia equivalente, utilice las fórmulas para las conexiones en serie y en paralelo.

Como en el caso de los circuitos en serie, puede utilizar esta resistencia combinada (R) con la Ley de Ohm para determinar la corriente total que fluye en el circuito.

Las resistencias resultantes pueden entonces reducirse a un solo valor de resistencia y usar conjuntamente con la Ley de Ohm para hallar la corriente total en el circuito.



Tomando como ejemplo este circuito, R2 y R3 forman una conexión paralela y R1 está en serie con ésta.

Para hallar la resistencia total, debemos hallar primero la resistencia de R2 y R3, luego se suma entonces a la resistencia de R1.

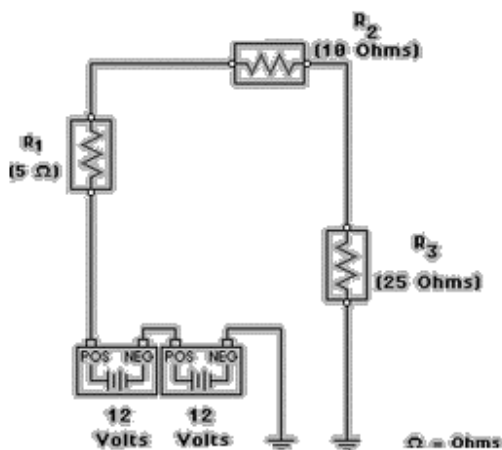
Cálculo del flujo de corriente

Para hallar el flujo de corriente total en una conexión en serie, paralela, en serie-paralelo, se debe determinar la resistencia equivalente total en el circuito.

Cálculo del flujo de corriente en circuitos series

Por cálculos anteriores, usted sabe que la resistencia total de este circuito es de 40 Ohmios.

Y como también conoce el valor de la fuente de voltaje en el circuito, puede utilizar la ley de Ohm para calcular la corriente en el circuito:



$$I = V / R$$

$$I = 24 / 40$$

$$I = 0.6 \text{ amperios}$$

En un circuito en serie, la misma corriente pasa a través de todas las resistencias en serie.

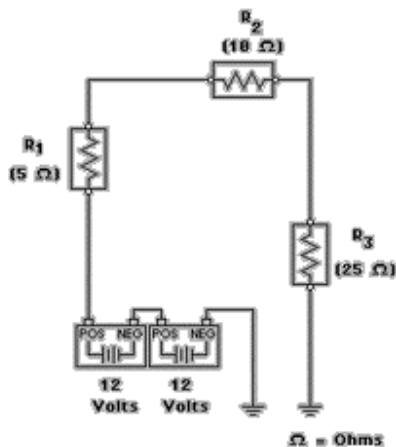
El flujo de corriente da lugar a una caída de voltaje a través de cada resistencia.

Puesto que la corriente de cada resistencia es la misma, cada caída de voltaje es proporcional al valor de la resistencia.

Usted puede encontrar la caída de voltaje de cada resistor utilizando la ley de Ohm tal como se expresa en la ecuación:

$$V = I \times R$$

En esta ecuación, el término V representa el voltaje del resistor, I es la corriente que pasa a través de él, y R es el valor del resistor.



Por ejemplo, en este circuito las corrientes que pasan través de R1, R2 y R3 se pueden calcular de la siguiente manera:

$$V1 = 0,6 \times 5 = 3 \text{ voltios.}$$

$$V2 = 0,6 \times 10 = 6 \text{ voltios.}$$

$$V3 = 0,6 \times 25 = 15 \text{ voltios.}$$

De la misma forma que la resistencia en serie total es la suma de las resistencias individuales, la suma de las caídas de voltaje es igual al voltaje que ha sido proporcionado al circuito (voltaje de la fuente).

Por lo tanto, en este circuito:

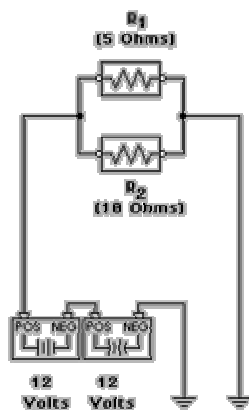
$$V \text{ (de la fuente)} = V1 + V2 + V3$$

$$V = 3 + 6 + 15$$

$$V = 24 \text{ voltios}$$

Cálculo de flujo de corriente en paralelo

Por cálculos anteriores, usted sabe que la resistencia total de este circuito es de 3,33 Ohmios, y puesto que usted conoce también el valor de la fuente de voltaje en el circuito, puede utilizar la ley de Ohm para calcular la corriente total que pasa a través del circuito:



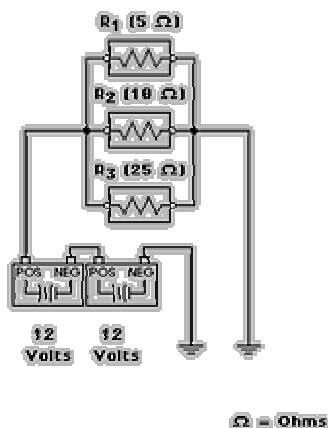
$$I = V / R$$

$$I = 24 / 3,33$$

$$I = 7,21 \text{ amperios}$$

En un circuito paralelo, cada resistor proporciona una vía de corriente separada. La corriente que fluye en cada resistor puede hallarse aplicando la ley de Ohm a cada resistor por separado.

El modelo de la ley de Ohm que aquí se muestra, entrega I para una R especificada. Observe que, en un circuito paralelo, la caída de voltaje es la misma en cada resistor. La corriente que pasa a través de cada uno puede ser la misma o diferente, en dependencia de que los resistores tengan los mismos valores o que sean diferentes.



Por ejemplo, en este circuito se puede calcular las corrientes través de R1, R2 y R3 de la manera siguiente:

$$I1 = 24/5 = 4,8 \text{ amperios}$$

$$I2 = 24/10 = 2,4 \text{ amperios}$$

$$I3 = 24/25 = 0,96 \text{ amperios}$$

$\Omega = \text{Ohms}$



Material del Estudiante
Material del Instructor

Observe que el total de corriente que pasa a través de cada una de las resistencias es igual al total de corriente en el circuito:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = 4,80 + 2,40 + 0,96$$

$$I = 8,16 \text{ amperios}$$

Flujo de corriente en serie-paralelo

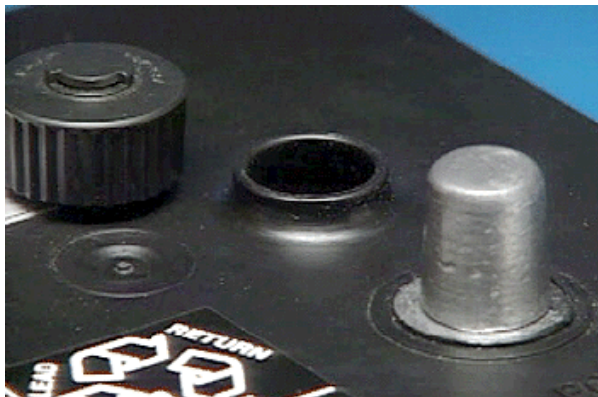
En un circuito serie-paralelo, usted puede hallar los efectos que el voltaje y la corriente ejercen sobre cada resistor de la misma manera que lo hizo con los circuitos en serie y con los circuitos en paralelo: aplicando la ley de Ohm en cada componente por separado.

MODULO II: BATERÍAS Y CONECTORES

Características de la batería convencional



Las baterías convencionales no tienen características externas únicas. Si usted no ve las palabras "Poco mantenimiento/Alta salida" ("Low Maintenance/High Output") o "Ningún mantenimiento" ("Maintenance Free") en una batería, entonces es probable que sea una batería convencional.



Las baterías convencionales pierden mucha agua durante la carga. Usted debe comprobar el nivel de líquido (electrólito) en la batería con regularidad, después de cada 100 horas de operación.

ADVERTENCIA: Evite el contacto con el electrólito. Se trata de ácido sulfúrico diluido y puede destruir la ropa y quemar la piel.

Compruebe el nivel del electrólito en todos los vasos empleando el indicador de nivel del electrólito, si lo hay. Si no lo hay, como norma, el electrólito debe estar de 1/4" a 1/2" por encima de las placas en todos los vasos.

Si el nivel del electrólito está bajo, añada agua limpia. Es aceptable usar el agua potable, pero es mejor el agua destilada. El agua dura contiene muchos minerales y pueden acortar la vida útil de la batería.



No rellene demasiado la batería, porque puede hacer que el líquido que hay en los vasos salpique y cause lesiones personales. Además, rellenar demasiado la batería también puede crear un desequilibrio en el contenido de electrólito y provocar corrosión en las piezas metálicas adyacentes. Después de agregar agua a la batería, esta debe cargarse.



ADVERTENCIA: Asegúrese de volver a colocar las tapas de ventilación ANTES de cargar. Esas son tapas de seguridad y pueden evitar una explosión.

Carateristicas de la batería de poco mantenimiento/alta salida



Las baterías de poco mantenimiento/alta salida tienen impreso n la cubierta “low maintenance/high output”.

Las baterías de poco mantenimiento/alta salida pierden agua más lentamente que las baterías convencionales. Usted debe comprobar el nivel de líquido (electrólito) en la batería cada 250 horas aproximadamente.

Evite el contacto con el electrólito. Se trata de ácido sulfúrico diluido y puede destruir la ropa y quemar la piel.

El procedimiento para añadir agua al electrólito de las baterías de poco mantenimiento/alta salida es el mismo que el empleado en las baterías convencionales.

Características de la batería que no requiere ningún mantenimiento



Las baterías que no requieren ningún mantenimiento tienen impreso en la cubierta “maintenance free”. La cubierta y la caja están completamente cerradas y no se tiene acceso al electrólito para comprobarlo. Por lo tanto, las baterías que no requieren ningún mantenimiento no necesitan que se inspeccione el nivel del electrólito.

Sin embargo, las baterías que no requieren ningún mantenimiento tienen respiraderos y siempre deben ponerse hacia arriba para evitar derrames del electrólito que contienen.

Limpieza

El procedimiento de limpieza es el mismo para todas las baterías.

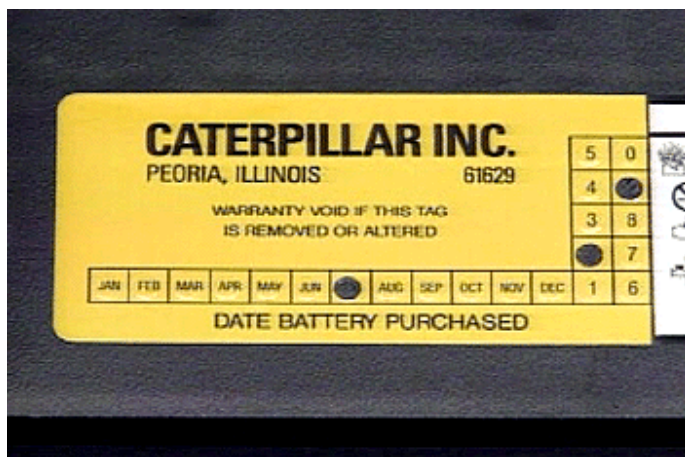
La parte de arriba de la batería siempre debe mantenerse limpia. La suciedad y la humedad pueden ocasionar corrosión o cortocircuitos, y pueden hacer difícil la manipulación de la batería. Emplee una mezcla de bicarbonato de sodio y agua o de amoníaco y agua como solución de limpieza. Mezcle 100 gramos (3,5 onzas) de cualquiera de los dos compuestos con un litro (0,26 galones) de agua limpia para hacer la solución.



De ser necesario, utilice papel de lija para limpiar los bornes. Cuando termine de limpiar la batería, pase un paño o enjuáguela con agua limpia fría.

Utilice un cepillo de alambre según sea necesario para quitar el herrumbre y la corrosión de las diferentes piezas metálicas, como la caja de la batería y el conjunto de sujeción.

Cómo determinar la fecha de compra



La fecha de compra proporciona una indicación bastante buena de cuánto tiempo se ha estado usando la batería. Por lo general, el mes y el año de compra aparecen indicados en una etiqueta que está en alguna parte de la batería. La fecha puede utilizarse para determinar el tiempo que tiene la batería y si todavía la garantía está vigente.

Los tres factores que influyen en la duración de la batería en un equipo CAT son:

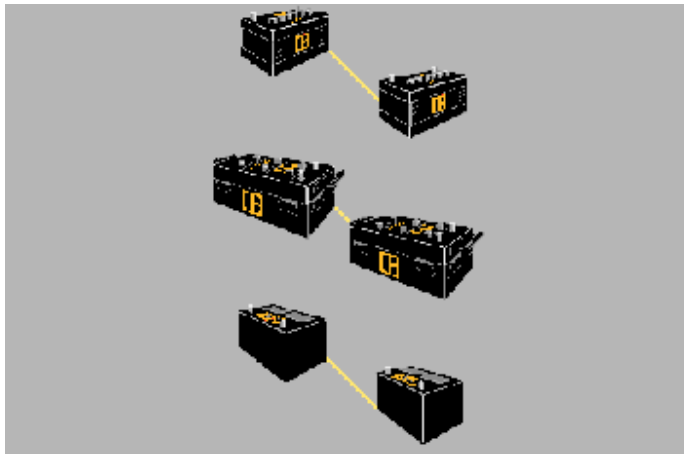
- Vibración
- Temperatura
- Condición de carga.

Normalmente puede esperarse que una batería dure cuatro años. Sin embargo, en medios de alta vibración o alta temperatura la duración de la batería se reduce aproximadamente a la mitad.

Igualmente, si usted deja que una batería se mantenga descargada durante un mes o más, puede sulfatarse y es posible que no pueda volver a cargarse. La sulfatación ocurre cuando se forman cristales blancuzcos en las placas de la batería, disminuyendo así su capacidad de almacenar y suministrar electricidad.

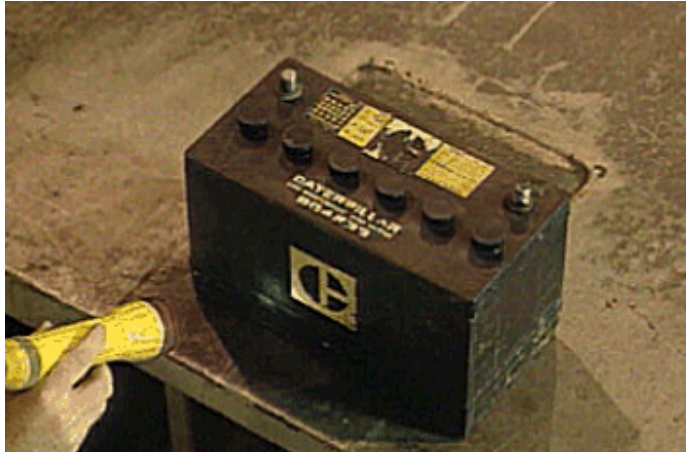
La duración probable de una batería en servicio es la consideración más importante para su reemplazo. Un estricto procedimiento de salida en el orden de adquisición o fabricación, junto con la fecha de puesta en servicio, constituyen un registro de la información necesaria para respaldar las reclamaciones de garantía.

Combinación de baterías de diferentes tipos



Caterpillar no recomienda combinar o “enlazar” baterías de diferente construcción, ya que esa diferencia de construcción requiere distintos voltajes de carga para cada batería. En un sistema de 24 voltios con baterías combinadas, una batería se sobrecarga y experimenta un desprendimiento excesivo de gases, mientras que la otra nunca recibe una carga plena. Esto acorta la vida útil de las baterías.

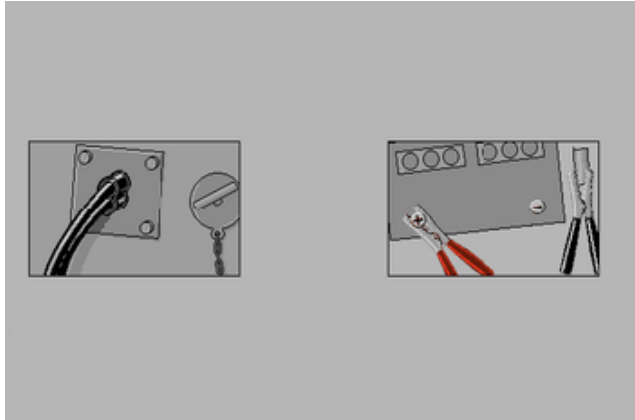
ADVERTENCIA: En los sistemas de 24 voltios, no utilice una batería que no requiere ningún mantenimiento con otro tipo de batería. El tiempo de duración de estas baterías se reduce cuando se cargan.

Inspección visual

A veces la apariencia visual de una batería puede decirle la razón de su bajo rendimiento. La corrosión alrededor de los bornes puede estar ocasionando un contacto deficiente entre el borne y el cable de la batería.

Si una batería parece estar en malas condiciones, tal vez sea necesario limpiarla o reemplazarla.

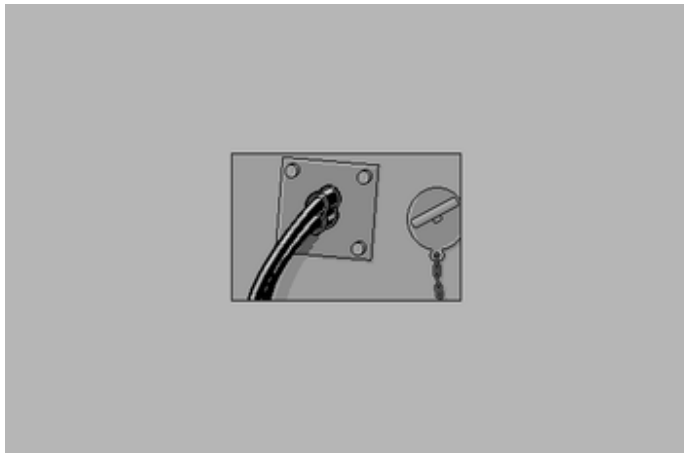
Debe inspeccionar la parte exterior de la batería para ver si los bornes están dañados y si la caja o la cubierta está rajada o tiene derrames. Cualquiera de estos problemas es una causa para reemplazar la batería. Del mismo modo, debe tratar de determinar la razón por la cual se produjo el daño antes de instalar una nueva batería.

Procedimientos de arranques mediante puente

Algunos productos Caterpillar están equipados con un receptáculo para arranque mediante puente como equipo estándar. Cuando un vehículo está equipado con un receptáculo, usted puede usar un cable de arranque de emergencia (izquierda); cuando no tiene un receptáculo, puede usar cables de empalme estándar (derecha). El procedimiento para usar un cable de arranque de emergencia y el procedimiento para usar cables de empalme estándar son muy similares.

Antes de arrancar mediante puente cualquier máquina, determine por qué no está girando el motor. Consulte la Instrucción Especial SEHS7768 sobre el uso del Grupo Analizador de Arranque/Carga.

Siempre utilice una fuente de voltaje similar al voltaje requerido en la máquina que se va a arrancar mediante puente.

Cable de arranque de emergencia

A continuación presentamos el procedimiento para arrancar el motor mediante puente utilizando un cable de arranque de emergencia.

Prepárese el vehículo

1. Coloque la palanca de control de la transmisión de la máquina que no arranca en la posición de NEUTRAL. Accione el freno de estacionamiento o secundario. Baje cualquier aditamento a tierra. Mueva todos los controles a la posición de RETENCIÓN (HOLD).
2. Gire el interruptor de arranque de la máquina que no arranca a la posición de DESCONEXIÓN (OFF). Apague todos los accesorios.
3. CONECTE (ON - cierre) el interruptor de desconexión, de haberlo, de la máquina que no arranca.
4. Asegúrese de que las baterías de la máquina que no arranca no están congeladas y de que el nivel del electrólito está por encima de las placas de los vasos. Verifique que estén colocadas y ajustadas las tapas de la batería en ambas máquinas.
5. Mueva la máquina que se va a utilizar como fuente para el arranque mediante puente lo suficientemente cerca de la máquina que no arranca para que lleguen los cables. NO DEJE QUE LAS MAQUINAS HAGAN CONTACTO ENTRE SÍ.
6. Pare el motor de la máquina que se va a utilizar como fuente o, si se está utilizando



Material del Estudiante
Material del Instructor

una fuente de energía auxiliar, desconecte el sistema de carga de dicha fuente de energía.

conecte el cable de arranque de emergencia

Si la fuente para hacer el puente y la máquina que no arranque están equipadas con un Sistema de Arranque de Emergencia

Caterpillar:

7. Conecte el cable apropiado para hacer el puente al receptáculo del sistema de arranque de emergencia de la máquina que no arranca.

8. Conecte el otro extremo de este cable al receptáculo del sistema de arranque de emergencia de la fuente.

arranque el motor y desconecte el cable

9. Arranque el motor de la máquina utilizada como fuente para el puente, o bien, active el sistema de carga en la fuente de energía auxiliar.

10. Espere un mínimo de dos minutos para que las baterías que están en la máquina que no arranca se carguen parcialmente.

11. Trate de encender la máquina que no arranca. De ser necesario, consulte el principio de la sección “Arranque del motor” que aparece en el Manual de Operación y Mantenimiento.

12. Inmediatamente después de encender el motor que no arrancaba, desconecte el cable de arranque mediante puente de la FUENTE utilizada para hacer el puente.

Cables de empalme estándares

A continuación presentamos el procedimiento para el arranque del motor mediante puente usando cables de empalme estándar.

prepare el vehículo

1. Coloque la palanca de control de la transmisión de la máquina que no arranca en la posición de NEUTRAL. Accione el freno de estacionamiento o secundario. Baje cualquier aditamento a tierra. Mueva todos los controles a la posición de RETENCIÓN (HOLD).
2. Gire el interruptor de arranque de la máquina atascada a la posición de DESCONEXIÓN (OFF). Apague todos los accesorios.
3. CONECTE (ON - cierre) el interruptor de desconexión, de haberlo, de la máquina atascada.
4. Asegúrese de que las baterías de la máquina atascada no están congeladas y de que el nivel del electrolito está por encima de las placas de los vasos. Verifique que estén colocadas y ajustadas las tapas de la batería en ambas máquinas.
5. Mueva la máquina que se va a utilizar como fuente para el arranque mediante puente lo suficientemente cerca de la máquina atascada para que lleguen los cables. NO DEJE QUE LAS MÁQUINAS HAGAN CONTACTO ENTRE SÍ.
6. Pare el motor de la máquina que se va a utilizar como fuente o, si se está utilizando una fuente de energía auxiliar, desconecte el sistema de carga de dicha fuente de energía.



Material del Estudiante
Material del Instructor

conecte los cables de empalme estándares

7. Conecte el cable de empalme positivo [(+) rojo] al borne positivo (+) de la batería descargada o del conjunto de baterías de la máquina que no quiere encender. No deje que las mordazas del cable positivo toquen ningún otro metal que no sean los bornes de la batería.

NOTA: Las baterías en serie deben colocarse en compartimientos diferentes. Utilice el borne conectado al solenoide del motor de arranque (normalmente se encuentra en el mismo lado de la máquina que el motor de arranque).

NOTA: En las máquinas con dos juegos de dos baterías (dos en cada guardabarros, cuatro en total), conéctelo a cualquiera de los juegos.

8. Conecte el otro extremo de este cable de empalme positivo [(+) rojo] al borne positivo (+) de la batería utilizada como fuente para el puente.

9. Conecte un extremo del cable de empalme negativo [(-) negro] al borne negativo (-) de la fuente de la forma siguiente:

- Sistemas de 12 voltios - use el borne negativo (-) de la batería utilizada para hacer el puente.
- Sistemas de 24 voltios - use el borne negativo (-) de la batería utilizada para hacer el puente (conectado al interruptor de desconexión) en la misma batería utilizada en el paso 8.

10. Haga la conexión final del cable negativo (-) al punto de conexión negativo del motor de arranque de la máquina que no enciende (no al borne negativo de la batería). Las excepciones a esta regla son:

- Si existe una conexión del tamaño del cable de la batería desde el punto de conexión negativo del motor de arranque hasta el bastidor, conecte el cable negativo (-) al bastidor de la máquina que no enciende, lejos de las baterías, de las tuberías hidráulicas o de combustible, o de piezas en movimiento.
- Si el motor de arranque no tiene un punto de conexión negativo, conecte el cable negativo (-) al bloque del motor, lejos de las baterías, de las tuberías hidráulicas o de combustible, o de piezas en movimiento.

11. Arranque el motor de la máquina utilizada como fuente para hacer el puente, o active el sistema de carga de la fuente de energía auxiliar.

12. Espere un mínimo de dos minutos para que las baterías de la máquina que no enciende se carguen parcialmente.



Material del Estudiante
Material del Instructor

13. Intente arrancar el motor que no enciende. Consulte la sección “Arranque del Motor” en el Manual de Funcionamiento y Mantenimiento.

14. Inmediatamente después de arrancar el motor atascado, desconecte los cables auxiliares en el orden inverso.

Comprobación del estado de carga de la batería

Batería	OCV Mínimo
12 voltios	12,40 voltios
8 voltios	8,27 voltios
6 voltios	6,20 voltios

La comprobación del estado de carga comprende tres pasos:

- Inspección de la batería y comprobación de los niveles de electrólito.
- Medición del voltaje de circuito abierto (OCV) de la batería. Cargue la batería si el OCV es menor que el mínimo de acuerdo con la tabla que aquí se muestra.
- Si el OCV es igual o mayor que el voltaje nominal de la batería, elimine la carga superficial de la batería y repita la medición de OCV. Cargue la batería si esta medición de OCV es menor que el mínimo, de acuerdo con la tabla que aquí se muestra.

Cuando una falla en la máquina indica que la batería puede ser el origen del problema, el primer paso a seguir es examinar la batería para comprobar si existe suciedad, corrosión y daño físico, y comprobar y corregir los niveles de electrólito, de ser ello necesario. La superficie superior de la batería y los bornes deben mantenerse limpios para evitar vías de fuga de corriente eléctrica.

Los bornes de batería dañados, una caja con fugas o rota, y una cubierta con fugas o rota son causas todas para reemplazar una batería.

Una vez que haya completado este paso, continúe con el paso 2 de la comprobación del estado de carga.

El voltaje de circuito abierto de una batería es el voltaje de la batería cuando no está suministrando o recibiendo electricidad. Cuando se mide el voltaje de circuito abierto de

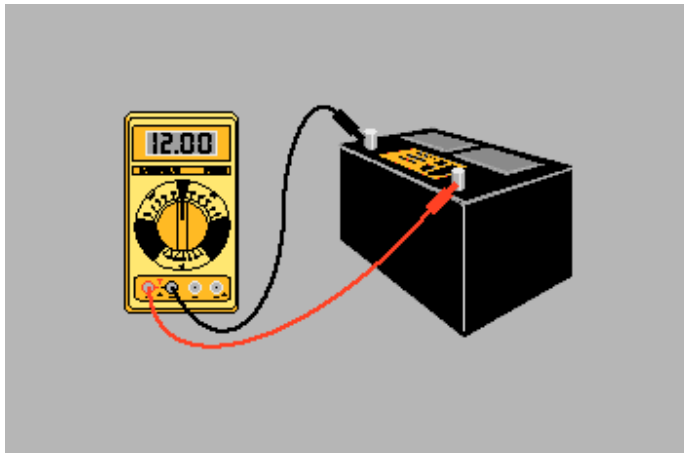
una batería, utilice un voltímetro digital para asegurar la exactitud necesaria.

Para medir el voltaje de circuito abierto de una batería, abra el interruptor de desconexión de la batería, ajuste el medidor a 20 voltios de CC y haga coincidir las sondas con los bornes de la batería.

Cualquier lectura menor de 12,40 voltios en una batería de 12 voltios significa que la batería necesita carga. Cualquier lectura igual o mayor de 12,40 voltios en una batería de 12 voltios significa que debe continuar con el paso 3 de la prueba de comienzo de carga.

La carga superficial es un voltaje resultante de un ciclo de carga. La carga superficial proporciona una indicación falsa acerca del verdadero estado de carga de una batería y debe eliminarse para obtener una medición exacta del voltaje de circuito abierto. Para eliminar la carga superficial, haga girar el motor alrededor de cinco segundos con el combustible cortado, o encienda los faros delanteros alrededor de un minuto. Espere entonces 5 minutos aproximadamente para que la batería se estabilice y repita la medición de voltaje de circuito abierto. Cualquier lectura menor de 12,40 voltios en una batería de 12 voltios significa que la batería necesita carga.

Carga de la batería



Antes de cargar una batería, debe realizar una comprobación del estado de carga de la batería para determinar si la batería necesita carga. Si el resultado de la comprobación del estado de carga de la batería es un voltaje de circuito abierto menor que el mínimo establecido en las especificaciones, cargue la batería.

- Batería de 12 voltios - OCV mínimo de 12,40 voltios
- Batería de 8 voltios - OCV mínimo de 8,27 voltios
- Batería de 6 voltios - OCV mínimo de 6,20 voltios

TABLAS DE TIEMPO/RÉGIMEN PARA CARGAR BATERÍAS								
Régimen	15 - 34	35 - 49	50 - 69	70 - 99	100 - 129	130 - 164	165 - 199	200 - 249
Régimen de carga en amperios ²	5,0	7,5	10	15	20	25	30	35
VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO								
Tiempo								
Batería de 12 voltios	12,40 y por encima		12,39 - 12,20		12,19 - 12,00		Por debajo de 12,00	
Batería de 8 voltios	8,27 y por encima		8,26 - 8,13		8,12 - 8,00		Por debajo de 8,00	
Batería de 6 voltios	6,20 y por encima		6,19 - 6,10		6,09 - 6,00		Por debajo de 6,00	
Tiempo de carga en horas ³	Prueba de carga - No se necesita cargarla		2,0		3,0			
VOLTAJE DE CARGA MÁXIMO								
Batería de 12 voltios	No debe sobrepasar los 16,00 voltios							
Batería de 8 voltios	No debe sobrepasar los 10,67 voltios							
Batería de 6 voltios	No debe sobrepasar los 8,00 voltios							

Antes de cargar una batería, determine el régimen y tiempo de carga adecuados y el voltaje de carga máximo para la batería. Los regímenes y tiempos que aparecen en las tablas que aquí se muestran deben cargar una batería al nivel requerido para la prueba de carga.

La capacidad nominal amperio-hora de la batería determina el régimen de carga. El voltaje de circuito abierto (OCV) determina el tiempo de carga. El voltaje nominal de la batería determina el voltaje de carga máximo.

TABLAS DE TIEMPO/RÉGIMEN PARA CARGAR BATERÍAS								
Régimen								
Régimen de amperios hora ¹	15 - 34	35 - 49	50 - 69	70 - 99	100 - 129	130 - 164	165 - 199	200 - 249
Régimen de carga en amperios ²	5,0	7,5	10	15	20	25	30	35
VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO								
Tiempo								
Batería de 12 voltios	12,40 y por encima		12,39 - 12,20		12,19 - 12,00		Por debajo de 12,00	
Batería de 8 voltios	8,27 y por encima		8,26 - 8,13		8,12 - 8,00		Por debajo de 8,00	
Batería de 6 voltios	6,20 y por encima		6,19 - 6,10		6,09 - 6,00		Por debajo de 6,00	
Tiempo de carga en horas ³	Prueba de carga - No se necesita cargaria		2,0		3,0			
VOLTAJE DE CARGA MÁXIMO								
Batería de 12 voltios	No debe sobrepasar los 16,00 voltios							
Batería de 8 voltios	No debe sobrepasar los 10,67 voltios							
Batería de 6 voltios	No debe sobrepasar los 8,00 voltios							

Como se indica en esta tabla, por ejemplo, se trata de una batería de 12 voltios de 150 amperios-hora cuyo OCV es 12,25 voltios (cajas amarillas). Esta batería debe recibir la carga a un régimen de 25 amperios por 2 horas y el voltaje de carga máximo permitido es 16,00 voltios (cajas rojas).



cargar la batería es un procedimiento que se realiza en tres partes:

- Prepare la batería para recibir la carga.
- Prepara el cargador de baterías.
- Cargue la batería al régimen de carga adecuado.

Preparación de la batería

1. Asegurese de que la batería esté limpia y de que los bornes y respiraderos estén libres de suciedad y corrosión. Si se trata de una batería convencional o una del tipo de alta potencia y bajo mantenimiento, asegurese de que el electrolito éste por encima de las placas en cada celda, no es necesario que llegue hasta el cuello del orificio de llenado pero si por encima de las placas.
2. Asegúrese de que la batería no esta congelada. No intente dar carga a una batería que tenga hielo en algunas de las celdas. Darle carga a una batería en estas condiciones puede ocasionar una explosión. Antes de iniciar el proceso de carga de la batería, espere siempre que el hielo se derrita.
3. Cuando se le esté dando carga a las baterías, las tapas de los respiraderos deben estar instaladas. No intente darle carga a una batería que haya perdido las tapas de los respiraderos. Estas tapas poseen parallamas incorporados que disminuyen la posibilidad de que chispas externas inflamen los gases de la batería. Si usted se



Material del Estudiante
Material del Instructor

dispone dar carga a una batería instalada en una máquina desconecte los cables de la batería. No intente dar carga a más de una batería a la vez.

Preparación del cargador de baterías

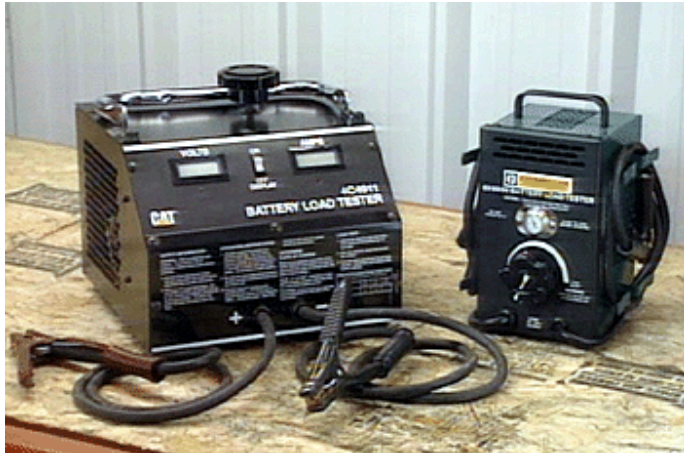
Antes de conectar el cargador de baterías:

1. Asegúrese de que el cargador este desconectado cuando lo conecte a la batería.
2. Ajuste el cargador para hacerlo coincidir con el voltaje nominal de la batería.
En este caso 12 voltios para una batería de 12 voltios:
3. Conecte el cable rojo del cargador al borne positivo (+) de la batería y despues el cable negro del cargador al borne negativo (-) de la batería.
4. Asegurese de que las abrazaderas estén bien conectadas.

Ajuste del régimen de carga

1. Encienda el cargador de batería y ajuste el regimen de carga correcto para la batería utilizando la relación amperio/hora dela tabla de tiempo de régimen de carga de una batería.
2. Durante la carga de las baterías, examine el voltaje en los bornes.
3. El voltaje en los bornes de las baterías nunca debe estar por encima del voltaje nominal máximo de la batería excepto durante los primeros 15 minutos en los que la batería comienza a recibir carga.
4. Disminuya el regimen de carga. Si al tacto siente que la batería se ha calentado mucho o su olfato le indica la presencia de acido, si la batería exhala humo o vapor denso, disminuya bastante el régimen de carga o apague el cargador.

Mientras este permanezca encendido, nunca toque o desconecte de la batería los cables del cargador. Esto puede provocar chispas que podrían inflamar los gases y ocasionar que explote la batería.

Comprobación de carga de la batería

Aquí se encuentran representado el comprobador de carga de baterías Caterpillar 6V4930 (izquierda) y el nuevo comprobador de carga de baterías Caterpillar 4C491 1 (derecha). Ellos pueden utilizarse para comprobar baterías de plomo de seis, ocho, y doce voltios. Ambos comprobadores están diseñados para simular las exigencias impuestas a la batería durante su funcionamiento. La realización de la comprobación de carga puede ayudarlo a establecer si una batería está en buenas o malas condiciones.



Comprobar la carga de una batería exige que mida la extracción de corriente establecida para la batería y el voltaje de la misma al final de la prueba. Si el comprobador de carga que está utilizando no posee incorporados los instrumentos de medición de voltaje y de corriente necesarios, utilice el multímetro digital y el amperímetro de mordaza junto con él, para medir así las extracciones de corriente y de voltaje.



Antes de proceder a la comprobación de carga de una batería, realice una comprobación del estado de carga de la batería y cargue la batería si es necesario.

Siempre inspeccione la batería antes de realizar una comprobación de carga. No compruebe la carga de una batería si tiene un poste zafado o rajaduras en la caja, o si el nivel de líquido en alguna de las celdas está por debajo del tope de las placas.

Asegúrese de que la batería no esté congelada. **NO REALICE** la comprobación de carga de una batería que tenga hielo en alguna de sus celdas.



La comprobación de carga de la batería comprende cuatro pasos:

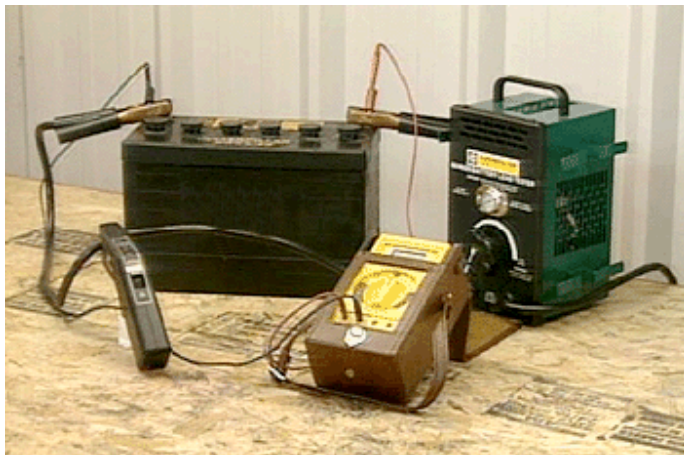
- Preparar el comprobador de carga de la batería.

- Determinar la carga de prueba que se utilizará.
- Realizar la comprobación de carga.
- Comparar los resultados con el voltaje mínimo aceptable bajo carga para la batería.

Preparación del comprobador de carga de baterías

1. Gire el botón de control del comprobador de carga a la posición de DESCONEXIÓN (OFF).
2. Conecte uno de los cables del comprobador de carga (la presilla roja del 4C491 1) al borne positivo (+) de la batería.
3. Conecte el otro cable del comprobador de carga (la presilla negra del 4C491 1) al borne negativo (-) de la batería.
4. Conecte un DMM a la batería para leer el voltaje de la batería.
5. Enganche un amperímetro en cualquiera de los cables del comprobador de carga para leer la extracción de corriente.

Nota: La temperatura aceptable más baja de la batería para una comprobación de carga es de 50 grados Fahrenheit (10 grados centígrados). Cualquier batería que esté por debajo de esta temperatura debe ser calentada a esta o a una mayor temperatura antes de realizar una comprobación de carga de la batería.



La carga de prueba adecuada para una batería es la mitad de la capacidad nominal de amperios de giro en frío (CCA) de la batería.

Por ejemplo, a una batería con una capacidad nominal de amperios de giro en frío de 950 amperios se le debe hacer la comprobación de carga a 475 amperios debido a que 950 dividido por 2 es igual a 475.

La capacidad nominal de CCA de las baterías Caterpillar varía de 450 a 1250 amperios. En muchos casos la capacidad nominal de CCA está impresa en la batería. Este valor puede encontrarse también en el “Juego de Venta de Piezas Caterpillar”, formulario PEKP9100.

Realización de la comprobación de carga

1. Gire el botón del control de carga en sentido horario hasta que la lectura del amperímetro alcance la mitad de la capacidad nominal de amperios de giro en frío de la batería y mantenga el botón ajustado a esa lectura por 15 segundos.
2. Después de 15 segundos, compruebe y grabe la lectura de voltaje del DMM.
3. Después de comprobar la lectura de voltaje, haga girar el botón de carga en sentido antihorario hasta la posición de DESCONEXIÓN (OFF) y desconecte el equipo de comprobación. Proceda a la comprobación de carga.

Comparación de los resultados

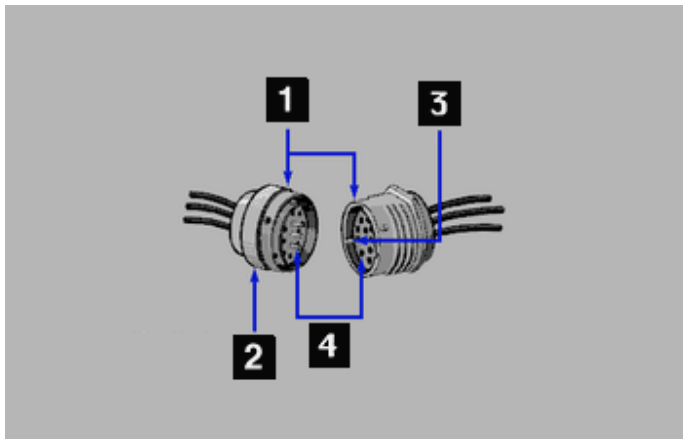


Si la lectura de voltaje no cumple estas exigencias mínimas y la batería está completamente cargada antes de realizar la comprobación de carga, es probable que la batería esté mala. Estas son las lecturas de voltajes mínimos aceptables para la batería especificada:

- Batería de 12 voltios - 9,5 voltios

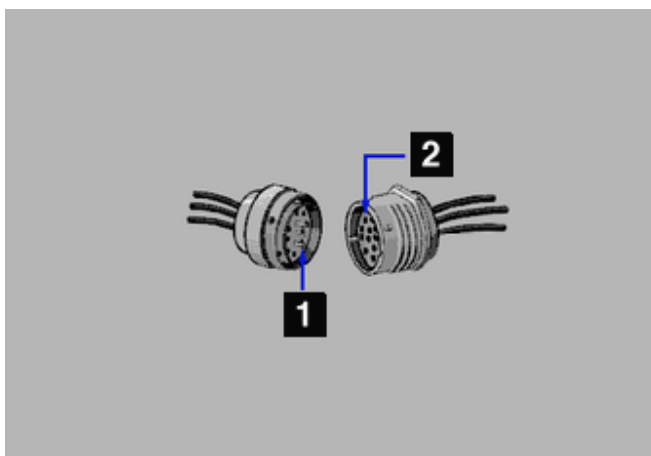
- Batería de 8 voltios - 6,3 voltios
- Bateria de 6 voltios - 4,7 voltios

Conectores - Características comunes



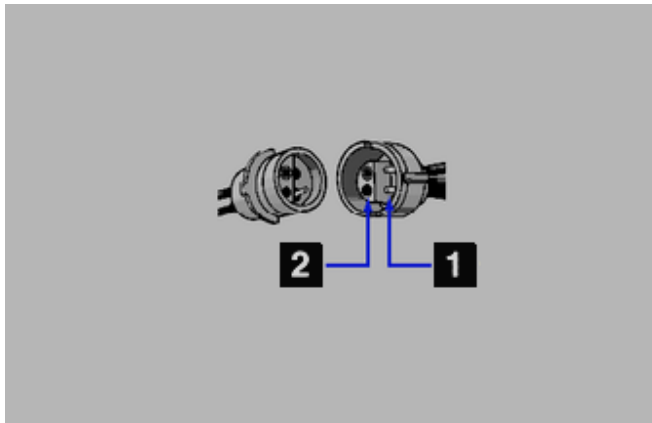
Hay una variedad de tipos diferentes de conectores diseñados para distintos usos. Todos los conectores, no obstante, poseen algunas características comunes. Aquí se muestran mitades que calzan entre sí (1), mecanismos de cierre (2), contactos desmontables (3), y guía de acoplamiento.

Mitades que calzan entre sí



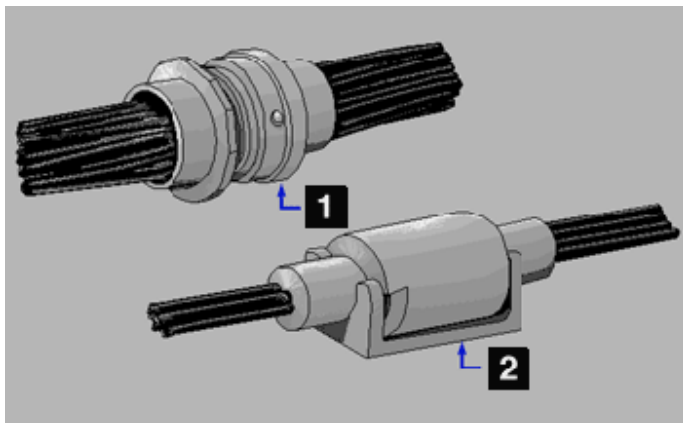
Los conectores poseen dos mitades que se corresponden entre sí de una manera específica de modo que las dos partes no puedan conectarse de forma incorrecta. Por

lo regular, una mitad posee exclusivamente contactos de espiga (1), y la otra posee un enchufe hembra (2) que calzan con las espigas. A la mitad que posee las espigas se le llama enchufe macho y a la mitad con el enchufe hembra se le llama receptáculo.

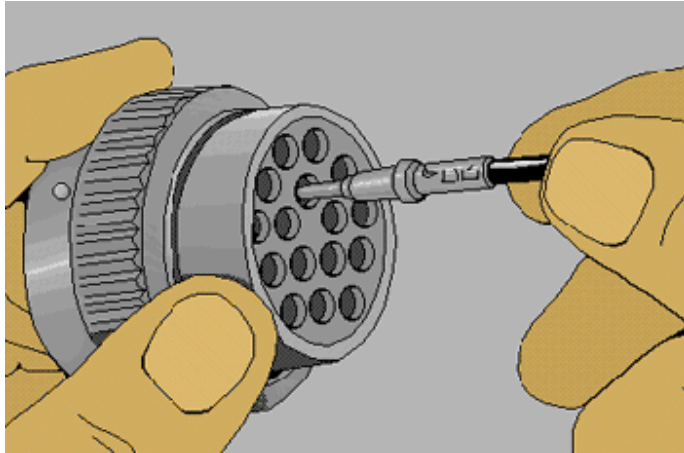


No obstante, hay algunos conectores en los que ambas mitades del conector poseen espigas (1) y enchufes hembra (2).

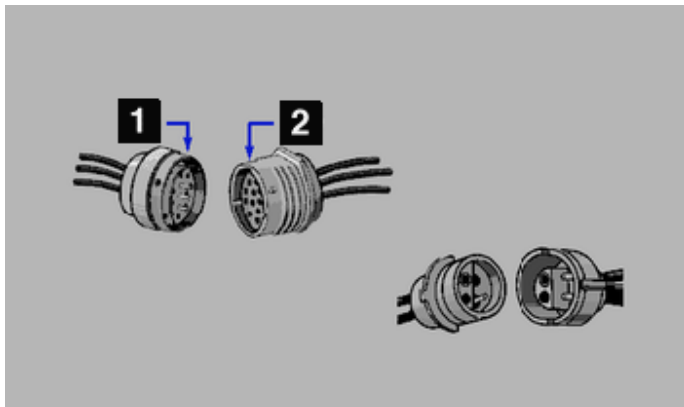
Mecanismo de cierre



Las dos mitades de un conector que calzan entre sí se sostienen unidas por un mecanismo de cierre para evitar que se separen accidentalmente. Este mecanismo de cierre puede estar incorporado al conector (1) o puede ser una presilla (2) que está sujeta a la parte exterior del conector.

Contactos desmontables

La mayoría de los conectores están contruidos de forma tal que los contactos pueden desmontarse y reemplazarse individualmente. Esto evita tener que reemplazar todo el conector cuando es probable que sólo uno de los contactos esté averiado.

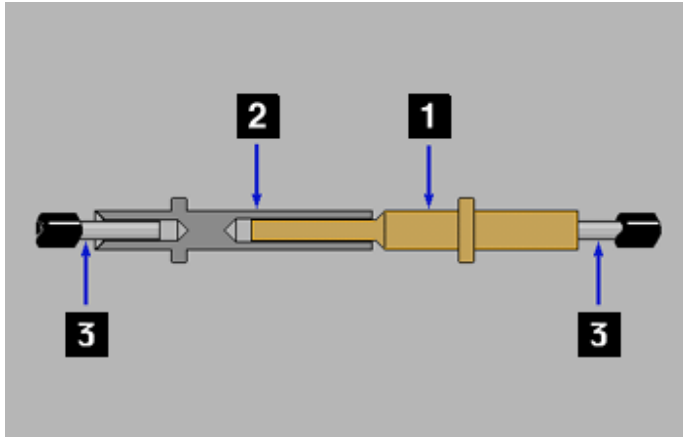
Guías desmontables

Las dos mitades de un conector están diseñadas para que no puedan acoplarse de forma equivocada.

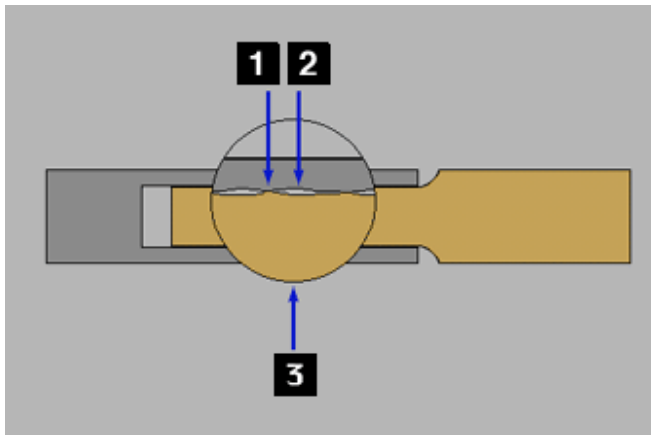
Algunos conectores poseen una configuración de lengüeta (1) y muesca (2) que debe alinearse antes de que se puedan unir las dos mitades.

En otros conectores su forma y la configuración de las espigas y enchufes hembra hacen imposible que se unan de forma incorrecta.

Contactos

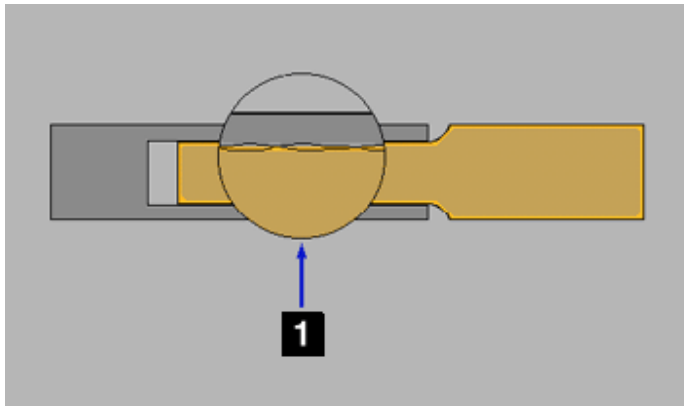


En un conector, las espigas (1) y los enchufes hembra (2) son una extensión de los cables (3) a los que están conectados. Cuando se acoplan adecuadamente, las superficies exteriores de las espigas hacen contacto con las superficies interiores del enchufe hembra para proporcionar vías para la corriente eléctrica de un conjunto de cables a otro.



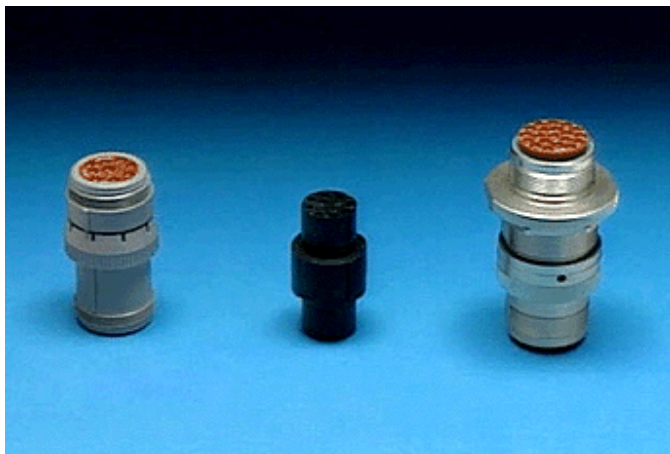
Todos los conectores poseen cierta resistencia al flujo de corriente. Esta resistencia la ocasionan defectos microscópicos

-- crestas (1) y depresiones pequeñas (2) -- en las superficies de los contactos, que conjuntamente con los contaminantes y la corrosión que se produce con el tiempo debido al ambiente severo en que las máquinas Caterpillar trabajan con frecuencia, reducen la superficie de contacto entre las espigas y los enchufes hembra.



Para reducir la corrosión e incrementar la superficie de contacto entre las espigas y los enchufes hembra, las superficies de las espigas y de los enchufes hembra están enchapados. Los metales de enchapado más suaves tienden a tomar la forma de la superficie de conexión, lo que hace que se mejore el contacto eléctrico.

Tipos de conectores



Existen tres tipos principales de conectores que se utilizan en los productos Caterpillar. Cada tipo posee sus propias características únicas.

Conector Deutsch™

El **Conector Deutsch™** es circular y está construido de plástico. Posee caucho suave (flecha) que rodea br orificios de las cavidades donde se alojan los cables para sellarías e impedir la entrada de humedad, polvo u otras impurezas.



Este conector se fabrica en tres tamaños. Los conectores de tres, cinco y nueve espigas se encuentran con frecuencia en las máquinas Caterpillar. Cada contacto del conector Deutsch™ puede recibir dos tamaños diferentes de cable.



El conector Deutsch brinda un servicio confiable en ambientes severos. Está bien sellado, y con simples herramientas manuales puede dársele mantenimiento y repararlo con mucha facilidad.

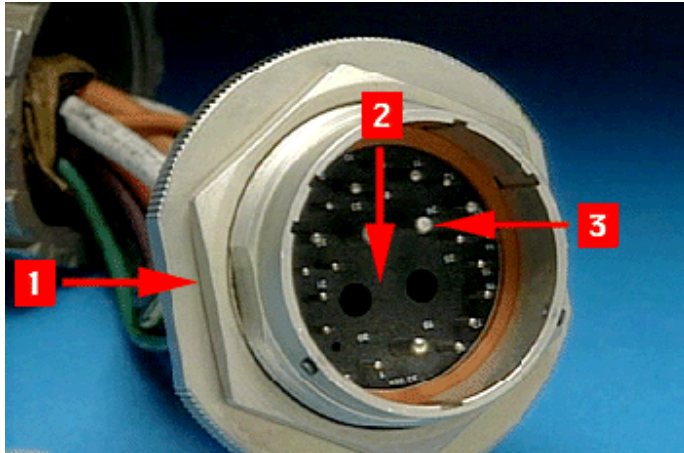
Conector Sure-Seal



El conector Sure~Seal™ presenta cajas que están especialmente moldeadas para guiar su conexión y proporcionar un acoplamiento fácil entre sus mitades.

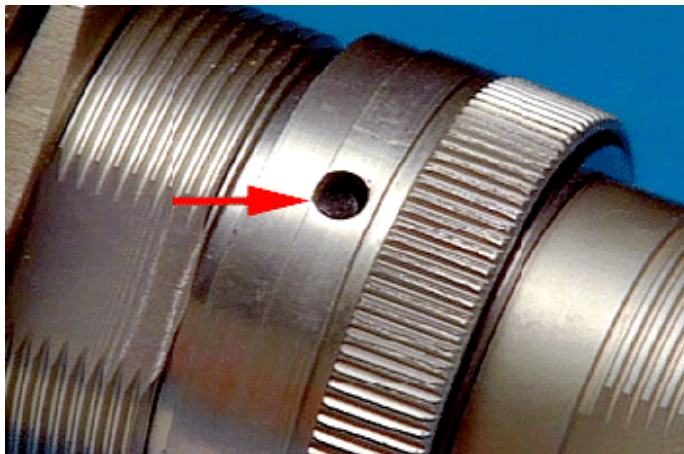
El conector Sure~Seal™ proporciona hasta 10 conexiones de espiga y de enchufe hembra.

Conector CE



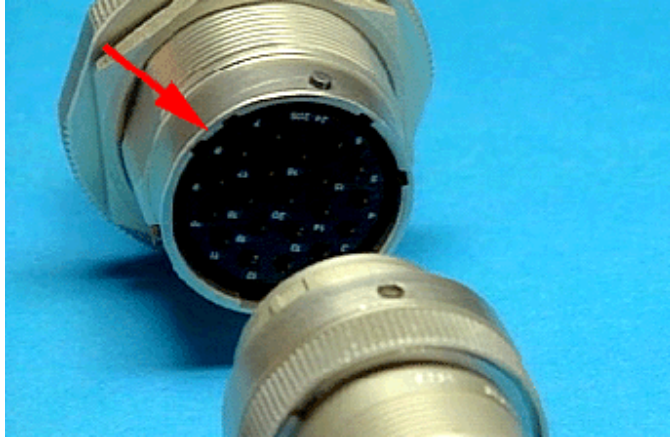
El conector CE posee tres partes:

1. Un casco de metal.
2. Un aislador de plástico.
3. Los contactos.

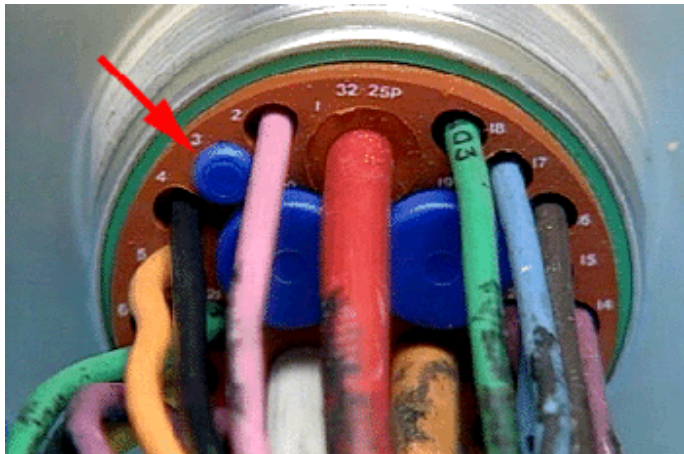


Las mitades del casco de metal se enganchan y cierran con un acoplamiento de bayoneta de giro rápido.

También poseen un indicador visual (flecha) que indica que las dos mitades están acopladas correctamente.



Las mitades poseen cinco ranuras de posicionamiento para garantizar una alineación apropiada. También son a prueba de atascamiento, de manera que las mitades puedan acoplarse aun en aquellas ocasiones en que usted no pueda ver lo que está haciendo.



Los conectores están sellados ambientalmente con una junta. Los cables individuales poseen arandelas aislantes. Los tapones de sellaje (flecha) están insertados en los enchufes hembra que no están en uso para evitar la entrada de impurezas y de humedad.



Material del Estudiante
Material del Instructor

Selección del conector

Los ingenieros de Caterpillar seleccionan los conectores después de una consideración cuidadosa de las numerosas condiciones ambientales y aplicaciones. Los factores que influyen en la selección de un conector de acuerdo con sus diferentes aplicaciones incluyen:

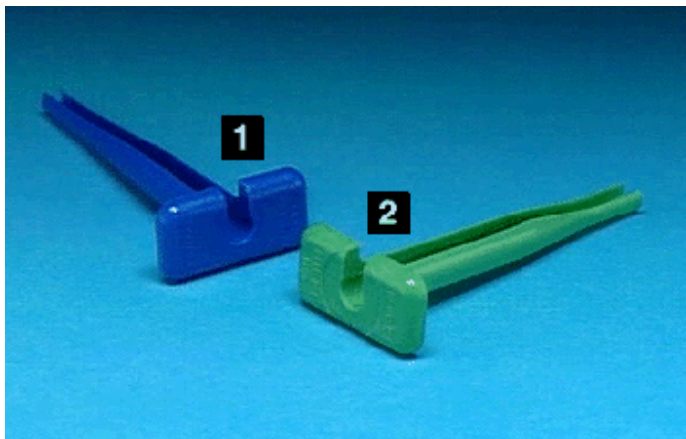
- Mantenimiento
- Envejecimiento
- Durabilidad
- Retención del contacto
- Vibración
- Resistencia al aislamiento
- Resistencia al contacto
- Choque térmico
- Duración de la temperatura
- Resistencia a los líquidos
- Inmersión en agua

Herramientas para los conectores y procedimientos de reparación



Las herramientas y procedimientos de reparación adecuados son importantes. La utilización de una herramienta de extracción o inserción equivocada puede dañar los contactos o provocar una mala conexión del contacto. Utilizar una herramienta troqueladora equivocada podría dar lugar a una mala conexión entre los contactos y el cable. Esta sección describe las herramientas especiales y los procedimientos de reparación para cada uno de los tres conectores.

Conector DeutschTM herramientas de extracción de los contactos



Las herramientas de extracción del conector DeutschTM están disponibles en dos tamaños diferentes. El tamaño de la herramienta que usted utilizará depende del calibre del cable. Estas herramientas se parecen a las herramientas de extracción del conector CE, pero no pueden intercambiarse. Si usted intenta utilizar una herramienta para el

conector CE en un conector Deutsch existe la posibilidad de que la herramienta se rompa. Las herramientas están codificadas por colores para ayudarlo a identificarlas. Tenga en cuenta que la herramienta Deutsch de calibres 16 al 18 (1) es azul, y la de calibre 14 (2) es verde oscuro. Las herramientas del conector CE poseen diferentes colores. No es necesario utilizar ninguna herramienta especial para insertar contactos nuevos.

Herramientas troqueladoras de los contactos del conector Deutsch™



La herramienta troqueladora manual CAT 1U5804 se utiliza para troquelar los contactos del conector Deutsch™ al cable. Esta herramienta también puede utilizarse para troquelar los contactos del conector CE de calibre 12 al 18. La herramienta posee un selector de calibre de cable, que se ajusta para que coincida con el calibre del cable que será troquelado.

Desmontaje de un contacto Deutsch™

Seleccione la herramienta del tamaño adecuado de acuerdo con el calibre del cable que desea desmontar.

Deslice la herramienta a todo lo largo del cable hasta que la punta de la herramienta haga presión sobre el cable.

Empuje la herramienta dentro del conector hasta que sienta que ha liberado el seguro de acoplamiento interior. No gire la herramienta durante la liberación del seguro, debido a que podría destruirlo o dañar la herramienta.

Hale el alambre desde el conector.

Troquelado de un contacto DeutschTM

Remover el contacto viejo cortando el cable.

Quite aislante al cable lo suficiente para poder ver el cable desnudo a través del orificio de inspección del contacto, y no deje más de un milímetro y medio, o un dieciséisavo de pulgada de cable desnudo desde cuerpo del contacto.

Alinie el botón selector de la herramienta troqueladora de acuerdo al calibre de cable que va a troquelar.

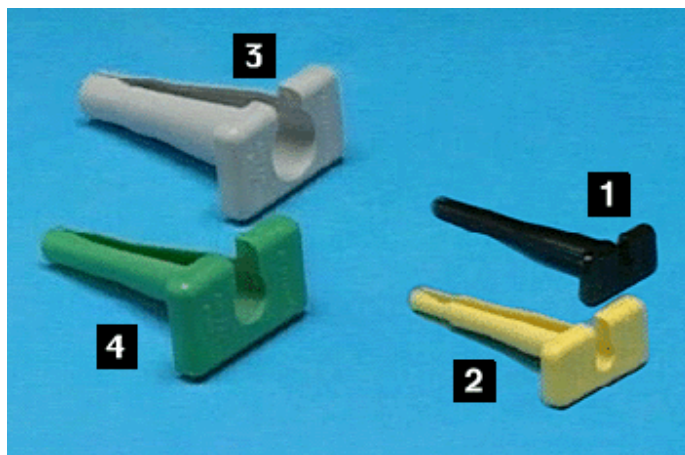
Inserte el contacto en la herramienta troqueladora y haga girar el tomillo de ajuste hasta que el extremo del cuerpo del-co-nt-acto esté emparejado con la superficie de la herramienta.

Introduzca el cable dentro del cilindro del cuerpo del contacto. Presione el contacto hasta que los mangos de la herramienta se unan.

Instalación de un contacto DeutschTM

Sostenga el cable cerca de veinticinco milímetros, o una pulgada, detrás del cuerpo troquelado del contacto.

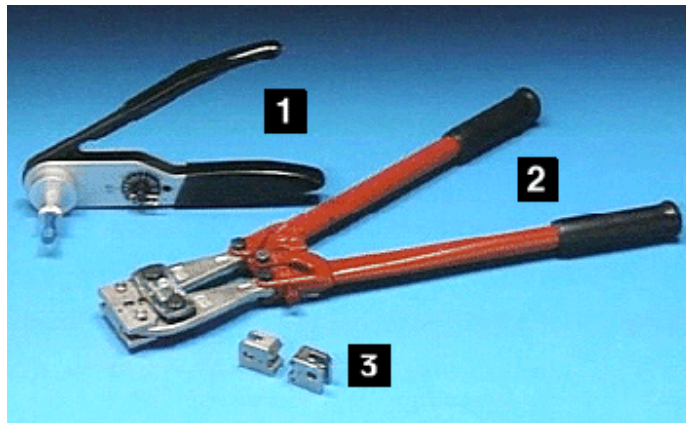
Empuje el contacto hacia la arandela de goma del conector hasta que sienta que ha llegado a su límite. Hale el cable ligeramente para cerciorarse de que el contacto está fijado en su lugar.

Herramientas extractoras del CETM

Caterpillar posee herramientas de extracción de cuatro tamaños para el conector CE. Seleccione la herramienta de acuerdo con el calibre del cable que está en el conector. Estas herramientas son similares a las herramientas de extracción del contacto -del

conector Deutsch™, pero no pueden intercambiarse. Las herramientas están codificadas por color para ayudarlo a identificarlas. Tenga en cuenta que la herramienta CE de calibres 16 al 18 es negra (1), la herramienta de calibres 12 al 14 es amarilla (2), la herramienta de calibres 8 al 10 es verde claro (4), y la herramienta de calibres 4 al 6 es gris (3). Para insertar contactos nuevos no es necesaria la utilización de herramientas especiales.

Herramientas troqueladoras CETM



Para el mantenimiento del conector CE se utilizan dos herramientas troqueladoras diferentes: La herramienta troqueladora manual IUS 804 (1), que se utiliza para troquelar los contactos de calibre doce al dieciocho, es la misma herramienta utilizada para troquelar los contactos del conector Deutsch™. El conjunto de la herramienta troqueladora manual CAT 4C4075 (3) se utiliza con dos conjuntos de retención (4) para troquelar contactos de calibres del cuatro al diez.

Troquelado de un contacto CETM

Remover el contacto viejo cortando el cable.

Quite aislante al cable lo suficiente para poder ver el cable desnudo a través del orificio de inspección del contacto, y no deje mas de un milímetro y medio, o un dieciséisavo de pulgada de cable desnudo desde el cuerpo del contacto.

Emperne el conjunto correcto de retención en la herramienta troqueladora.

Inserte el contacto en el conjunto del retenedor y cierre las mandíbulas lo suficiente para sostener el contacto.

Introduzca el cable dentro del cuerpo del contacto. Presione el contacto hasta que los



Material del Estudiante
Material del Instructor

mangos de la herramienta se unan.

Herramienta de inserción del Sure~Seal



Para remover los contactos del conector Sure~Seal™ usted no necesita ninguna herramienta especial. No obstante, usted necesitará esta herramienta especial para insertar un contacto nuevo.

Herramienta troqueladora Sure~Seal™





Material del Estudiante
Material del Instructor

Para los conectores Sure~Seal™, utilice la herramienta de extracción de aislante y troquelado Caterpillar 6V3001. Esta herramienta fue seleccionada después de una amplia comparación con las herramientas de propósito general.

Extracción del contacto Sure~Seal

Desmonte el contacto tirando del cable fijado al contacto. Si el cable es muy corto, utilice las pinzas de puntas de aguja para desmontar un contacto de espiga. Utilice la herramienta 6V3008 Caterpillar para sacar fuera del conector un contacto de enchufe que no esté conectado a un cable.

Troquelado de un contacto Sure~Seal™

Remover el contacto viejo cortando el cable.

Quite aislante del cable de tres a cuatro milímetros aproximadamente o tres dieciséisavos de pulgada.

Coloque la abertura en “U” más pequeña del contacto en el arco B marcado en la herramienta como se indica en el video.

Inserte el cable en el contacto, y presione los mangos de la herramienta hasta que lleguen al tope.

Luego coloque la abertura en “U” mas grande del contacto, en el arco A marcado en la herramienta, y presione hasta que los mangos de esta lleguen al tope.

Instalación de un contacto Sure~Seal™

Empuje la herramienta dentro del cuerpo del conector hasta que lo atraviese por completo.

Tire del pulsador de la herramienta para que retroceda dentro del tubo de la herramienta.

Empuje el contacto nuevo dentro del tubo de la herramienta hasta que haga contacto con el pulsador retráctil.

Desmonte la herramienta sujetando el conector de manera que el contacto se mantenga en su lugar y saque la herramienta del conector.

MODULO III: PAUTAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

El proposito de este modulo es presentar las pautas de localización de averías para los sistemas eléctricos de las máquinas Caterpillar.

OBJETIVOS DEL MODULO

Al término de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

1. Identificar las cuatro pautas esenciales para el diagnóstico de las averías.
2. Describir la relación entre los cuatro sistemas eléctricos en las máquinas Caterpillar y relacionarlos con el proceso de localización de averías
3. Conocer bien las pautas para la localización de averías lo ayudará a diagnosticar los problemas con exactitud y eficacia.

Lección1: Cuatro etapas del proceso de localización de averías

El proceso de localización de averías típicamente tiene lugar en cuatro etapas. Siguiendo estas etapas, se podrá sacar el mayor provecho tanto al tiempo como al esfuerzo dedicados a esta tarea. Estas etapas son:



- 1.Descubra lo que otras personas saben del problema.
- 2.Descubra qué información puede brindarle la máquina acerca del problema.
- 3.Analizar el problema con lógica e identificar la mayor cantidad posible de causas del problema que usted pueda.
- 4.Efectúe mediciones.
Haga que cada medición sea una pieza adicional de información, para luego analizar el problema una vez mas, hasta que usted sepa la raíz que esta causando el problema.

Descubra lo que otras personas saben acerca del problema

Indague todo lo que pueda sobre el problema preguntándole a los demás. Es importante que sea hábil para entrevistar a la gente. Usted necesita saber cómo hacer las preguntas y qué preguntas debe hacer. Además de preguntas obvias como “¿Qué sucedió?”, puede preguntar:

- ¿Cuándo ocurrió el problema?



- ¿Cómo se estaba utilizando la máquina?
- ¿Todo lo demás estaba funcionando bien?
- ¿Qué reparaciones se le habían hecho anteriormente?

En el caso de fallas intermitentes (fallas que ocurren con cierta frecuencia), preguntas tales como “¿Cuáles eran las condiciones meteorológicas en el momento en que ocurrió el problema?”, no sólo lo ayudarán a determinar cuándo ocurrió la falla, sino también una posible causa.

Por ejemplo: un sistema eléctrico que solamente no funciona cuando llueve, puede indicar que la humedad está creando trayectos de corriente no deseados en el circuito.

Descubra qué información puede brindarle la máquina acerca del problema

- Observe la situación y, de ser posible, el funcionamiento de la máquina. Compruebe la exactitud de la información que le dieron.
- Inspeccione la máquina y fíjese si hay alguna señal visual del problema.

Por ejemplo: la presencia de corrosión en cualquier componente de un sistema eléctrico puede constituir una indicación de dónde debemos comenzar a buscar la causa del problema, particularmente si el componente forma parte del circuito que presenta la falla.

- Escuche los sonidos que hace la máquina.

Por ejemplo: el clic de un relé indica que la bobina electromagnética del relé está funcionando correctamente. No obstante, eso no nos indica nada sobre la condición de los contactos del relé. Usted puede obtener algo acerca del problema solo con escuchar.

- Usted puede utilizar el sentido del olfato.

Por ejemplo: el olor de una pieza quemada en la máquina, puede indicar que hay una falla por cortocircuito a tierra.

Analice el problema con sentido lógico

Identifique la mayor cantidad posible de probables causas que usted pueda:

- Combine la información que ha recopilado con lo que usted sabe acerca del sistema. ¿Cómo debe funcionar el sistema? ¿Cómo funciona? Si necesita información adicional, obténgala.



Utilice esta información y la lógica simple para ir reduciendo el círculo del problema. ¿Hay cosas que usted sabe que NO PUEDEN SER y otras que SÍ PUEDEN SER?

- Trate de dar con la causa del problema a través de conjeturas lógicas. Identifique la mayor cantidad posible de probables causas del problema y luego pregúntese cómo puede probar sus teorías.

Por ejemplo: si el motor gira lento al arrancarlo, puede deberse a que las baterías tienen poca carga. En este caso puede realizar una prueba de Voltaje de Circuito Abierto para determinar la carga de las baterías.

Haga mediciones

Deje que cada medición sea un elemento adicional de información, con la cual podrá analizar el problema una vez más hasta encontrar la raíz de su causa.

- Deje que las conclusiones que usted sacó a partir de las tres primeras etapas lo guíen adónde y cómo utilizar las herramientas de diagnóstico. Deje que cada medición que tome constituya un elemento informativo adicional para poder analizar el problema una vez más.
- Si la información que obtuvo con las mediciones es útil, pero no concluyente, pregúntese si hay una segunda prueba que usted pudiera realizar para demostrar que ha descubierto la causa del problema.

Por ejemplo: una medición de la caída de voltaje de un interruptor puede demostrar que existe una resistencia, pero ¿es realmente en el interruptor? ¿Podría ser la conexión que va al interruptor? Una medición de la resistencia con los cables del interruptor desconectados podría ser una buena forma de probarlo.

Use este tipo de oportunidades para ganar mayor confianza, refuerce sus conocimientos sobre el modo en que funcionan los circuitos eléctricos y demuéstrese a sí mismo que usted sabe cuál es el problema.

- Sea cauteloso. Pregúntese si las pruebas que usted realizó se dirigen hacia la causa del problema.

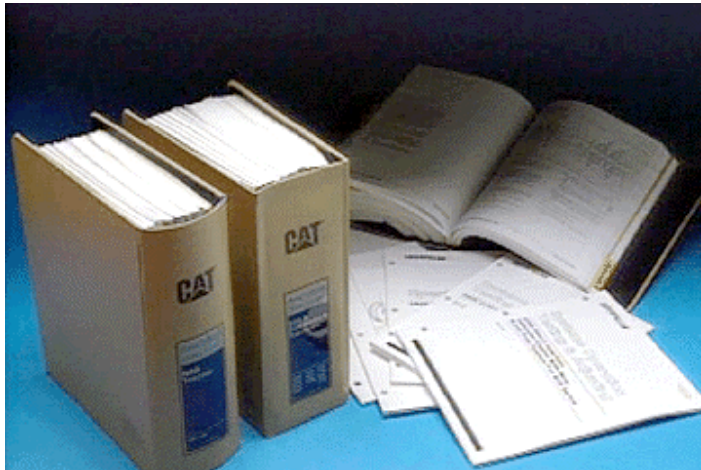
Por ejemplo: si la prueba de Voltaje de Circuito Abierto muestra que las baterías tienen poca carga, ¿por qué perdieron la carga? Quizás el operador dejó una luz encendida durante toda la noche. Trate de seguir conscientemente estas pautas hasta que logre incorporarlas a su análisis de modo inconsciente. No pierda la oportunidad de hacer una segunda medición o de hacer más preguntas al cliente o al operador. Convéncase de que realmente encontró la causa del problema.

Lección2: Manuales de mantenimiento y diagramas

Los técnicos de mantenimiento no podrían siquiera pensar en intentar realizar su trabajo sin contar con las herramientas adecuadas. Dos herramientas esenciales para tener éxito en la localización de averías son los manuales de mantenimiento y los diagramas.

Manuales de mantenimiento

Los manuales de mantenimiento de Caterpillar constituyen una guía para sus actividades de mantenimiento. Cada manual se compone de varios módulos, los cuales abarcan información tal como:

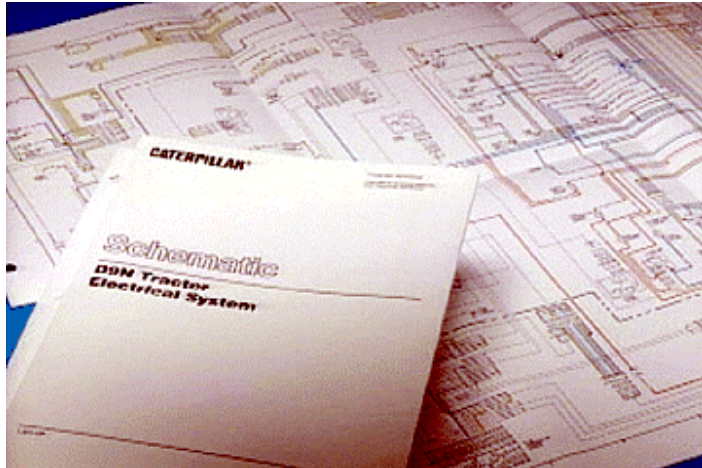


- Especificaciones sobre los componentes y sistemas de la máquina.
- Cómo funciona cada sistema.
- Cómo operar y dar mantenimiento a la máquina.
- Cómo probar, ajustar, montar y desmontar los componentes.
- Cómo localizar las averías en los diversos sistemas de la máquina.

Cualquiera que sea la máquina Caterpillar en la que usted esté trabajando, el manual de mantenimiento puede ofrecerle valiosa información antes de que comience el trabajo, así como en el transcurso de este.

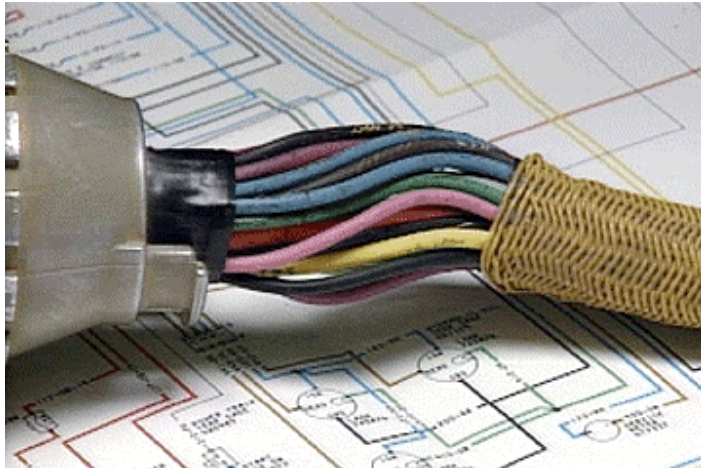
Diagramas

Los diagramas eléctricos forman parte de los manuales de mantenimiento e incluyen:



- Un índice para todos los circuitos de la máquina
- Un índice de ubicación para todas las conexiones de mazos de cables y componentes del diagrama.
- Especificaciones sobre los interruptores, fusibles y disyuntores.
- Diagramas de las ubicaciones de los conectores de mazos de cables y de los componente.
- Información sobre la identificación de los cables.

Los diagramas son uno de los instrumentos más útiles de que puede valerse un técnico de mantenimiento para localizar las averías en los sistemas eléctricos Caterpillar.

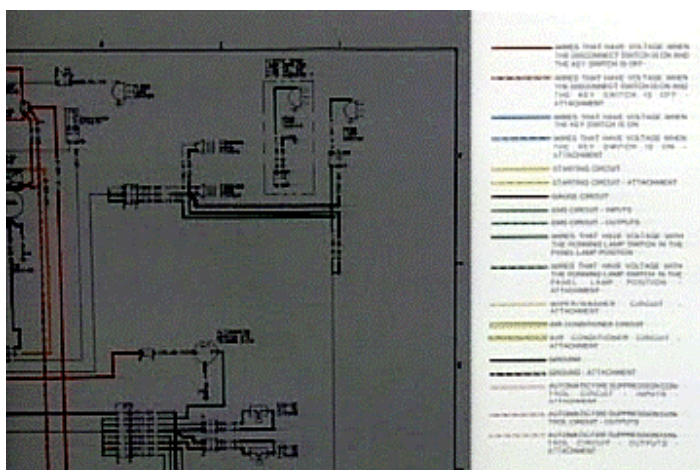


Los colores de cables que se ven en un diagrama Caterpillar y los colores de cables que tienen en realidad las máquinas Caterpillar tienen diferentes significados.

Cuando los técnicos de mantenimiento usan un diagrama que muestra todos los circuitos de los sistemas de una máquina, a veces destacan con un lápiz o pluma de color el circuito en el cual están trabajando. El hecho de destacar un solo sistema los ayuda a que la vista se mantenga concentrada en ese circuito mientras están trabajando.

Clave de colores del diagrama

Los colores de los cables en el diagrama se explican mediante una clave de colores en el propio diagrama. Un color en particular puede indicar la condición de un circuito bajo determinada circunstancia o puede identificar el circuito.

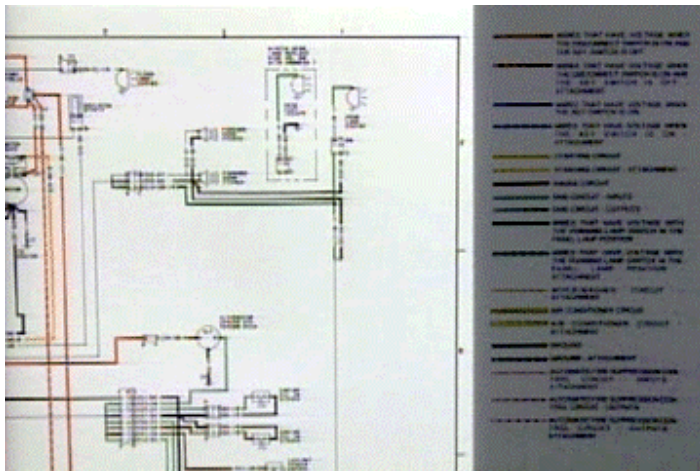


Por ejemplo, todos los cables ROJOS en este diagrama tienen voltaje cuando el

interruptor de desconexión está conectado (ON) y la llave selectora está desconectada (OFF).

Todos los cables NEGROS en este diagrama van a tierra (el bastidor del vehículo).

Todos los cables DORADOS en este diagrama forman parte del circuito de arranque.

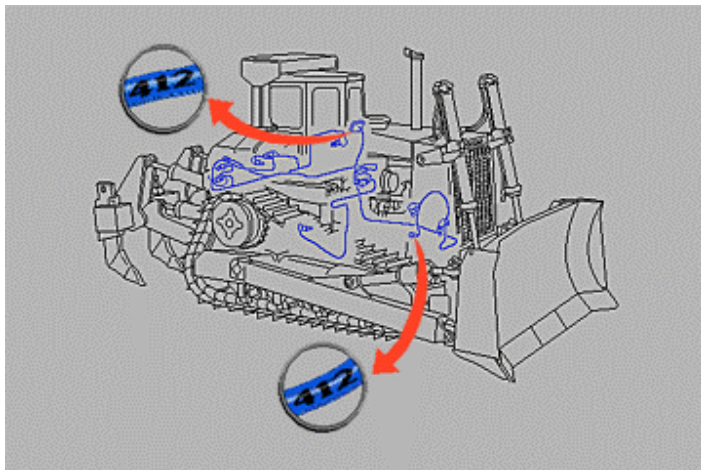
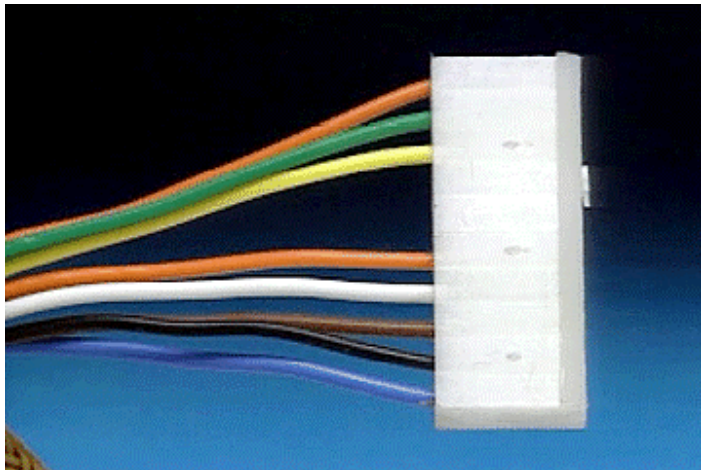


Todos los colores de los cables en los diagramas Caterpillar para todas las máquinas tienen el mismo significado.

El ROJO siempre indica un circuito que tiene voltaje cuando el interruptor de desconexión está conectado (ON) y el selector de llave está desconectado (OFF).

Colores de los cables en un máquina

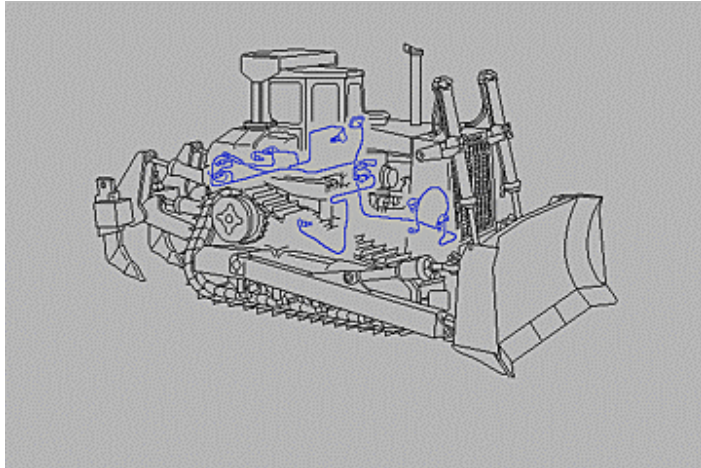
Los colores de los cables en las máquinas Caterpillar tienen un significado diferente de los colores de los cables en un diagrama. Los colores de los cables que usted ve mientras trabaja en una máquina están destinados a ayudarlo a identificar los circuitos en la máquina.



A veces los colores de los cables están repetidos y en ocasiones usted puede tener dificultad en diferenciar uno de otro. Por ese motivo, no sólo se identifican por el color, sino también por un número de circuito.

En casi todos los cables aparece un número de identificación de circuito. Además del color del cable, puede emplear ese número para que lo ayude a identificar los circuitos en una máquina. Puede verificar si coincide el número de identificación que se halla en un extremo del cable con el número que aparece en el otro extremo, cuando lo

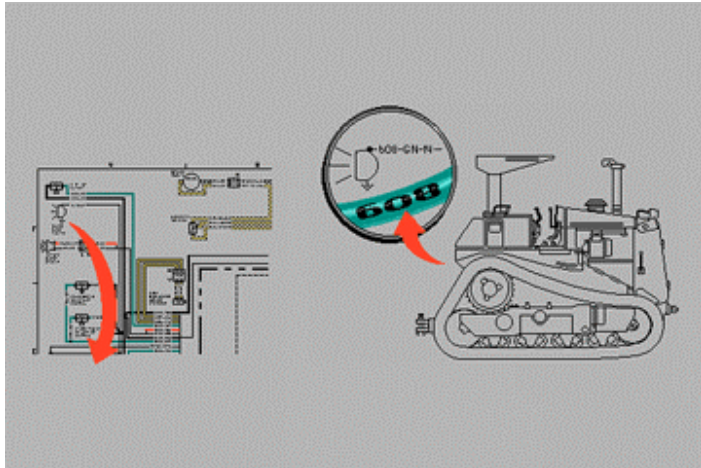
identifica.



Por ejemplo, podría comenzar a trabajar en el circuito detector del flujo de refrigerante del Sistema de Monitoreo Electrónico (EMS) que va del sistema de enfriamiento a la cabina. Los cables de este circuito son azules. En ciertos lugares, los cables de los circuitos no están visibles, pero si rastrea los cables azules hasta el Panel EMS situado en la cabina, puede identificar el circuito detector de flujo del refrigerante.

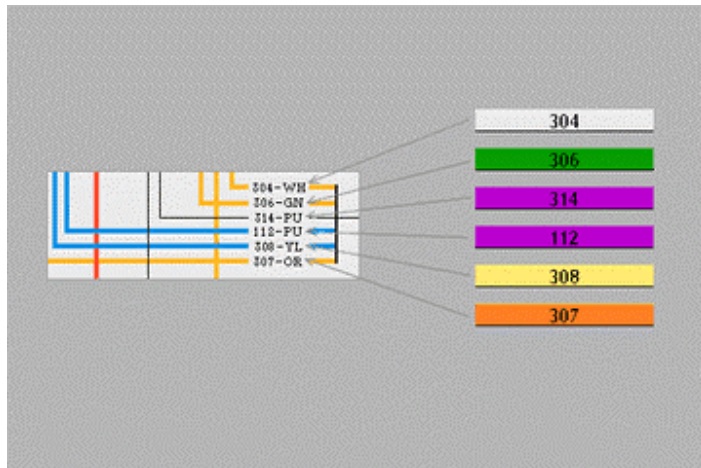
Números de identificación del circuito

El diagrama identificará casi todos los cables con un número de identificación del circuito, un código de color y el calibre del cable cuando este último no es 16.



Por ejemplo, el circuito del reflector trasero está identificado en el diagrama como 608-GN-14.

El cable correspondiente en la máquina será verde, calibre 14 y tendrá impreso el número 608.



El número de identificación del circuito para un cable es el mismo, tanto en un diagrama como en una máquina. Aunque los colores de los cables en un diagrama tienen un significado diferente al de los colores de los cables reales, los números de identificación del circuito son los mismos.

MODULO III: TIPOS BÁSICOS DE FALLAS ELÉCTRICAS

El proposito de este modulo es presentar los diferentes tipos de fallas eléctricas que representan una condición de falla.

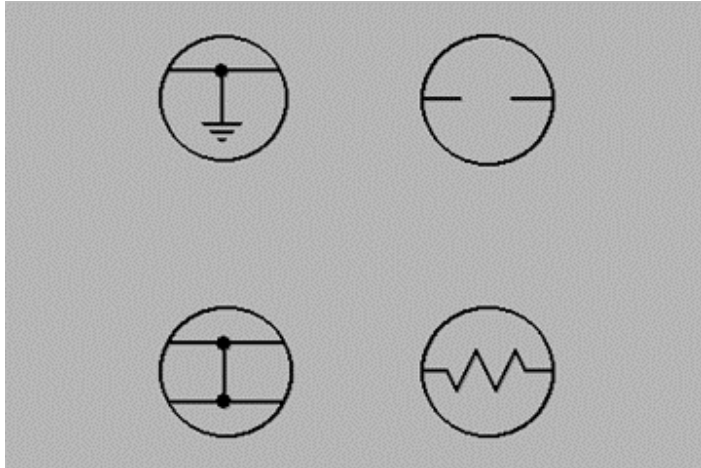
OBJETIVOS DEL MODULO

Al término de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

1. Definir “abierto” como una condición de falla
2. Definir “cortocircuito” como una condición de falla
3. Definir “cortocircuito a tierra” como una condición de falla
4. Reconocer ejemplos de las tres fallas eléctricas básicas, tal y como podrían ocurrir típicamente en las máquinas CAT.
5. Igualmente podrá describir en los circuitos eléctricos CAT
6. Así como el procedimiento para la localización de las fallas intermitentes en un sistema eléctrico CAT.

Lección1: Tipos básicos de fallas eléctricas

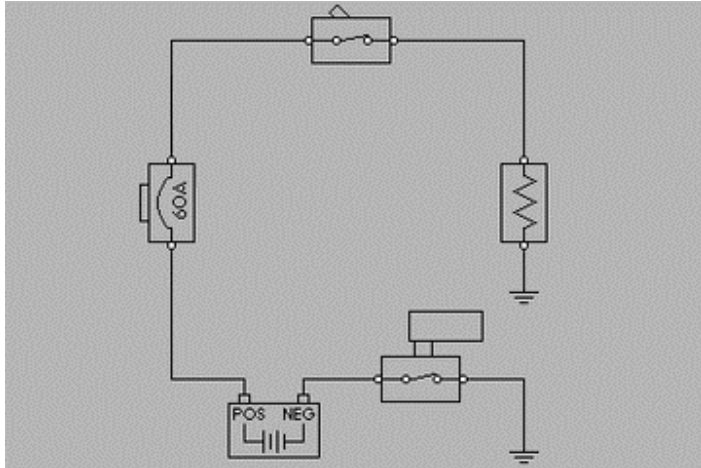
Las fallas eléctricas pueden clasificarse como de circuito abierto, circuito resistivo, cortocircuito o cortocircuito a tierra. Es importante entender estas fallas y sus efectos para poder localizar los problemas:



- Una falla por circuito abierto es una interrupción en el trayecto planeado para la corriente eléctrica.
- Una falla por circuito resistivo es una resistencia no planeada en el trayecto planeado para la corriente eléctrica.
- Una falla por cortocircuito es una conexión eléctrica no planeada que proporciona un trayecto adicional para el flujo de corriente eléctrica.
- Una falla por cortocircuito a tierra es un trayecto no planeado para la corriente eléctrica de retorno a la fuente de energía eléctrica.

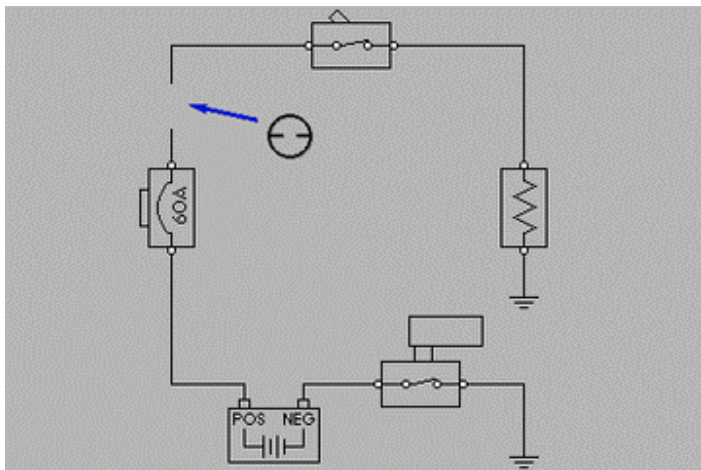
Falla por circuito abierto

Un circuito es un trayecto para el flujo de la corriente eléctrica. Los conductores y dispositivos que conforman este trayecto dirigen la corriente de un modo circular, que comienza y termina en la fuente de energía eléctrica.



En este circuito, por ejemplo, la corriente sale del borne positivo de la batería (+) y retorna por el borne negativo de la batería.

Cuando ocurre una interrupción en el circuito, se rompe el trayecto para el flujo de la corriente. Como resultado, la corriente no puede seguir fluyendo.



Una interrupción en la parte en serie de este circuito dará lugar a una pérdida del flujo de la corriente hacia todo el circuito.

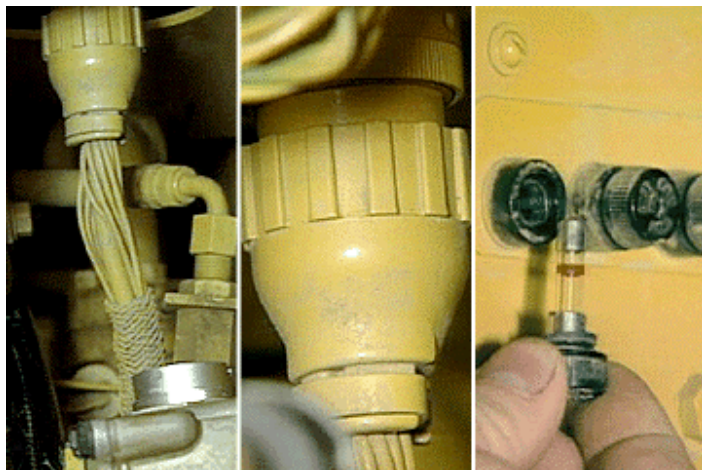
Esta interrupción detuvo todo el flujo de corriente en el circuito. Normalmente, una medición de la caída de voltaje a través del conductor desde el punto de prueba 2 hasta el punto de prueba 3 sería de 0 voltios. En este caso, la medición leería el voltaje del sistema.

Una interrupción en la parte en paralelo de este circuito dará lugar a una pérdida del flujo de corriente solamente a la parte del circuito en que se encuentra la interrupción.

Observe que la corriente ya no fluye a través de la parte del circuito donde se produjo la interrupción, pero continúa fluyendo por el resto del circuito. El nuevo circuito tiene mayor resistencia que el original y toma menos corriente. Recuerde que la resistencia de dos resistores en paralelo es menor que la de cualquiera de los dos por sí solos.

Normalmente, una medición de la caída de voltaje en un conductor desde el punto de prueba 2 hasta el punto de prueba 3 sería de 0 voltios. En este caso, la medición leería la caída de voltaje a través del resistor R3.

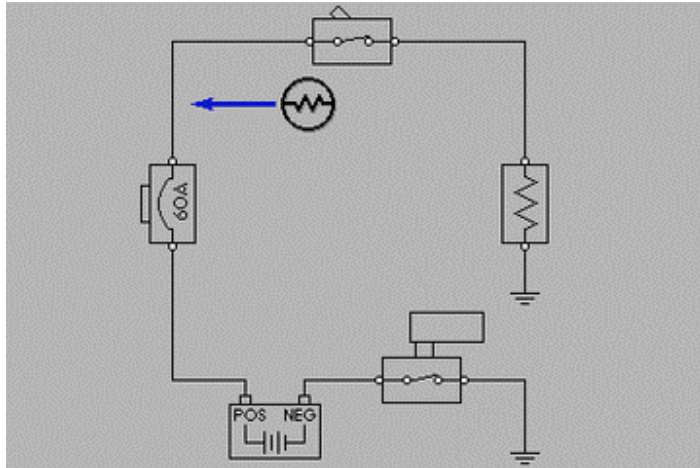
Algunos ejemplos de circuitos abiertos en un Sistema Eléctrico CAT son:



- un cable roto
- un fusible quemado o un disyuntor disparado
- una conexión de un mazo de cables con un enchufe o pasador que muestre corrosión.

Falla por circuito resistivo

Un circuito es un trayecto para el flujo de la corriente eléctrica. Para que funcionen correctamente, los circuitos deben ofrecer muy poca o ninguna resistencia al flujo de la corriente, excepto donde está proyectado que haya una resistencia.



Una falla por circuito resistivo es una resistencia no planeada en un circuito, la cual es lo suficientemente grande como para evitar que el circuito funcione normalmente.

La cantidad de resistencia que los circuitos pueden tolerar y aún seguir funcionando correctamente varía considerablemente, y esto depende en gran medida del circuito. Por ejemplo:

- Un circuito de arranque requiere una resistencia extremadamente baja, debido a los grandes requisitos de corriente. Si se añade un ohmio al circuito, podría fallar
- Un circuito detector del Sistema de Monitoreo Electrónico puede tolerar hasta 500 ohmios de resistencia en serie y todavía continuar trabajando correctamente.

Esta resistencia se suma a la resistencia total del circuito. Normalmente una lectura de una caída de voltaje desde el punto de prueba 2 hasta el punto de prueba 3 sería 0 voltios. En este caso, la caída de voltaje sería un valor mayor que 0 y menor que el voltaje del sistema en proporción directa con la cantidad de resistencia que se ha sumado a la resistencia total del circuito.

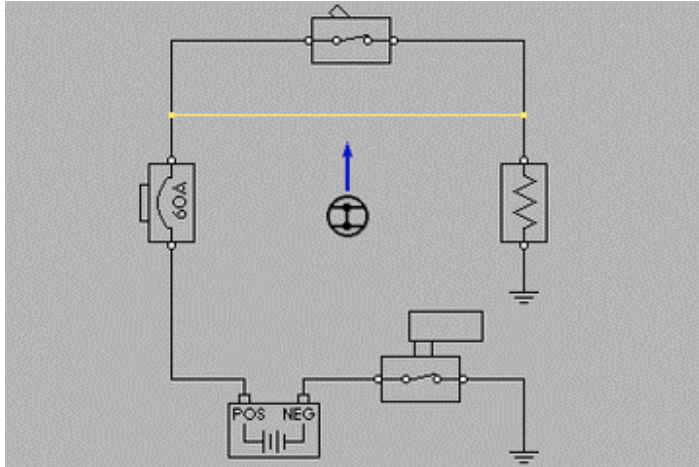
Algunos ejemplos de resistencias en un Sistema Eléctrico CAT son:



- Una conexión de la batería que presente corrosión, lo cual impide el giro del motor.
- Un interruptor con los contactos quemados.
- Un conector con corrosión.

Falla por cortocircuito

La capacidad de los circuitos eléctricos para dirigir, controlar y usar la energía eléctrica depende de la forma en que estén conectados entre sí sus componentes.



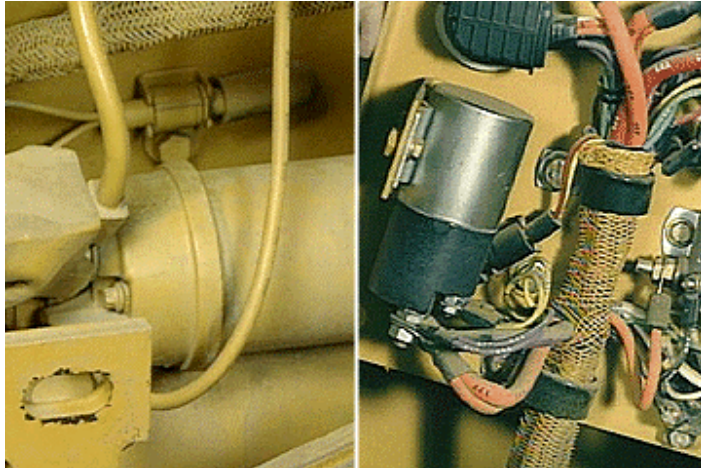
Un cortocircuito es una conexión eléctrica no planeada dentro de un circuito. Esto proporciona un trayecto no deseado para el flujo de la corriente, el cual puede impedir que el circuito funcione normalmente.

El cortocircuito en este circuito proporciona un trayecto para la corriente eléctrica que se desvía del interruptor. Como resultado, el interruptor ya no controla el circuito.

Debido a que un cortocircuito es una conexión añadida incorrecta o no deseada, con frecuencia crea un circuito que toma más corriente que la esperada. Este cortocircuito permite que haya una desviación de la corriente al resistor R1.

Normalmente una medición de la caída de voltaje a través del resistor desde el punto de prueba 1 hasta el punto de prueba 2 sería un voltaje entre 0 y el voltaje del sistema, en proporción directa con la relación de resistencia de R1 con la resistencia total del circuito. En este caso el medidor leerá 0 voltios.

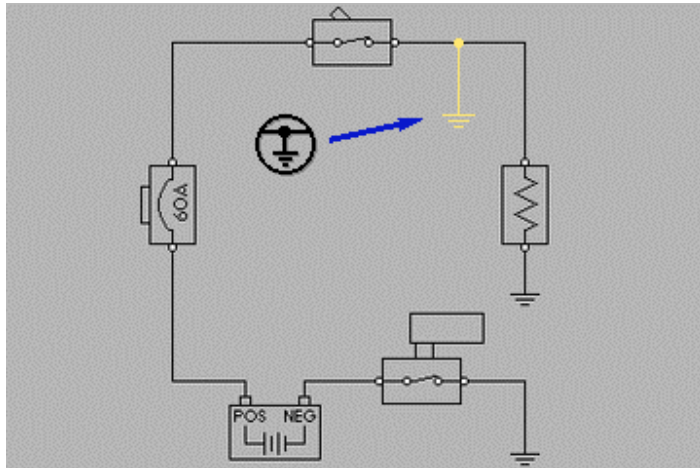
Algunos ejemplos de cortocircuitos en un Sistema Eléctrico CAT son:



- Un mazo de cables pellizcado.
- Un solenoide de motor de arranque quemado.

Falla por cortocircuito a tierra

La capacidad de los circuitos eléctricos para dirigir, controlar y usar la energía eléctrica depende de la forma en que estén conectados entre si sus componentes.



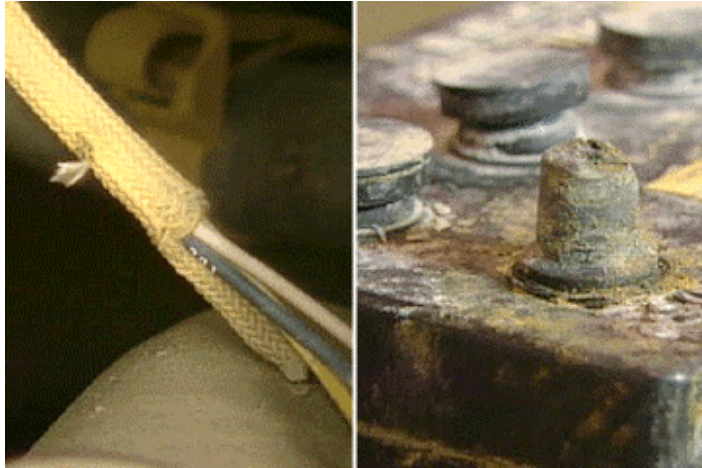
Un cortocircuito a tierra es una conexión eléctrica a tierra no planeada dentro de un circuito. Esto proporciona un trayecto no deseado para el flujo de la corriente, el cual puede impedir que el circuito funcione normalmente.

El cortocircuito a tierra en este circuito proporciona un trayecto para la corriente eléctrica que se desvía del resistor. Como resultado, hay un incremento de la corriente que hace que el disyuntor se dispare.

Este cortocircuito a tierra crea un circuito que permite que la corriente se desvie de los resistores R2 y R3. Según el valor resistivo de R1 y el régimen de corriente del disyuntor del circuito, la toma de corriente del nuevo circuito puede ser suficiente para disparar el disyuntor o quemar el resistor R 11.

Normalmente la caída de voltaje a través del resistor R1 desde el punto de prueba 1 hasta el punto de prueba 2 sería un voltaje entre 0 y el voltaje del sistema, en proporción directa con la relación de resistencia de R1 con la resistencia total del circuito. En este caso la medición sería de 0 voltios si el disyuntor se disparó y será igual al voltaje del sistema si el disyuntor no se disparó o si el resistor R1 se quemó.

Algunos ejemplos de cortocircuitos a tierra en un Sistema Eléctrico CAT son:



- Corrosión, que produce un trayecto directo al bastidor de la máquina.
- Un mazo de cables al que se le desgastó el aislamiento debido a la fricción contra el bastidor de la máquina y que hace contacto con el bastidor.



Ocurrencias erráticas

¿Qué sucede cuando las interrupciones, las resistencias, los cortocircuitos y cortocircuitos a tierra ocurren erráticamente?

Las fallas intermitentes aparecen y desaparecen, y pueden ser difíciles de localizar. Cualquier componente o sistema eléctrico que a veces funciona y otras veces no, es un ejemplo de un síntoma de una falla intermitente.

Estos síntomas no son siempre evidentes y pueden no serlo cuando usted llegue a la obra para trabajar en un sistema. Por ese motivo, debe confiar en los informes hechos por el operador de la máquina para ayudarlo a recopilar información sobre la falla.

No hay un procedimiento específico para localizar una falla intermitente. Como en el caso de el diagnóstico de cualquier falla, usted debe recopilar información sobre el problema, analizarla, probar el sistema y hacer el diagnóstico.

Un método que podría resultarle conveniente para detectar las fallas intermitentes es mover rápidamente diferentes partes del mazo de cables mientras se buscan los síntomas de la falla.

MODULO IV: EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SUS COMPONENTES

El proposito de este modulo es presentar las pautas de localización de averias en los Sistemas de Iluminación de los Equipos Caterpillar.

OBJETIVOS DEL MODULO

Al término de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

1. Identificar y establecer la función de los componentes de un sistema de iluminación CAT típico.
2. Reconocerá el flujo normal de la corriente en un circuito de iluminación típico Caterpillar con el interruptor en la posición de conexión (on).
3. Reconocerá el flujo normal de la corriente en un circuito de iluminación típico Caterpillar según lo representado en el multímetro digital.
4. Identificar las cuatro fallas eléctricas básicas encontradas en un circuito de iluminación típico Caterpillar
5. Reconocerá el efecto de una interrupción, una resistencia, un cortocircuito y un cortocircuito a tierra en un circuito de iluminación típico Caterpillar según lo representado en el DMM
6. Podrá predecir los cambios en el comportamiento y las lecturas del DMM como resultado de interrupciones, resistencia, cortocircuitos y cortocircuitos a tierra e



Material del Estudiante
Material del Instructor

LECCIÓN1:Circuito de iluminación Caterpillar

Cada máquina Caterpillar está equipada con un sistema de iluminación. Dependiendo del tipo de máquina, este sistema puede incluir reflectores, luces traseras, luces parpadeantes de alarma, luces del tablero, y luces indicadoras.

Observemos algunos de los componentes del sistema de iluminación Caterpillar típico y cómo se conectan estos componentes entre si.

El interruptor de desconexión de la batería le permite desconectar manualmente del circuito el terminal de las baterías cuando ello sea necesario.

Cuando el interruptor está en la posición de DESCONEXIÓN (OFF), se abren todos los circuitos y la corriente no puede ser extraída de la batería.

El motor de arranque recibe la energía de dos baterías de 12 voltios y establecen el voltaje normal del sistema.

Un interruptor disyuntor limita la cantidad de corriente que puede fluir a través del circuito.

El relé principal actúa como un interruptor abierto normalmente accionado por la corriente procedente de la llave de contacto.

Un fusible protege cada circuito de iluminación.

Se proporcionan uno o más interruptores para encender y apagar las luces.

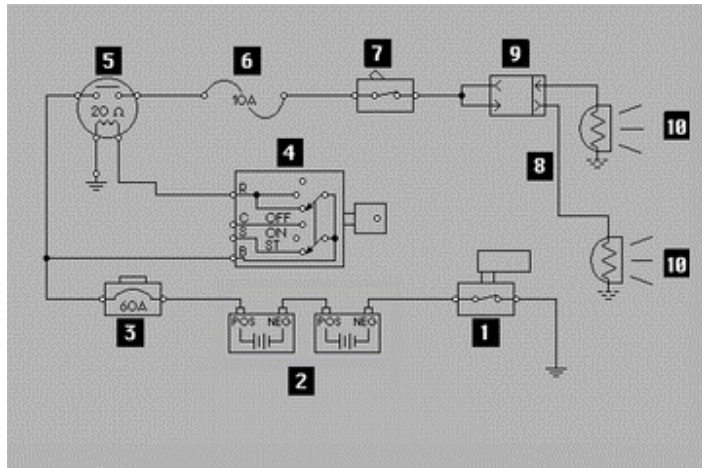
Los mazos de cables dirigen la energía hacia las lámparas.

Un conector que funciona para las dos lámparas facilita fabricar y dar mantenimiento al circuito.

Dos lámparas, conectadas en paralelo, utilizan la energía del circuito para producir luz.

Circuito de iluminación Caterpillar

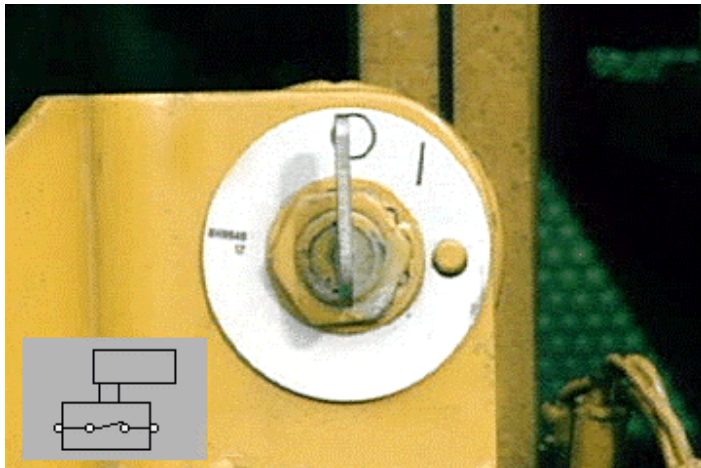
He aquí el circuito simplificado. Igual que el que acaba de ver, este sistema modelo de iluminación incluye los siguientes componentes:



- 1.El interruptor de desconexión de la batería, el cual abre la conexión del borne negativo de la batería a todos los circuitos eléctricos;
2. Baterías de 12 voltios, que proporcionan la energía al sistema de iluminación y establecen el voltaje normal del sistema;
- 3.Un disyuntor, que proporciona protección contra sobrecorriente a los cables de distribución de energía;
- 4.Una llave de contacto;
5. Un relé que proporciona la ruta más corta para una corriente fuerte y la mantiene fluyendo a través de la llave de contacto;
6. Un fusible, que proporciona protección adicional a cada circuito en el sistema de iluminación;
7. El interruptor de las luces, que ofrece al operador el control de las luces;
- 8.Mazos de cables;
- 9.Un conector que dirige la energía hacia las luces; y
- 10.Dos reflectores.

Interruptor de desconexión de la batería

El interruptor Caterpillar de desconexión de la batería:



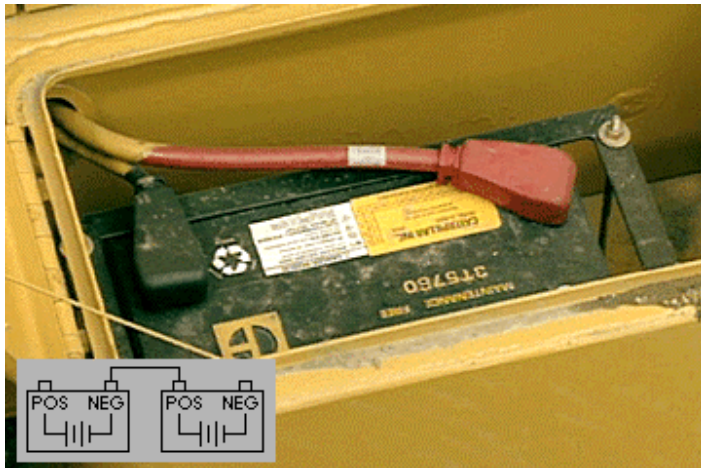
- Asegura todos los sistemas eléctricos y el vehículo contra una operación no autorizada
- Alarga la duración de la batería, debido a que las cargas parásitas tales como la del regulador del alternador, están desconectadas durante el tiempo que el vehículo está inactivo.

El interruptor Caterpillar de desconexión de la batería:

- Permite quitar rápidamente la energía de la batería a un motor de arranque que se pega para evitar daños a los mazos de cables e incendios en el vehículo
- Facilita una localización de fallas y un mantenimiento seguro del sistema eléctrico mediante el uso del útil punto de desconexión.

Baterías que no requieren ningún mantenimiento

Las baterías Caterpillar que no requieren ningún mantenimiento proporcionan:



- Un alto amperaje de giro en frío (CCA) y regímenes de capacidad de reserva.
- Cubierta sellada con calor, para prevenir la contaminación e incrementar la resistencia de la caja.
- Caja de polipropileno de peso ligero y alta resistencia a los impactos.

Las baterías Caterpillar que no requieren ningún mantenimiento tienen:

- Separadores de PVC (cloruro de polivinilo) o de polietileno para una mejor resistencia a las vibraciones y una mejor protección contra los cortocircuitos que los separadores de papel.
- Elementos anclados, para una mayor resistencia a las vibraciones.
- Caja de mayor densidad, para una mayor resistencia a las vibraciones y ciclos profundos.
- Capacidad de inclinación de 45 grados, para ayudar a evitar los derrames causantes de corrosión durante las aplicaciones en terrenos irregulares.

Las baterías Caterpillar que no requieren ningún mantenimiento tienen:

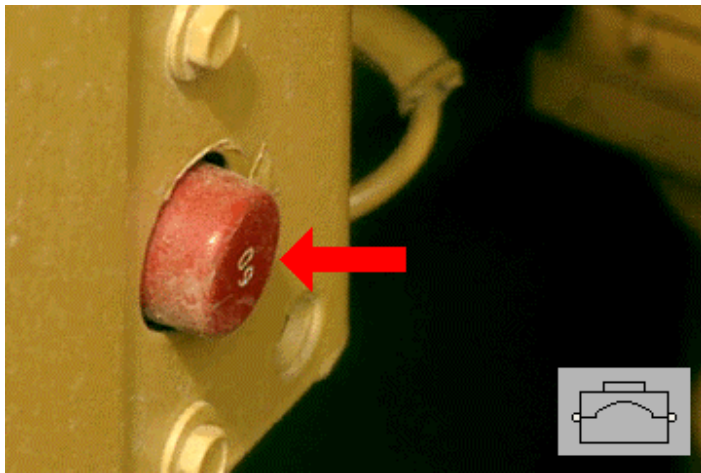
- Correa de plancha centrada y conectores de distribución directos que proporcionan la

ruta eléctrica más corta para la potencia de arranque máxima.

- Rejilla de plomo troquelada resistente a los daños causados por el ataque de los ácidos, la sobrecarga y el desprendimiento excesivo de gases.
- Respiradero que reduce la posibilidad de explosión a partir de una chispa externa.

Disyuntor

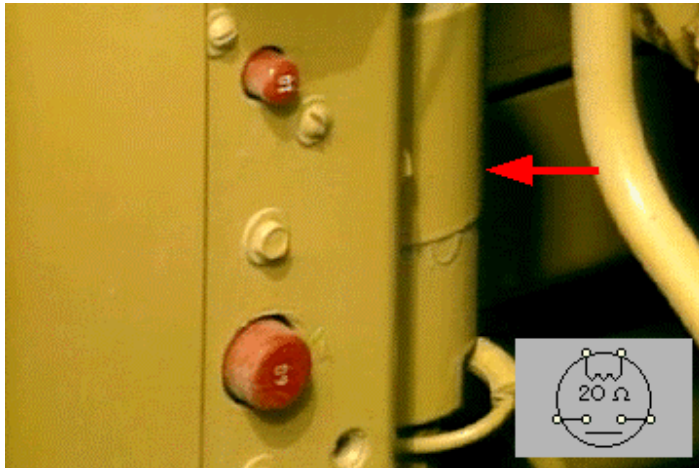
El disyuntor Caterpillar:



- Protege los cables del daño debido a altas corrientes, una causa directa de incendios.
- Tolera altas corrientes transitorias asociadas con arranques eléctricos del motor.
- Reemplaza diversos fusibles, para reducir la complejidad del sistema de energía y aumentar la confiabilidad.
- Restablece al vehículo su funcionamiento productivo con más rapidez que los fusibles, mediante el empleo de una función de reposición.
- Disminuye la probabilidad de alteración del valor de protección contra sobrecorriente, como sucede cuando se reemplaza un fusible con otro que tiene una capacidad incorrecta.
- Equilibra los requisitos de carga de la corriente, debido a la variedad de capacidades disponibles.

Relé

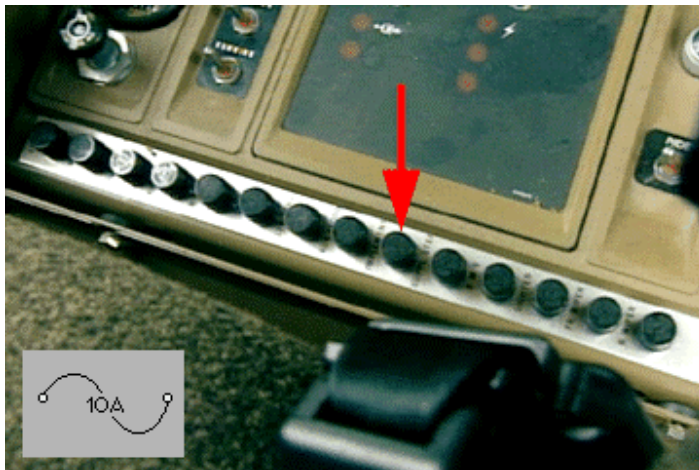
El relé Caterpillar es más confiable que un interruptor debido a su rápida respuesta para abrir y cerrar el circuito.



Esta acción está relacionada con los requerimientos de carga empleados en un momento determinado.

Fusible

El fusible Caterpillar:



- Protege contra sobrecorriente, una causa directa de incendios.
- Protege contra daños en los cables causados por cortocircuitos directos a tierra.
- Su capacidad está de acuerdo con los requisitos de corriente para la carga suministrada por cada cable de distribución de energía.

Interrupor

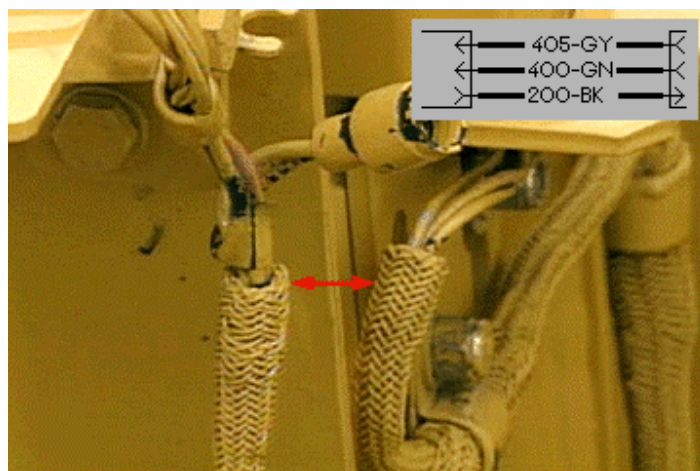
El interruptor Caterpillar brinda las siguientes ventajas:



- Servicio pesado por mucho más tiempo.
- Vida útil con un alto ciclo.
- Ambientalmente protegido.
- Uniformidad con otros sistemas, lo cual permite tener un inventario de piezas más reducido.

Mazos de cables

Los mazos de cable Caterpillar brindan:



Selección del calibre del cable de acuerdo con la capacidad del fusible o del disyuntor principal que le suministra la energía.

Esta técnica evita que un cortocircuito a tierra destruya el aislamiento de un cable antes de que el fusible se queme o que el disyuntor se dispare.

Los mazos de cables Caterpillar tienen una cubierta de náilon trenzado que protege los cables contra la abrasión y reduce la posibilidad de cortocircuitos.

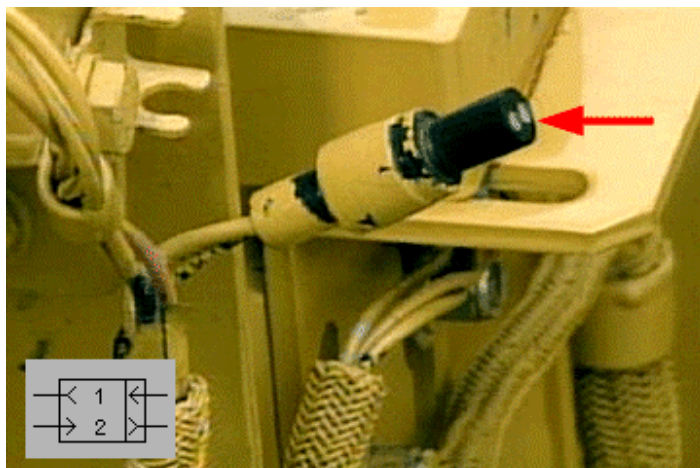
Este náilon trenzado es resistente a todos los líquidos del motor y del vehículo sobre la temperatura de funcionamiento del vehículo.

Los mazos de cables Caterpillar también brindan las siguientes ventajas:

- Reducción de los puntos de desgaste de los mazos de cables, una fuente potencial de incendios en el vehículo, mediante el control del recorrido con eslabones de cadena y envoltura de anclaje (recorrido general), abrazaderas empennadas (recorrido general) o conductos de acero (recorrido del cable de la batería).
- Mayor facilidad para la localización de averías y el mantenimiento mediante el empleo de los números del circuito estampados en caliente sobre el aislante del cable, los cuales relacionan cada cable del mazo con el diagrama eléctrico, son otras ventajas de los mazos de cables.

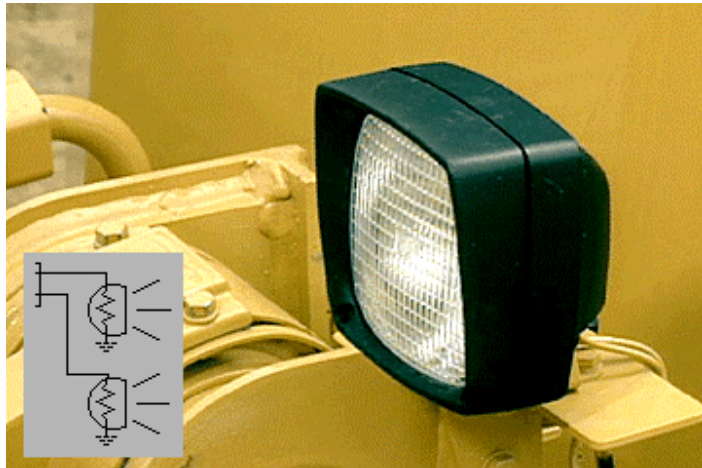
Conectores

Los conectores Caterpillar ofrecen convenientes puntos de desconexión para poder darle mantenimiento y localizar averías fácilmente y con seguridad en el sistema eléctrico.



Reflectores de halógeno

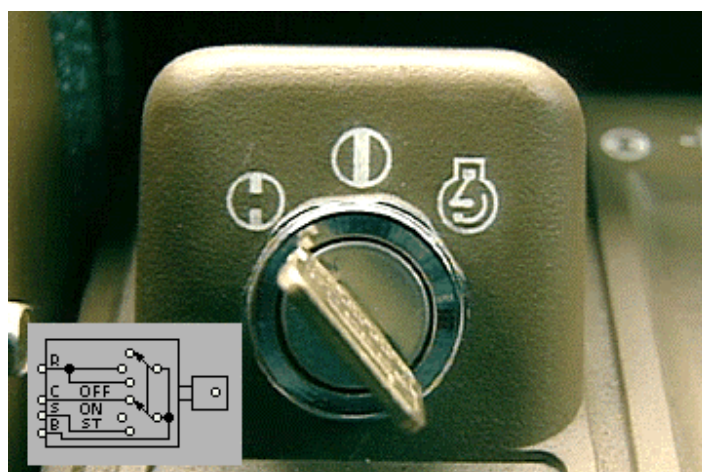
Los reflectores de halógeno de Caterpillar brindan las siguientes ventajas:



- Mayor eficiencia que las antiguas luces incandescentes, con 30 a un 35% más de luz a partir de la misma entrada de energía.
- Mayor visibilidad, producto de una salida de luz más blanca y brillante.
- Una salida constante a través de la bombilla durante toda su duración.
- La conveniencia de una bombilla pequeña, transportable y de bajo costo que sirve para todos los tamaños de reflectores.

Llave de contacto

La llave de contacto Caterpillar brinda las siguientes ventajas:





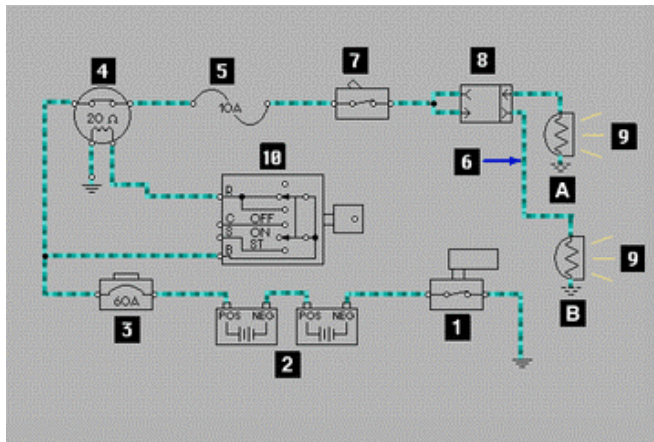
Material del Estudiante
Material del Instructor

- Alto régimen de corriente.
- Una terminal de control de 24 voltios para los controles electrónicos que necesitan saber la posición de la llave de contacto.
- Protección contra la operación no autorizada del vehículo.
- El operador puede efectuar la “desconexión” (off) del motor en las máquinas equipadas con módulos electrónicos de parada del motor.

Operación normal del circuito de iluminación

Conexiones de los circuitos de iluminación

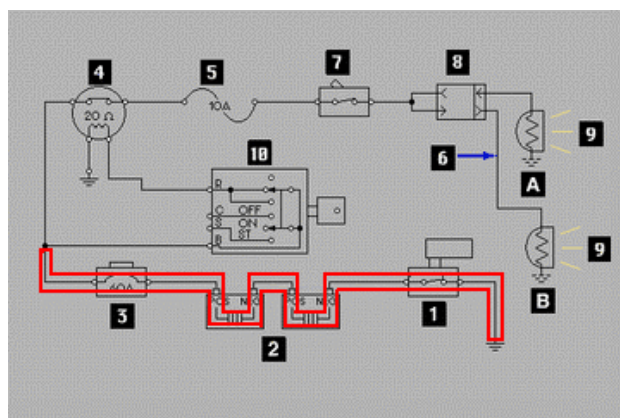
Como sucede con muchos circuitos de iluminación de Caterpillar, algunos componentes de este circuito están conectados en serie y otros en paralelo.



Las partes que conforman este circuito se identifican de la siguiente forma: interruptor de desconexión (1), baterías (2), disyuntor principal (3), relé principal (4), fusible (5), mazo de cables (6), interruptor de las luces (7), conector (8), reflectores (9) y llave de contacto (10).

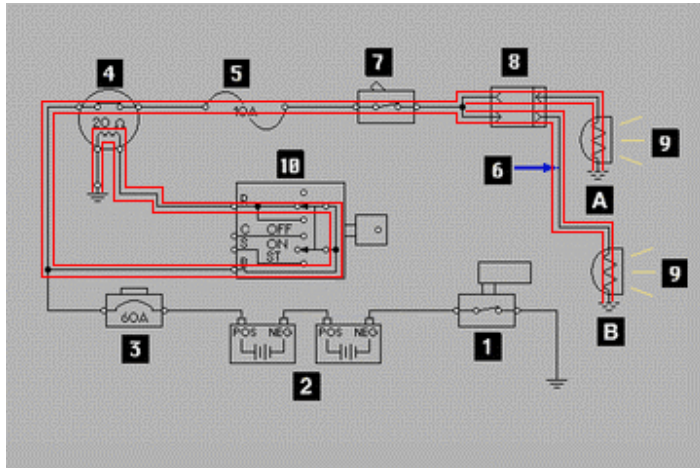
Conexión en serie

Estos componentes están conectados en serie. La corriente que fluye a través de ellos es una combinación de las corrientes que fluyen en las ramas en paralelo del circuito:



- Interruptor de desconexión
- Baterías
- Disyuntor principal

Conexión en paralelo

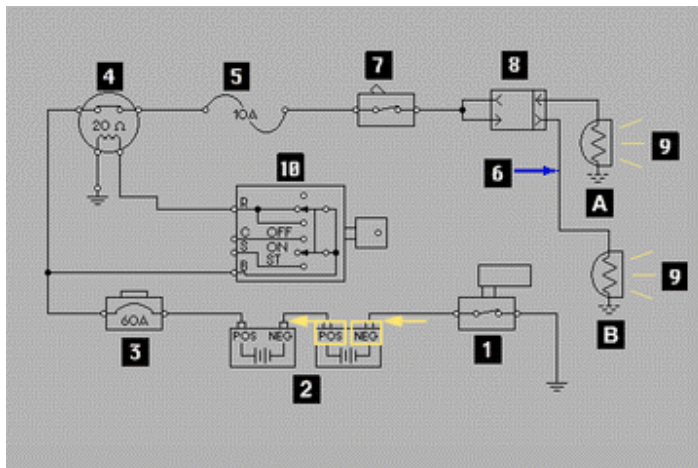


Estos componentes están conectados en paralelo. Dichos componentes ofrecen tres recorridos, o ramas, individuales a tierra para el flujo de la corriente. Cada rama conduce una parte de la corriente total que fluye por el circuito. La suma de las corrientes de las ramas individuales es igual a la corriente que fluye por la parte del circuito que está conectada en serie.

- Relé principal
- Fusible
- Mazo de cables
- Interruptor de las luces
- Conector
- Reflectores
- Llave de contacto

Flujo de electricidad

La corriente en este circuito de iluminación fluye desde el borne positivo de la batería a través de los componentes del circuito y tierra (bastidor de la máquina), hasta el borne negativo de la batería.



- Interruptor de desconexión
- Baterías
- Disyuntor principal
- Relé principal
- Fusible
- Mazo de cables
- Interruptor de las luces
- Conector
- Reflectores
- Llave de contacto

Interruptores

Para que cualquier corriente fluya por este circuito, los tres interruptores deben estar cerrados: el interruptor de desconexión de la batería, la llave de contacto y el interruptor de las luces. Si alguno de ellos está abierto, la corriente no fluirá.

El interruptor de desconexión de la batería controla la energía a todos los circuitos eléctricos en la máquina. Cuando está abierto, la corriente no puede fluir por el circuito de iluminación.

El relé principal controla la energía a todos los circuitos de las luces. Las máquinas que tienen varios circuitos de luces (reflectores, luces del techo, luces traseras/de parada) con frecuencia tienen interruptores individuales para controlar cada circuito. Sin embargo, a menos que el relé principal esté cerrado, la corriente no fluirá por ninguno de estos circuitos y ninguna de las luces se encenderá.

Este interruptor controla el flujo de corriente hacia los reflectores. En este circuito, aun cuando el interruptor de la llave de contacto y el de desconexión de la batería estén cerrados, no fluirá ninguna corriente a través de las bombillas a menos que el interruptor de las luces también esté cerrado.

Cuando los tres interruptores están cerrados, la corriente normalmente fluye tal como se muestra. El disyuntor principal, el relé principal, el fusible, el interruptor de las luces y los conductores de conexión forman un recorrido común. Después del interruptor de las

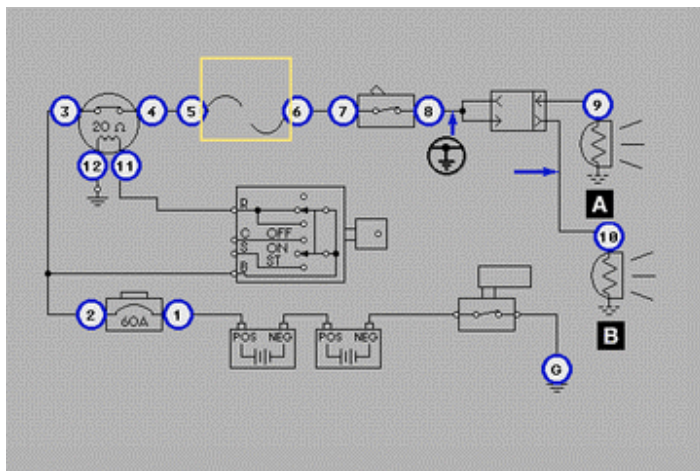
luces, la corriente se separa en dos recorridos paralelos y fluye por los mazos de cables A y B, así como por los dos reflectores.

Resistencia

En condiciones normales, la cantidad de corriente que fluye por este circuito está limitada por la resistencia de los reflectores. La resistencia variará de acuerdo con la temperatura de los filamentos.

En este sistema de 24 voltios, la resistencia de estas luces mantiene la corriente total bien por debajo de los 10 amperios para los cuales está ajustado el fusible. Los demás componentes del circuito ofrecen poca o ninguna resistencia en condiciones normales de operación.

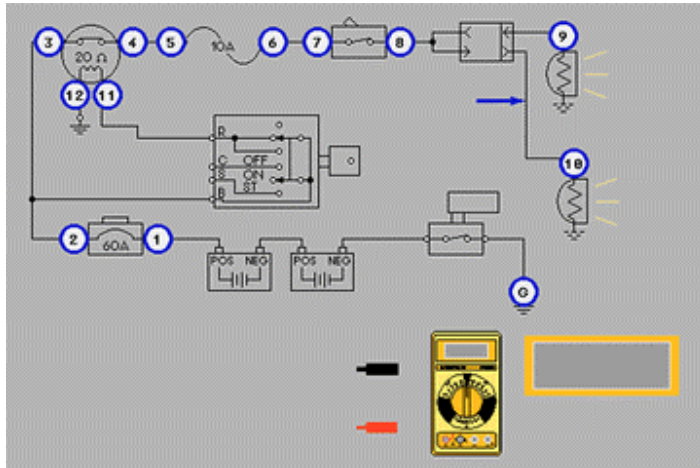
Cortocircuito a tierra



Ciertos tipos de fallas en este circuito producirán un flujo de corriente mayor que lo normal. Aquí ocurrió un cortocircuito a tierra entre el interruptor de las luces y las luces. El fusible quemado realizó su función al evitar que continuara fluyendo una cantidad excesiva de corriente, lo cual hubiera dañado el circuito. Según la ubicación de la falla, el fusible o el disyuntor principal protegerán el circuito.

Empleo del multimetro digital para encontrar las fallas

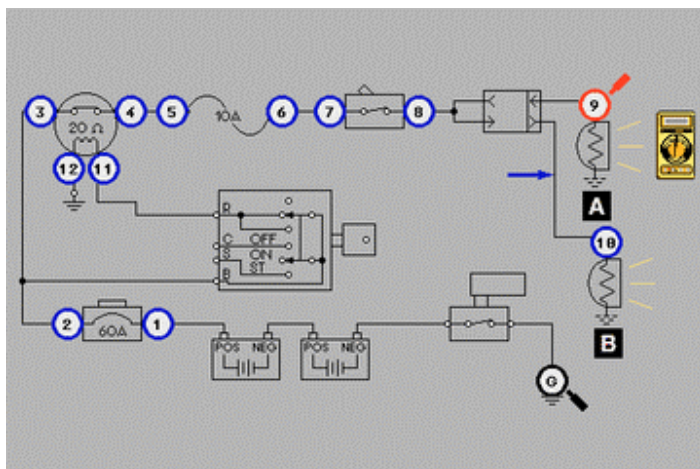
Puede utilizar el multímetro digital (DMM) para que lo ayude a determinar si el circuito de iluminación está funcionando normalmente.



Para usar el DMM en este sentido, usted debe ser capaz de reconocer las lecturas normales y anormales del DMM.

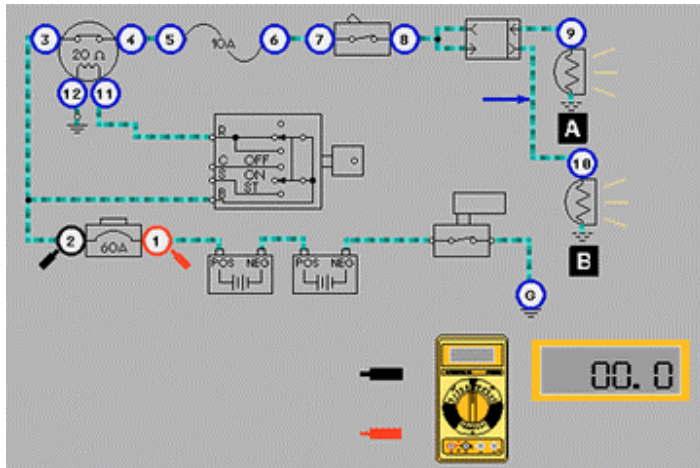
Caída de voltaje

Una de las mediciones más importantes que puede hacer es la de la caída de voltaje. Las mediciones de la caída de voltaje también a menudo requieren menos trabajo que otras mediciones:



por lo general pueden realizarse fácilmente en cualquier parte del circuito y no

requieren que lo abra.

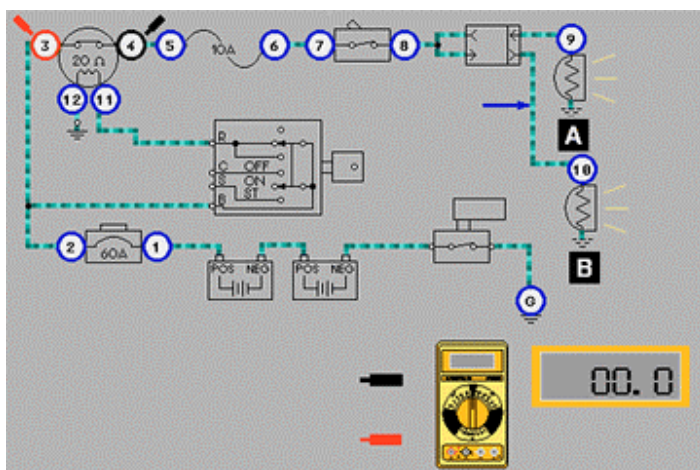


Las lecturas de la caída de voltaje a través de los componentes en este circuito le informa si el circuito está funcionando normalmente o no.

La caída de voltaje es la diferencia en el potencial eléctrico, o voltaje, que resulta de la corriente que fluye por una resistencia. La caída de voltaje representa la pérdida de energía a través de una carga.

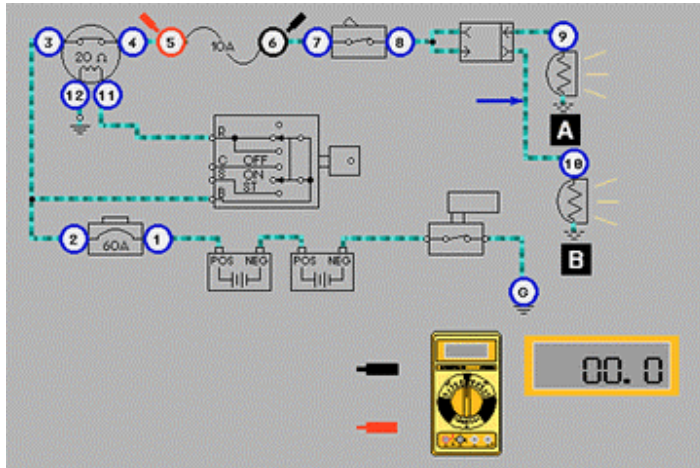
En este ejemplo, la caída de voltaje entre los puntos de prueba 1y 2 es cero.

Una caída de voltaje de aproximadamente cero voltios a través del disyuntor principal con ambas luces encendidas indica que el funcionamiento del disyuntor es normal. La corriente fluye por el disyuntor, pero con poca o ninguna resistencia.

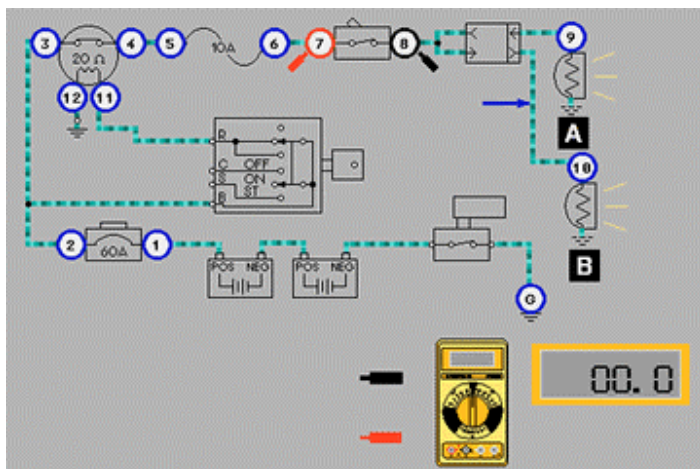


Del mismo modo, una caída de voltaje de alrededor de cero voltios a través del relé principal con todos los interruptores cerrados y ambas luces encendidas indica que el relé funciona normalmente.

La corriente fluye a través del relé y encuentra poca o ninguna resistencia.

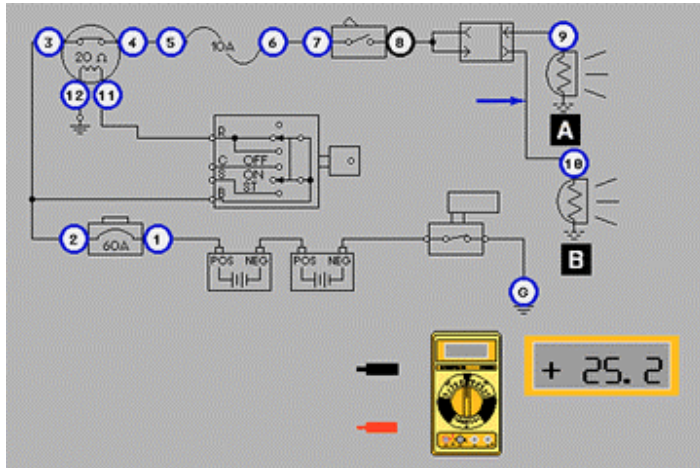


Una caída de voltaje de aproximadamente cero voltios a través del fusible con todos los interruptores cerrados indica un funcionamiento normal del mismo. La corriente fluye a través del fusible, pero encuentra poca o ninguna resistencia.



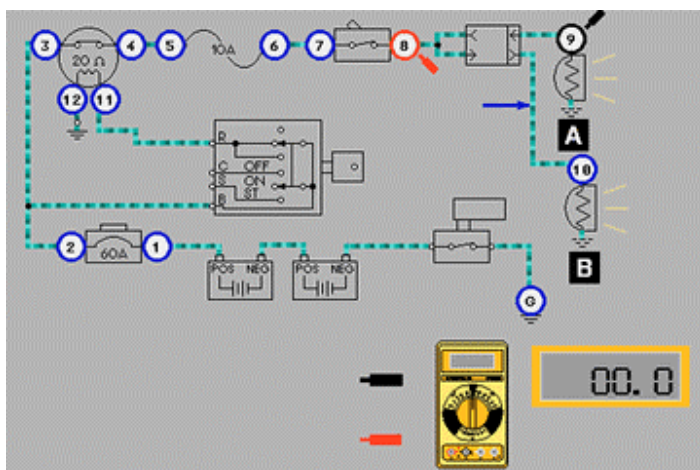
Una caída de voltaje de aproximadamente cero voltios a través del interruptor de las luces con todos los interruptores cerrados indica un funcionamiento normal del mismo.

La corriente fluye a través del interruptor de las luces con poca o ninguna resistencia.



Normalmente, con el interruptor en la posición de DESCONEXIÓN (OFF), existe un potencial de unos 24 voltios a través del interruptor abierto.

El mismo voltaje deberá existir a través de cualquier par de puntos de comprobación en los lados opuestos de una interrupción en este circuito.

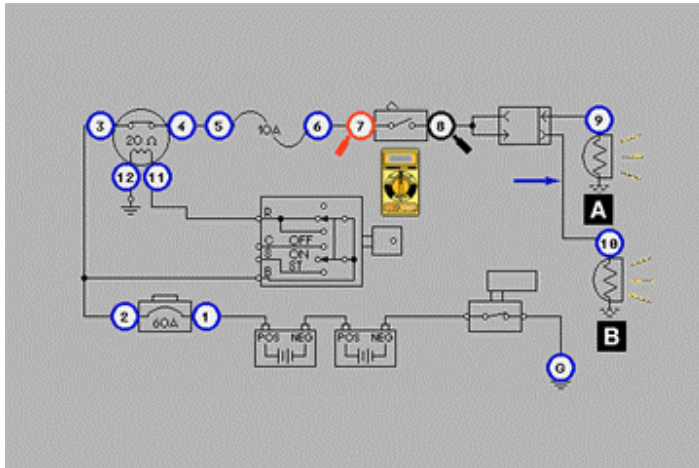


En este sistema de 24 voltios, una caída de voltaje de aproximadamente cero voltios a través de los mazos de cables A y B con ambas luces encendidas indica un funcionamiento normal.

La corriente fluye a través del mazo de cables y del conector con poca o ninguna resistencia.

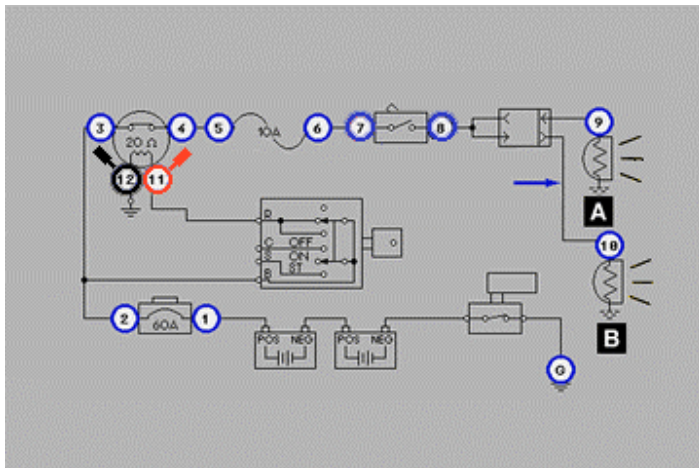
Mediciones de la corriente

En comparación, las mediciones de la corriente son más difíciles y requieren que usted mida donde pueda convenientemente abrir el circuito -- por ejemplo, en el interruptor de las luces.



Mediciones de la resistencia

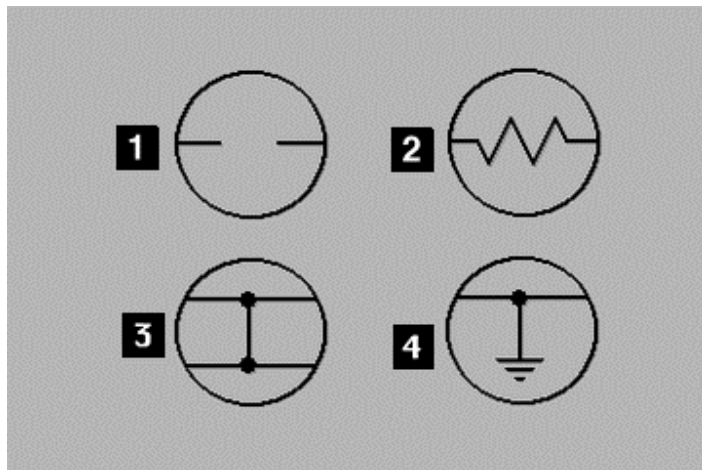
Las mediciones de la resistencia tampoco son tan fáciles, y requieren que usted desconecte el circuito y aisle la parte que va a medir del resto de las partes del circuito.



Lección2: Análisis del sistema de iluminación

TIPOS DE FALLAS

Los problemas en los sistemas de iluminación Caterpillar pueden ser ocasionados por una falla debido a una interrupción (símbolo número 1), una resistencia (2), un cortocircuito (3) o un cortocircuito a tierra (4) en el circuito.



Estos símbolos se utilizan para representar los cuatro tipos de fallas.

Falla por Interrupción

Una interrupción en un circuito es una ruptura completa en la vía planeada para el flujo de la corriente. Como dicha interrupción detiene el flujo de la corriente, ese tipo de falla impide que el circuito funcione correctamente.

Resistencia

Algunos circuitos no funcionarán correctamente si hay aunque sea una pequeña cantidad de resistencia adicional en el circuito. Otros circuitos pueden tolerar más resistencia.

Es posible que una pequeña cantidad de resistencia adicional en un circuito de iluminación reduzca la intensidad de las luces de manera imperceptible, pero si la resistencia aumenta, las luces se atenuarán o se apagarán completamente.

Cortocircuito

Un cortocircuito es una conexión eléctrica no planeada dentro de un circuito, la cual proporciona una vía adicional para el flujo de la corriente.

Un cortocircuito puede tener poca o ninguna resistencia (cortocircuito total) o una

cantidad de resistencia significativa (cortocircuito resistivo).

Un cortocircuito en un circuito de iluminación impedirá que este funcione correctamente.

Cortocircuito a tierra

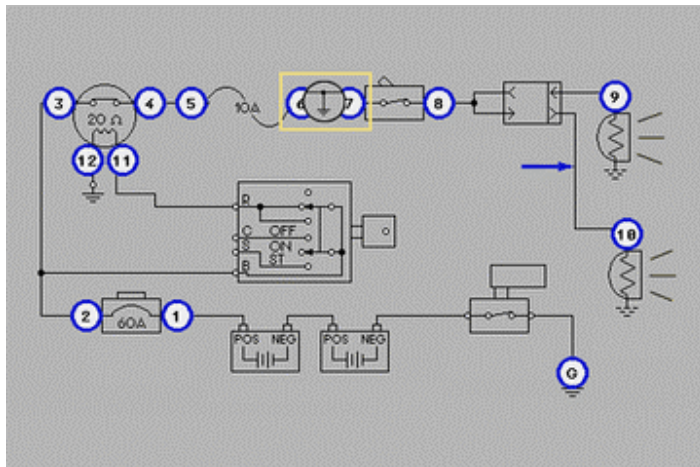
Un cortocircuito a tierra es una conexión eléctrica no planeada entre un punto en un circuito y el bastidor de la máquina.

Un circuito de iluminación con un cortocircuito a tierra no funcionará normalmente o no funcionará en lo absoluto.

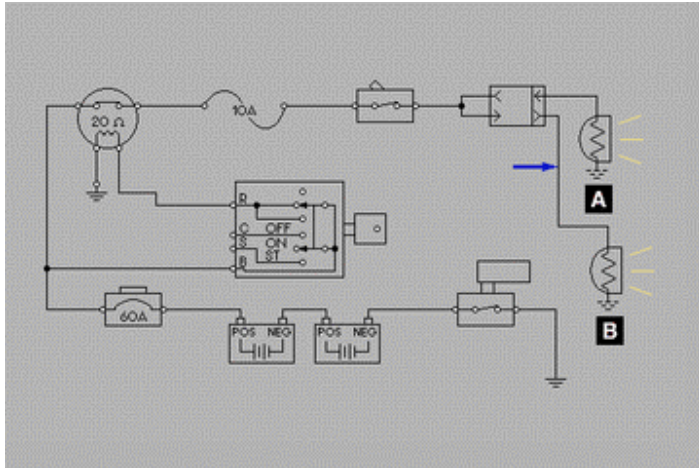
EFFECTOS DE LAS FALLAS

Síntomas de las fallas

Aquí ocurrió un cortocircuito a tierra en el circuito entre los puntos de prueba 6 y 7. ¿Qué síntomas de esta falla puede observar? Fíjese que las bombillas ya no están encendidas. El cortocircuito a tierra también hizo que el fusible 10 A, ubicado entre los puntos de prueba 5 y 6, se quemara. En el diagrama el fusible parece estar bien, ¿cómo puede usted establecer que está quemado?



Los componentes defectuosos pueden parecer normales



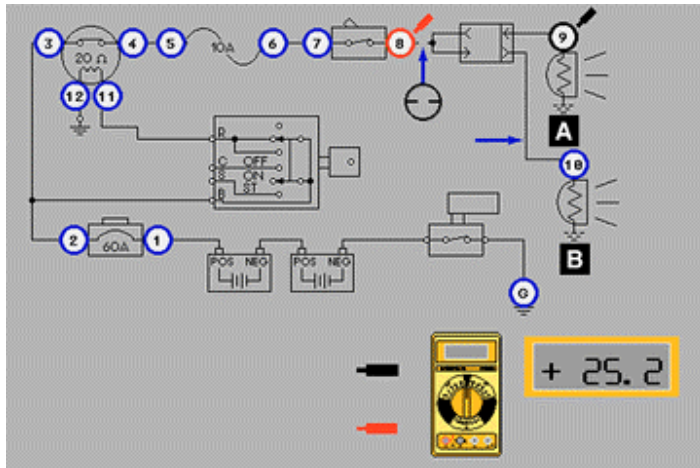
Cuando trate de localizar fallas en este circuito, recuerde que los componentes defectuosos pueden verse aparentemente normales en la pantalla. Incluso un interruptor, un relé o un disyuntor que parece abrir y cerrar correctamente cuando usted lo seleccón puede tener un problema que impida el funcionamiento normal del circuito. Para cerciorarse de que un componente está defectuoso, generalmente tendrá que realizar mediciones.

Los componentes normales pueden parecer defectuosos

Si una bombilla aparece encendida en la pantalla, usted puede estar seguro de que funciona. Pero si no se enciende cuando debería estar encendida, no se apresure en concluir que la bombilla está defectuosa. Puede haber algún otro problema (por ejemplo, una interrupción en el mazo de cables) que impida que la bombilla funcione normalmente. Una vez más, debe confiar en sus instrumentos de medición para localizar la falla.

Interrupción en el circuito de iluminación

Cuando hay una interrupción en un circuito, la corriente deja de fluir y el circuito no funcionará.



Con todos los interruptores cerrados, la lectura de voltaje del Multímetro digital entre estos puntos del circuito debe ser de aproximadamente cero voltios.

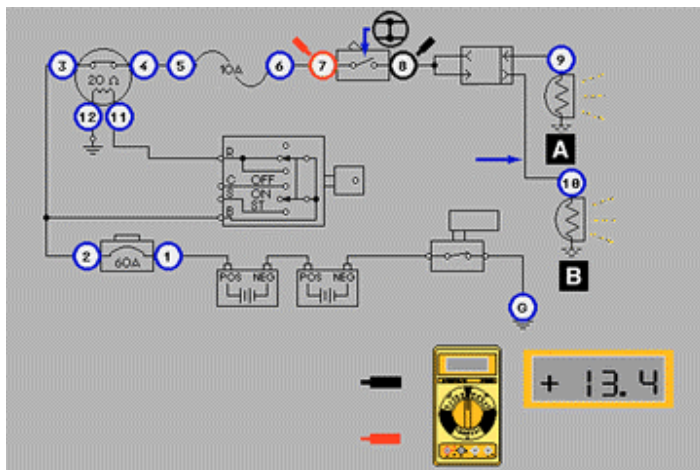
No obstante, con una interrupción de resistencia infinita en el circuito, todo el flujo de la corriente cesó y todo el voltaje de la batería cayó a través de la interrupción. En este caso es 25,2 voltios.

Aquí se produjo una interrupción en la parte en paralelo del circuito para la bombilla A. La bombilla B continúa funcionando, pero la A no.

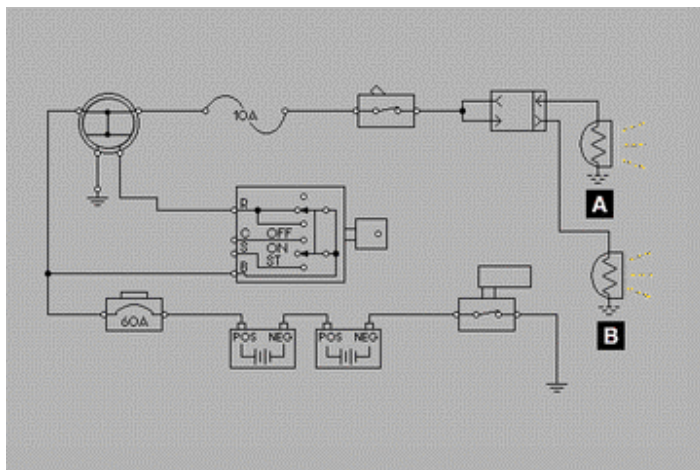
Observe que el flujo de la corriente se interrumpió solamente en un cable

Cortocircuito en el circuito de iluminación

En este circuito un cortocircuito ha creado una vía no deseada para la corriente en el interruptor de las luces. Esto permite que la corriente fluya aun cuando el interruptor está abierto. Como resultado, las luces permanecen encendidas aunque el interruptor de las luces esté en la posición de DESCONEXIÓN (OFF).



Con el interruptor de las luces abierto y los demás interruptores cerrados, la lectura del DMM a través de estos puntos sería de 25,2 voltios. La lectura aquí es de 13,4 voltios porque hay un cortocircuito resistivo en el interruptor.



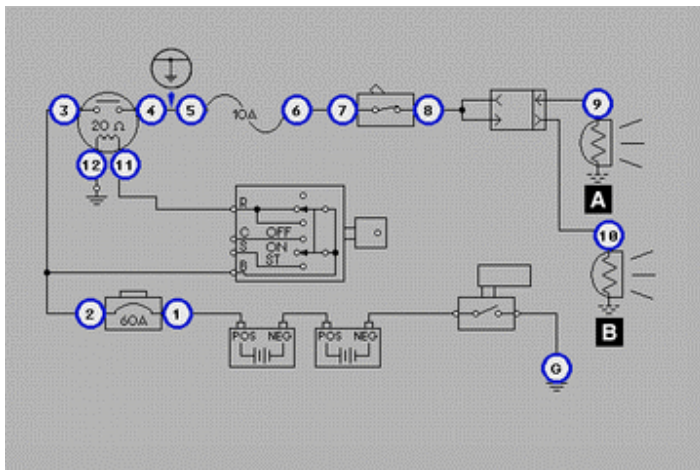
Este es un circuito con un cortocircuito resistivo a través de los contactos del relé principal. La llave de contacto está desconectada (off, el interruptor de las luces está en la posición de CONEXIÓN (ON) y cierta cantidad de corriente continúa fluyendo por el

cortocircuito hacia el relé. Como consecuencia, las luces permanecen tenuemente encendidas.

Cortocircuito a tierra en el circuito de iluminación

Un cortocircuito a tierra de baja resistencia en el circuito impide el funcionamiento de este y no deja fluir corriente a través de las bombillas.

Como consecuencia del cortocircuito a tierra, la corriente toma inmediatamente la vía de menos resistencia a través de la falla y retorna al borne negativo de la batería. Sin la resistencia de las bombillas para limitar el flujo de la corriente, el cortocircuito a tierra también produce un aumento de la corriente hasta un nivel no esperado para el circuito y hace que el fusible se queme.



Si el cortocircuito a tierra hubiera ocurrido a la izquierda del fusible, el disyuntor principal se habría disparado y en el circuito habría cesado toda la corriente. Por lo tanto, el fusible no se habría visto afectado aunque tuviera una capacidad menor que la del disyuntor principal, porque el cortocircuito a tierra ocurrió antes de llegar al fusible en la vía de la corriente que va de la batería a tierra.

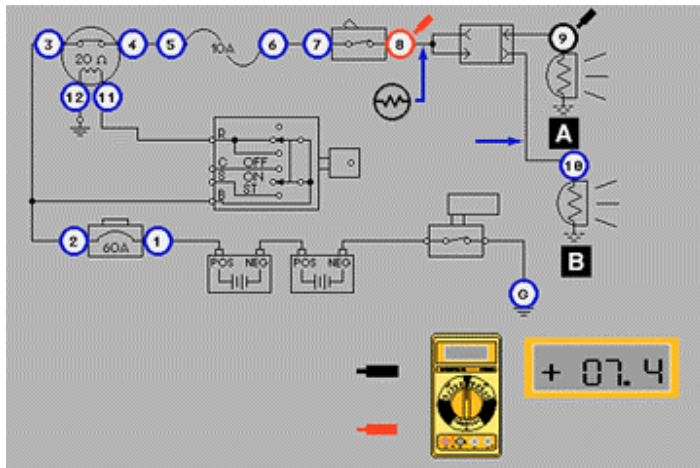
En condiciones normales, sin energía en el circuito y con el interruptor de las luces abierto, la lectura de la resistencia entre el punto de prueba 6 y tierra sería de OL (sobrecarga).

Con un cortocircuito a tierra entre los puntos de prueba 6 y 7, la lectura muestra la resistencia del cortocircuito.

En este caso es más eficaz hacer una lectura de la resistencia, porque el fusible está quemado y no hay voltaje en el punto de prueba 6.

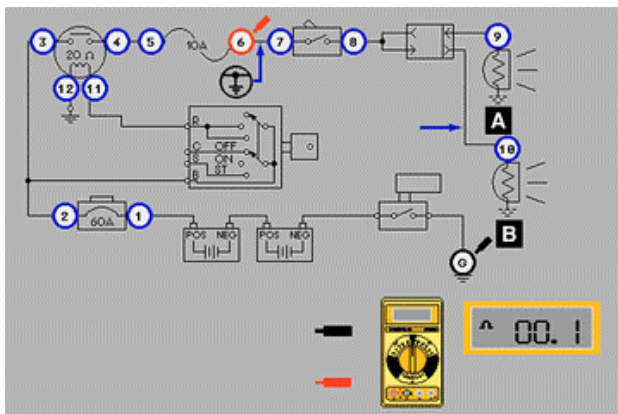
Resistencia en el circuito de iluminación

Cuando hay una resistencia en un circuito, el flujo de corriente se reduce. Si la resistencia es lo suficientemente grande, las luces bajarán en intensidad o se apagarán completamente.



Con todos los interruptores cerrados, la lectura de voltaje del DMM entre estos puntos en el circuito debe ser de aproximadamente cero voltios.

Sin embargo, con una resistencia en el circuito, el flujo de la corriente disminuyó y una parte de todo el voltaje de la batería cayó a través de la resistencia. En este caso es de 7,4 voltios.



MODULO V: EL CIRCUITO DE ARRANQUE Y SUS COMPONENTES

El proposito de este modulo es presentar las pautas de localización de averias en el Sistema de Arranque de los Equipos Caterpillar.

OBJETIVOS DEL MODULO

Al término de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

1. Identificar los componentes del sistema de arranque de Caterpillar y nombrar cuál es la función de los mismos.
2. Reconocer el flujo de corriente normal en el circuito de arranque Caterpillar con el interruptor conectado.
3. Usted podrá reconocer el funcionamiento normal del sistema de arranque Caterpillar de acuerdo con sus sonidos.
4. Usted podrá reconocer el flujo de corriente normal en el circuito de arranque Caterpillar tal y como se representa simultáneamente en el DMM y en el amperímetro de mordaza.
5. Identificar sonidos que son síntomas de funcionamiento anormal en el sistema de arranque.
6. Reconocer la relación entre los sonidos de un sistema de arranque que no está funcionando normalmente y el de los componentes del sistema de arranque.



Lección1: El circuito de arranque Caterpillar

Toda máquina Caterpillar accionada por un motor diesel o de encendido por chispa tiene un sistema de arranque para hacer girar el motor de la máquina. Los tipos de sistemas de arranque que aquí se describen convierten la energía eléctrica de la batería en energía mecánica en el motor de arranque.

Si se presenta un problema en el sistema de arranque, ¡el operador debe llamar a un técnico de servicio inmediatamente!.

Veamos los componentes del sistema de arranque Caterpillar con detenimiento.

El interruptor de desconexión de la batería desconecta todos los circuitos eléctricos, incluyendo el circuito de arranque, del terminal negativo de la batería. Cuando este interruptor está desconectado, no llega energía a ningún circuito de la máquina.

Las dos baterías en serie de 12 voltios dan energía al motor de arranque y establecen un voltaje nominal del sistema de 24 voltios.

El interruptor de circuito limita la cantidad de corriente que puede fluir a través del circuito. Esto protege los cables y componentes del circuito en caso de un cortocircuito a tierra.

La llave de contacto permite que el operador encienda el motor a través del relé de arranque.

El relé de arranque permite que la relativamente poca corriente que fluye a través de la llave de contacto y la bobina del relé de arranque, controle la corriente moderada necesaria para activar el solenoide del motor de arranque. El relé también proporciona el paso de corriente más corto posible al solenoide de arranque.

Por su parte, el solenoide del motor de arranque permite que la corriente moderada que fluye a través de él controle la alta corriente necesaria para hacer girar el motor de arranque. Primeramente, el solenoide del motor de arranque conecta al engranaje del piñón de arranque con el volante del motor. una vez conectado el engranaje del piñón, la corriente fluye a través del motor de arranque.

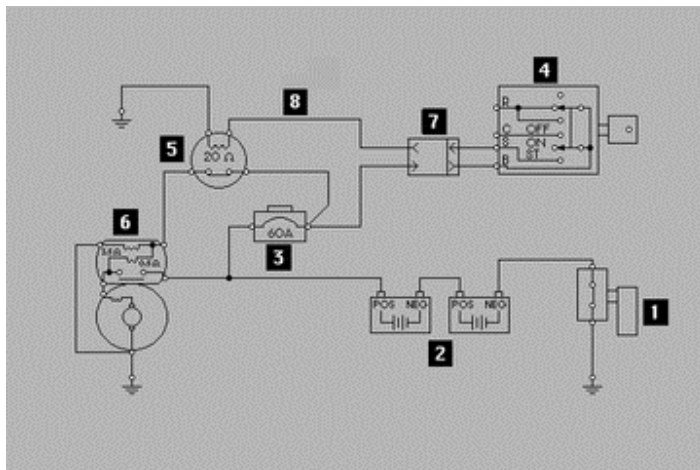
El motor de arranque hace girar el motor a una velocidad suficiente para que se encienda.

El conector proporciona la conexión necesaria entre el mazo de cables y los componentes.

El mazo de cables conecta los diversos componentes eléctricos

El circuito de arranque Caterpillar

Este es el circuito de arranque simplificado. Al igual que los componentes que ya usted vio, los componentes en este modelo de circuito de arranque realizan las siguientes funciones:



1. El interruptor de desconexión de la batería le permite desconectar manualmente las baterías de todos los circuitos de la máquina cuando no es necesaria ninguna energía. En la posición de desconexión (off), todos los circuitos están abiertos y no pueden tomar corriente de la batería.
2. Dos baterías de 12 voltios, conectadas en serie, establecen un voltaje nominal del sistema de 24 voltios y suministran corriente a los circuitos. Se proporcionan vías eléctricas paralelas a la llave de contacto, al relé de arranque y al motor de arranque. El circuito de arranque sitúa una alta demanda en las baterías cuando hace girar el motor.
3. Un interruptor de circuito limita la cantidad de corriente que fluye a través de los circuitos de control del motor de arranque. Esto protege al mazo de cables y a otros componentes en caso de un cortocircuito.
4. La llave de contacto es un interruptor manual capaz de activar dos circuitos a la vez. Cuando se gira hacia el centro o la posición de conectado (ON), el interruptor activa el circuito principal de potencia. Cuando se gira hacia el final o posición de arranque (START), el interruptor también permitirá que la corriente fluya a través de la bobina del relé de arranque.
5. Cuando el relé de arranque es activado por la corriente que fluye a través de la bobina de él, los contactos del relé de arranque se cierran y permiten que la corriente fluya a través de las bobinas del solenoide de arranque.

6. El solenoide de arranque está montado en el motor de arranque. Juntos conforman el conjunto de arranque. Primeramente, el solenoide conecta el engranaje del piñón de arranque con el volante del motor y entonces permite que la corriente fin-ya a través del motor de arranque para hacer girar el motor.

El motor de arranque que es un potente motor eléctrico cuya única función es hacer girar el motor. Requiere de alta corriente para poder desarrollar la potencia necesaria que lleve al motor a la velocidad de encendido. El motor comparte una conexión a tierra con el solenoide de arranque.

7. Un conector cierra el circuito entre la llave de contacto en la cabina del operador, y el relé de arranque junto con el disyuntor en el compartimiento del motor. Los conectores se usan normalmente entre la cabina y el motor para facilitar su ensamblaje en la fábrica así como su mantenimiento en el terreno.

8. Los mazos de cables trazan la vía de la electricidad y la conducen a los componentes del circuito.

Interruptor de desconexión de la batería

El interruptor de desconexión de la batería Caterpillar:

- Facilita la localización de averías en el sistema eléctrico así como su mantenimiento al proporcionar un punto de desconexión adecuado.
- Impide que la máquina y todo el sistema eléctrico se operen sin autorización.
- Elimina la descarga lenta de la batería provocada por un equipo eléctrico. Cuando la máquina se va a guardar por más de un mes, el interruptor de desconexión debe estar abierto.
- Es un método rápido y adecuado de desactivar el sistema eléctrico de la máquina en caso de algún tipo de fallas en el sistema.

Baterías

Las baterías Caterpillar que no requieren mantenimiento proporcionan;

- Intervalos de mantenimiento mucho más largos (1000 horas las baterías de plomo originales eran de 100 horas).
- Alto amperaje de giro en frío (CCA) e índices de capacidad de reserva.



- Cubierta sellada para prevenir la contaminación y aumentar la resistencia de la caja.
- Caja de polipropileno muy ligera capaz de resistir fuertes impactos.
- Separadores de polietileno o PVC que resisten mejor la vibración y ofrecen mayor protección contra los cortocircuitos entre placas, que los separadores de papel.
- Placas ancladas en su base a la batería para resistir mejor la vibración.

Disyuntor

El disyuntor Caterpillar:

- Protege los cables de daños debido a corriente excesiva, y minimiza el tiempo improductivo como los costos de mantenimiento.
- El disyuntor tolera altas corrientes transitorias asociadas con el encendido del motor eléctrico.
- Elimina la necesidad de reemplazar fusibles y posibles errores
- Aumenta la confiabilidad en el sistema de energía y disminuye su complejidad
- Restablece el funcionamiento productivo de la máquina con más rapidez que los fusibles, mediante la función de reposición.
- Disminuye la posibilidad de tener que cambiar el valor de la protección contra la sobrecorriente, como sucede cuando se reemplaza un fusible por otro que tiene una capacidad incorrecta.

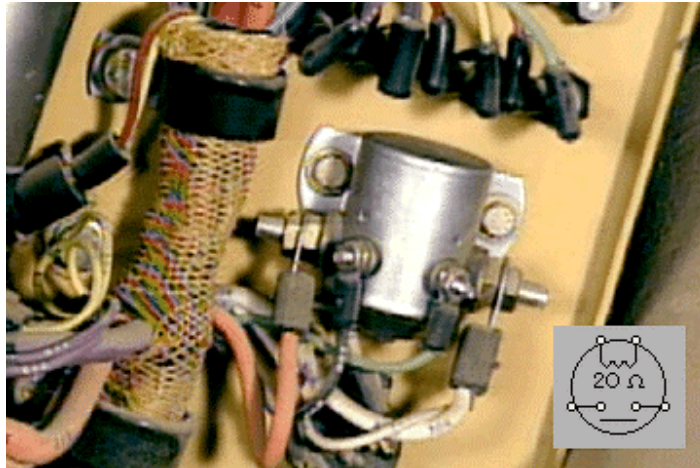
Llave de contacto

La llave de contacto Caterpillar:

- Se usa para controlar el relé de arranque para un arranque con llave adecuado.
- Impide que la máquina se opere sin autorización.
- Tiene una terminal de control que está en posición de conexión ("on") cuando la llave de contacto está en posición de desconexión ("off"). Esto se utiliza por algunos controles electrónicos que necesitan conocer en qué posición está la llave de contacto.
- Proporciona una desconexión ("off") del motor conveniente por parte del operador en las máquinas equipadas con parada electrónica del motor, sistema de extinción de incendios, o inyección por unidad electrónica (EUI).

Relé de arranque

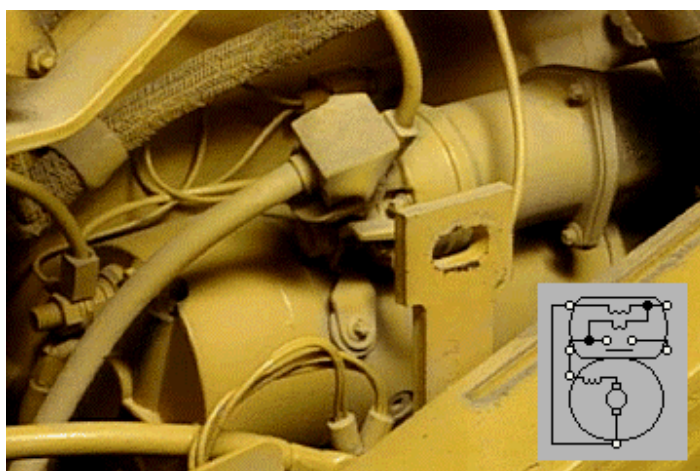
El relé de arranque Caterpillar proporciona:



- Arranque de llave fácil y conveniente.
- También proporciona larga vida útil de la llave de contacto al utilizar baja corriente para darle energía a la bobina del relé, para controlar la corriente moderada que requiere el solenoide de arranque.
- También facilita la localización de averías y el mantenimiento a través de diseños comunes.

Motor de arranque

El motor y el solenoide de arranque Caterpillar:





Material del Estudiante
Material del Instructor

- Tienen capacidad para proporcionar suficiente velocidad al motor para arrancarlo aun en temperaturas extremas.
- El motor y el solenoide de arranque están diseñados para el servicio pesado y son capaces de soportar las rigurosas condiciones de trabajo típicas de los equipos pesados.
- Están típicamente conectados a tierra con un borne y un cable separados en lugar de una caja a tierra, lo cual asegura una buena conexión a tierra.

Conector

Los conectores Caterpillar proporcionan:

- Rápida localización de averías y mantenimiento del sistema eléctrico a través de convenientes puntos de desconexión.
- Procedimientos de ensamblaje de la máquina más lógicos y fáciles.
- También está probada la protección de los contactos y enchufes de los conectores contra el fango, aceite y otros contaminantes.

Mazos de cables

El calibre del cable se selecciona de acuerdo con la capacidad nominal del fusible asociado o del disyuntor. Con ello se evita la destrucción del cable o del aislador debido a una sobrecorriente antes de que se queme el fusible o el disyuntor se dispare.

Los mazos de cables proporcionan además la ventaja de la malla de náilon trenzado que protege a los cables de la abrasión, y reduce la posibilidad de cortocircuitos. La malla y el aislador son resistentes a todos los fluidos del motor como los del vehículo en todos los rangos de temperaturas de operación.

Una ventaja adicional de los mazos de cables Caterpillar es:

- Los puntos de desgaste de los mazos disminuyen gracias a un tendido de los mazos bien diseñado y un uso efectivo de los eslabones de cadena, la envoltura de atadura y las presillas empernadas para el tendido general y un conducto de acero para el tendido del cable de la batería
- Los mazos de cables tambien contribuyen a que el mantenimiento y la localización de averías se realicen con más rapidez y facilidad. Los números de los circuitos están estampados con calor en el aislamiento del cable, lo que combinado con el color del cable, relacionan cada mazo de cables con el diagrama eléctrico.mantenimiento a través de diseños comunes.

Funcionamiento normal del circuito de arranque

Esta lección explica cómo funcionan normalmente juntos los componentes del sistema de arranque para hacer girar al motor.

Con la llave de contacto en la posición de DESCONEXIÓN (OFF), no puede fluir corriente alguna en el circuito.

Cuando la llave de contacto está en la posición de CONEXIÓN (ON), proporciona energía al resto de los sistemas eléctricos de la máquina que no se muestran aquí. Pero ello no hace que el motor arranque.

El arranque se produce cuando la llave de contacto se coloca en la posición de ARRANQUE (START). Primero, la corriente fluye desde las baterías a través de la bobina del relé de arranque y regresa a las baterías.

La corriente que pasa a través de la bobina del relé de arranque produce un campo magnético que atrae al inducido del relé, cerrando los contactos del relé. La corriente puede fluir entonces desde las baterías a través de las bobinas del solenoide de arranque y regresar a las baterías.

En el momento en que se cierra el relé de arranque, ambas bobinas reciben voltaje en el punto de prueba 8. En ese instante fluyen cerca de 46 amperios a través de las bobinas del solenoide de arranque. Unos 6 amperios fluyen a través de la bobina de retención de corriente directamente a tierra. Cerca de 40 amperios fluyen a tierra a través de la bobina tomacorriente a través del enrollado del motor de arranque.

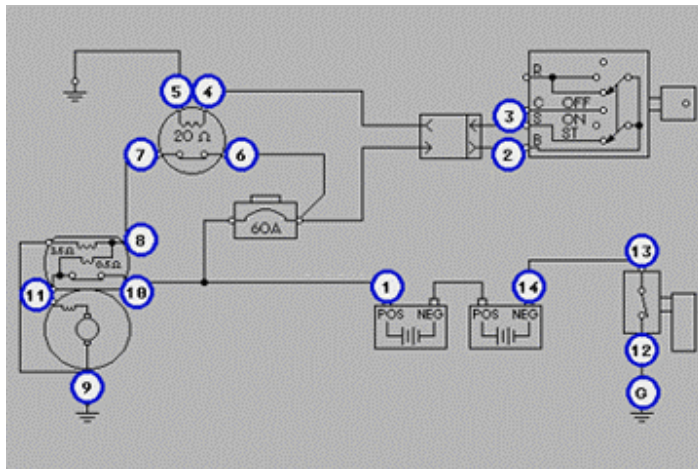
Estas corrientes producen un campo magnético alrededor del solenoide de arranque, el que mueve al piñón de arranque para engancharse al volante del motor y al mismo tiempo cierra los contactos del solenoide de arranque. Esto conecta directamente al motor de arranque a las baterías y al voltaje en ambos extremos de la bobina tomacorriente. La corriente continúa fluyendo a través de la bobina de retención de corriente para conservar el campo magnético y mantener los contactos cerrados durante el giro.

A partir de este momento la corriente puede fluir a través del motor de arranque desde las baterías, y comienza el giro del motor. El giro continuará hasta que se corta la energía al conjunto del motor de arranque al colocar el interruptor de arranque en la posición de CONEXIÓN (ON).

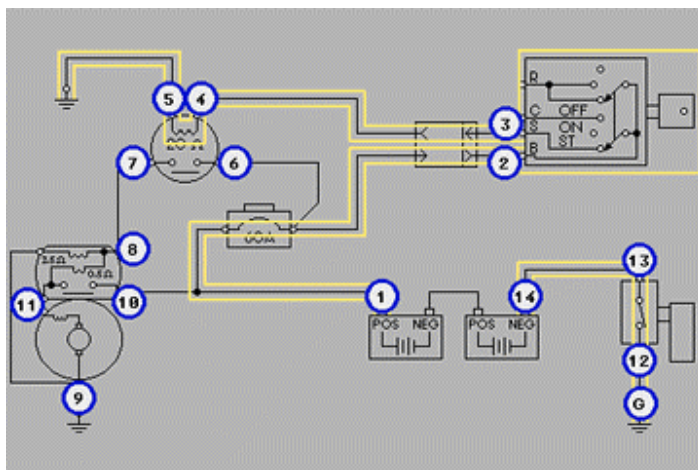
A través de esta secuencia de acción, este circuito de arranque permite que fluya a través de la llave de contacto, una corriente de cerca de 1 amperio para controlar una corriente de giro de 400 a 1200 amperios a través del motor de arranque.

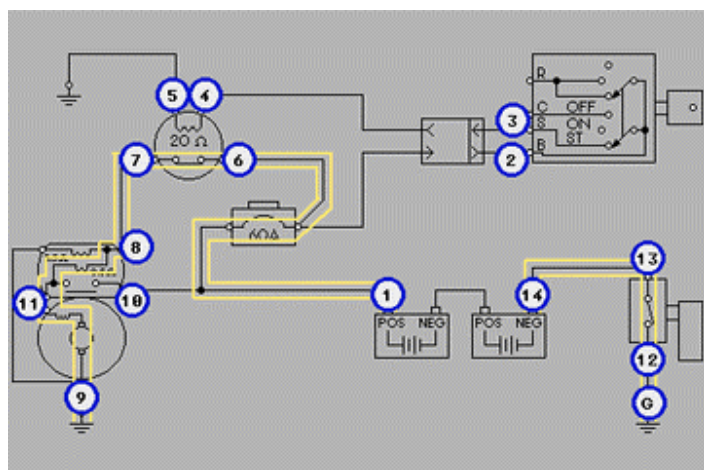
Este es el flujo normal de corriente en el circuito de arranque durante el giro del motor.

Observe que este circuito de arranque es en realidad un circuito en serie-paralelo con cuatro vías de corriente. Cada vía de corriente, o circuito, comienza en el POSITIVO (POS) de la batería (punto de prueba 1) y regresa al NEGATIVO (NEG) (punto de prueba 14) de la batería. ¿Puede usted seguirles la pista

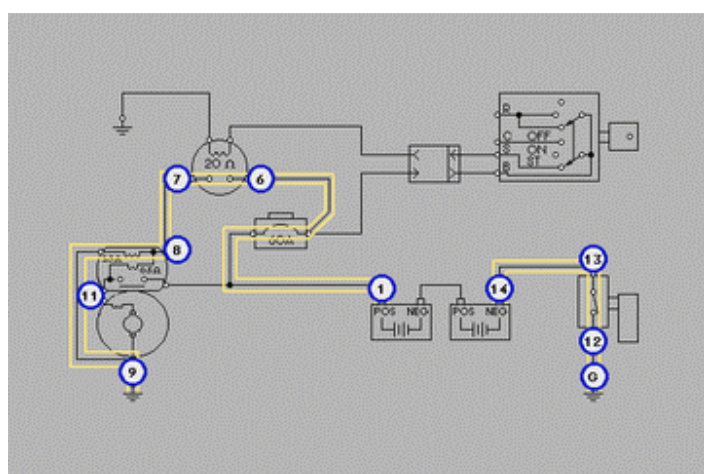


Los puntos de prueba 1, 2, 3,4, 5, G, 12, 13 y 14 constituyen uno de los circuitos.

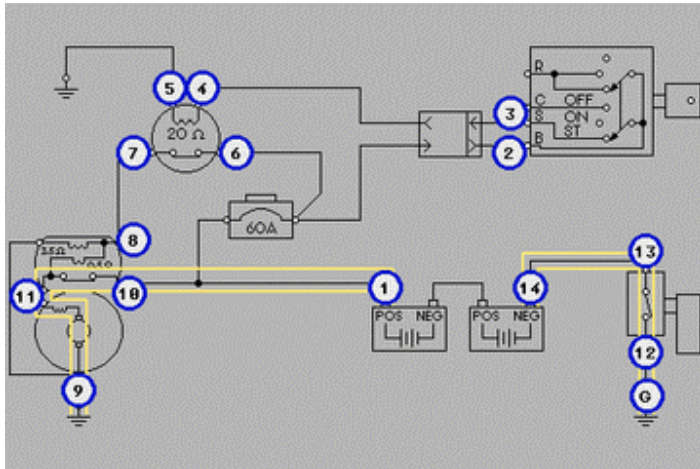




Los puntos de prueba 1, 6, 7, 8, 11, 9, G, 12, 13 y 14 forman un segundo circuito.



Los puntos de prueba 1, 6, 7, 8, 9, G, 12, 13 y 14 forman un tercer circuito.



Los puntos de prueba 1, 10, 11, 9, G, 12, 13 y 14 forman un cuarto circuito.

Quando la llave de contacto se coloca en la posición de ARRANQUE (START), el relé de arranque se cierra con un “chasquido” (click) que puede escucharse si no es ahogado por otro sonido. El solenoide de arranque hace su propio sonido característico cuando el piñón de arranque se engancha con el volante, y los contactos del solenoide se cierran.

Si el motor arranca normalmente, puede que usted no escuche esos sonidos sobre el ruido del motor. Pero ahora observe y escuche en la medida en que hacemos la acción más lenta para que los pueda escuchar.

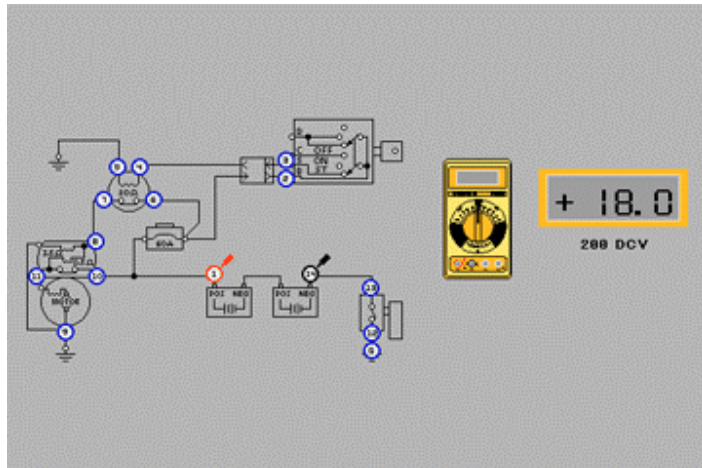
Durante el funcionamiento normal usted puede escuchar al motor cuando gira y arranca. Pero puede que no le sea posible escuchar los “chasquidos” (clicks) del relé y del solenoide de arranque enganchándose. Estos sonidos están por lo general ahogados por el ruido del motor. Aun en condiciones anormales, cuando el motor no gira, puede ser que no distinga el chasquido del relé de arranque del que produce el solenoide de arranque.

Si usted puede escuchar el chasquido del relé de arranque durante el funcionamiento anormal, es debido a que está colocado cerca de la llave de contacto. No obstante, en todas las máquinas esto no sucede así.

Además de utilizar los sonidos, usted puede comprobar también el flujo normal de corriente utilizando el DMM y el amperímetro de mordaza. Esto le permitirá confirmar que:

- los componentes y las conexiones no están provocando una caída de voltaje excesiva
- las baterías están dentro de las especificaciones.

MEDICIONES DE VOLTAJE EN EL CIRCUITO DE ARRANQUE



Durante el giro o mientras se produce el intento de giro, el voltaje a través de los bornes de la batería variará dependiendo de la temperatura ambiente, la temperatura del motor, la viscosidad del aceite del motor, el estado de la batería, el estado de los cables y las conexiones, y por último de la condición mecánica del motor. El voltaje durante el giro debe leerse de 16 a 20 voltios en un sistema de 24 voltios a 27 grados centígrados (80 grados Fahrenheit).

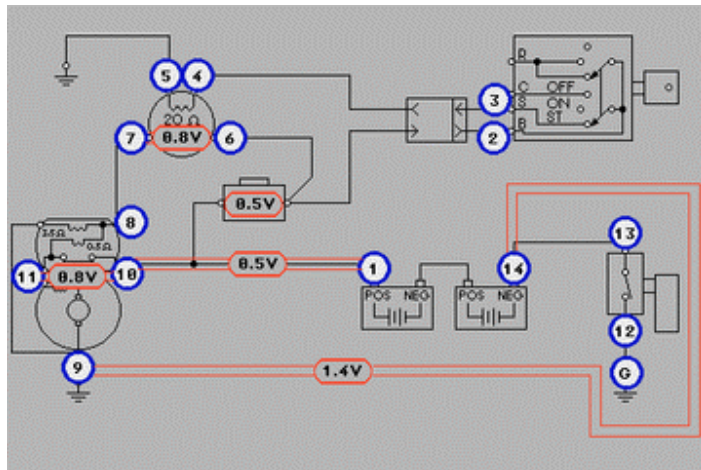
Voltaje del sistema durante el giro

El voltaje de giro varía considerablemente con la temperatura ambiente debido a la capacidad reducida de la batería a temperaturas muy frías. Utilice esta tabla para interpretar las lecturas de voltaje del sistema durante el giro.

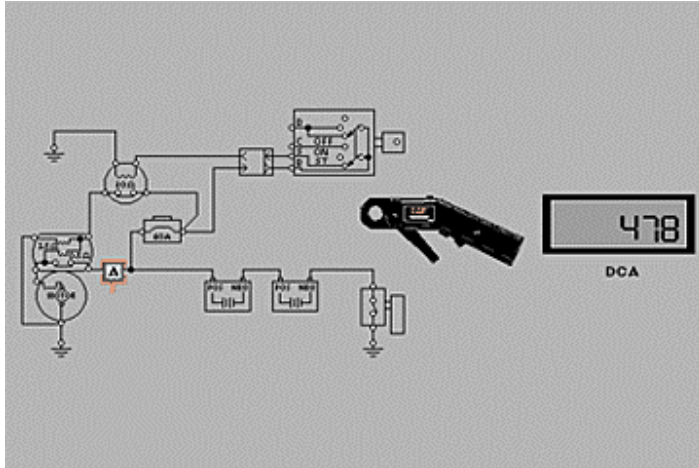
VOLTAJE DEL SISTEMA TIPICO DURANTE EL GIRO		
TEMPERATURA AMBIENTE	SISTEMA DE 24 VOLTIOS	SISTEMA DE 12 VOLTIOS
27°C (80°F)	DE 16 A 20 VOLTIOS	DE 8 A 10 VOLTIOS
16°C (60°F)	DE 15 A 19 VOLTIOS	DE 7,5 A 9 VOLTIOS
2°C (35°F)	DE 14 A 18 VOLTIOS	DE 7 A 9 VOLTIOS
-12°C (10°F)	DE 13 A 17 VOLTIOS	DE 6,5 A 8,5 VOLTIOS
-23°C (-10°F)	DE 12 A 16 VOLTIOS	DE 6 A 8 VOLTIOS

Caídas de voltaje

Durante el giro o el intento de giro, las caídas de voltaje a través de los interruptores, contactos, cables, alambres y conexiones en el circuito no deben sobrepasar el mínimo permitido. En circuitos que extraen mucha corriente, aun una pequeña resistencia puede dar lugar a una pérdida de energía significativa.



Estas son las caídas de voltaje máximas permisibles en un circuito de arranque de 24 voltios durante el giro o el intento de giro. Las caídas de voltaje máximas permisibles para los sistemas de arranque de 12 voltios son exactamente la mitad de las caídas de voltaje aquí mostradas.

MEDICIONES DE CORRIENTE EN EL CIRCUITO DE ARRANQUE

Durante el giro o el intento de giro, usted puede utilizar el amperímetro de mordaza para medir la corriente entre el terminal positivo de la batería y el motor de arranque. La extracción de corriente máxima permisible para un sistema de arranque de 24 voltios es de alrededor de 750 amperios, el valor exacto depende del tamaño del motor y de la capacidad nominal del motor de arranque. La corriente máxima permisible para un sistema de arranque de 12 voltios es de alrededor de 1200 amperios.

LECCIÓN2: Análisis del sistema de arranque

Sonido - ausencia de sonido

Mientras intenta hacer girar el motor, puede que escuche ciertos sonidos que indiquen que puede existir un problema en el circuito de arranque.

La ausencia de sonido cuando la llave está en la posición de ARRANQUE (START) es uno de los sonidos que le indican que puede existir un problema en el circuito de arranque.

No se escucha ningún sonido cuando la llave de contacto se coloca en la posición de ARRANQUE (START). Esta ausencia de sonido puede ser un indicio que:

- La bobina del relé de arranque está en mal estado.
- El relé de arranque no está recibiendo energía.

Causas posibles de que el relé de arranque no esté recibiendo energía:

- Las baterías estén descargadas o con muy poca carga.
- Hay un circuito abierto debido a que:
 - El interruptor de desconexión de la batería tiene un circuito abierto.
 - El disyuntor tiene un circuito abierto.
 - Un cable de la batería está desconectado del borne.
 - Hay un conector desconectado.
 - Hay una falla en la llave de contacto.

Sonido - un solo chasquido (click)

Si el relé del arranque emite un chasquido (click) cuando la llave está en la posición de arranque (start) y no se escucha ningún otro sonido, puede que exista un problema en el circuito de arranque.

Cuando el relé de arranque emite un chasquido (click) con la llave en la posición de arranque (START), pero no se escucha ningún otro sonido. Nos sonido indica que existe un problema en una de las áreas siguientes:



Material del Estudiante
Material del Instructor

- Contactos del relé de arranque.
- Solenoide de arranque.
- motor de arranque
- cables y conexiones
- baterías (con poca carga)
- contacto del tope de la corona con el piñón
- motor o transmisión (atascados).

Sonido - chirrido o chasquido repetido

Puede existir un problema con el circuito de arranque si se escucha un chirrido o un chasquido repetido con la llave en la posición de arranque (start).

Un chasquido repetido o “chirrido” con la llave en la posición de arranque. Indica que el solenoide de arranque está recibiendo energía, pero puede que exista

- Una bobina de retención de corriente del solenoide de arranque con un circuito abierto.
- Bajo voltaje en el motor de arranque debido a poca carga en la batería.
- Una alta resistencia en el circuito (contactos o conexiones deficientes).

Sonido - giro lento y respuesta demorada

Puede existir un problema con el circuito de arranque si el giro del motor es lento y de respuesta demorada.

Cuando el giro del motor es lento o tiene una respuesta demorada, el problema pudiera ser que:

- El motor de arranque tuviera:
 - Las escobillas o el inducido en mal estado.
 - Los devanados en cortocircuito parcial.
 - O estuviera atascado mecánicamente.

- El problema también pudiera ser de bajo voltaje en el motor de arranque debido a:
 - Baterías parcialmente descargadas.
 - O alta resistencia en el circuito.
- Otra posibilidad sería la existencia de un problema mecánico en el motor que ocasione un arrastre excesivo.
- Esta condición puede ser causada también por la combinación de aceite del motor de alta viscosidad y bajas temperaturas.

Sonido - chirrido o choque

Mientras se intenta el giro del motor, otro sonido que le indica que puede existir un problema con el circuito de arranque es un sonido de chirrido o choque entre los dientes del engranaje del piñón y los dientes de la corona. Este sonido puede indicar que:

- Se ha instalado una pieza incorrecta (posiblemente el piñón).
- Un espacio producido por un desajuste del piñón que ocasiona un enganche parcial del piñón con la corona.
- Montajes del motor de arranque sueltos o un piñón o una corona muy gastados.

Sonidos

Volvamos de nuevo a los sonidos que sugieren la existencia de un problema en el circuito de arranque. Algunos apuntan a un componente específico, mientras que otros tienen más de una causa posible.

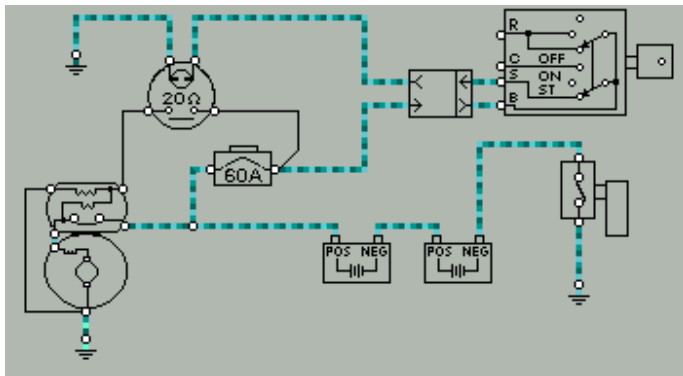
- No se escucha ningún sonido cuando la llave está en la posición de ARRANQUE (START).
- El relé de arranque produce un chasquido cuando la llave está en la posición de ARRANQUE (START), pero no se escucha ningún otro sonido.
- Se oye un chirrido o chasquido repetido con la llave en la posición de ARRANQUE (START).
- El giro del motor es lento o tiene una respuesta demorada.
- Un sonido de chirrido o de choque entre los dientes del engranaje del piñón y la corona mientras se intenta el giro del motor.

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ARRANQUE - FALLAS

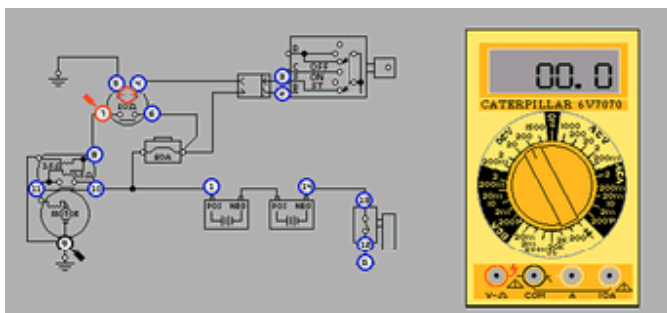
Los problemas en los sistemas de arranque Caterpillar puede que se deban a una interrupción del circuito involuntaria, una resistencia en serie, un cortocircuito, o un cortocircuito a tierra en el circuito.

Los efectos de estas fallas pueden demostrarse en el mismo ejemplo de circuito de arranque ya utilizado para describir el funcionamiento normal.

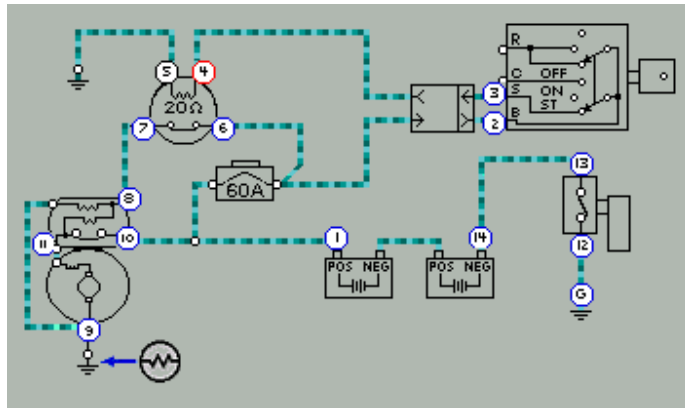
Interrupción del circuito



En este ejemplo hay una **INTERRUPCIÓN DEL CIRCUITO (OPEN)** en la bobina del relé de arranque. Como resultado, dejó de fluir la corriente en todo el circuito. Sin corriente, el relé y el solenoide de arranque no pueden cerrar y el motor de arranque no puede funcionar. Por lo tanto, el sistema no puede generar ningún sonido en absoluto con la llave en la posición de **ARRANQUE (START)**.

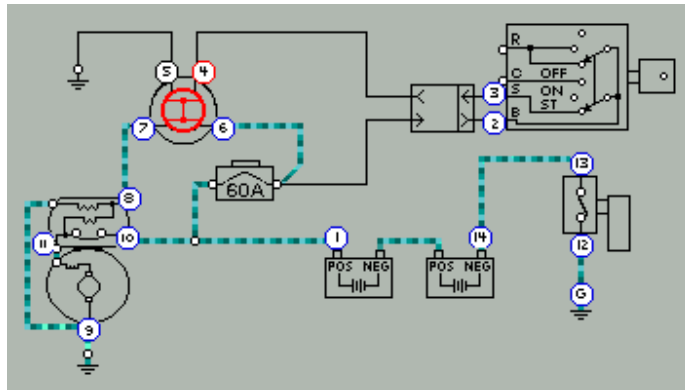


Con el relé de arranque cerrado, el voltaje entre los puntos de prueba 7 y 9 (tierra) mientras se produce el giro debe ser de alrededor de 16 a 20 voltios. Con la bobina del relé de arranque abierta, el voltaje entre esos dos puntos debe ser de 0 (cero) voltios, en tanto los contactos del relé abierto aislarán las bobinas del solenoide del voltaje del sistema.

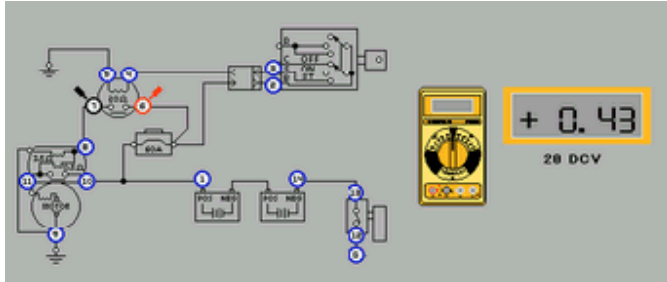


Otro ejemplo: Una falla de resistencia ocurre entre los puntos de prueba 9 (espárrago de tierra del motor de arranque) y tierra, y da lugar a que el motor gire con más lentitud de lo normal. Este es un problema común que puede ocasionarse por la corrosión, una conexión floja en uno o más lugares, o un daño físico. La resistencia incrementada aquí puede disminuir la velocidad o detener el giro por completo.

Cortocircuito

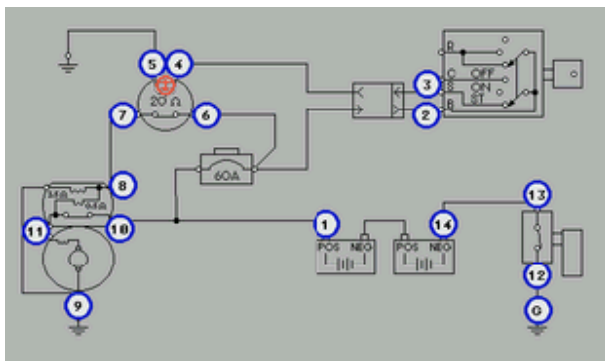


Un cortocircuito en este circuito ha creado una vía de corriente involuntaria a través de los contactos del relé de arranque. Esto permite que la corriente fluya a la bobina de retención de corriente aunque se perciba que la bobina del relé de arranque está desactivada. Como resultado, el motor de arranque continuará funcionando sin importar si la llave de contacto está en la posición de DESCONEXIÓN (OFF) o de CONEXIÓN (ON).



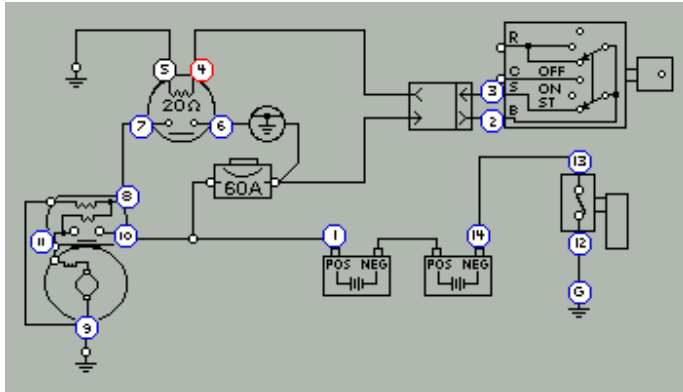
Normalmente, cuando la llave de contacto se abre, los contactos del relé de arranque se abren también, debido a que no está pasando corriente a través de la bobina del relé de arranque. terminal POSITIVO de la batería al terminal de la BATERÍA del motor de arranque

Usted debe recibir entonces una lectura del DMM de 25,2 voltios entre los puntos de prueba 6 y 7. En este caso la lectura es de 0,43 voltios, debido a que los contactos del relé de arranque están en cortocircuito.

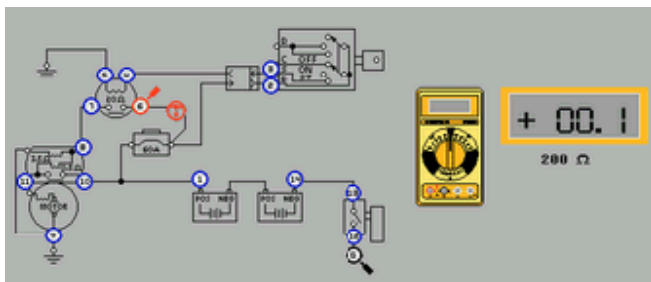


En este circuito, la bobina del relé de arranque está en cortocircuito. La llave de contacto está en la posición de arranque, pero los contactos del relé de arranque no pueden cerrar porque la bobina del relé de arranque ya no tiene la fuerza magnética necesaria. El cortocircuito crea también una vía para el regreso de la corriente a la batería, que dispara el disyuntor e inutiliza el circuito de arranque.

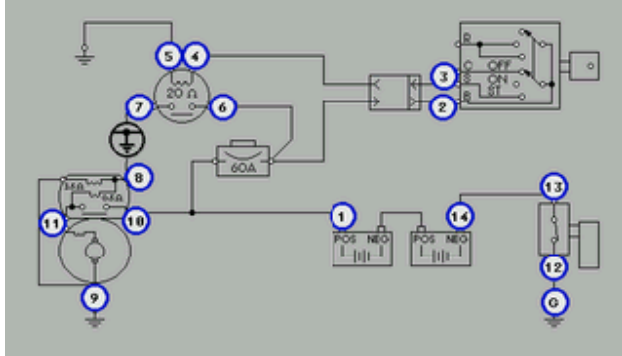
Cortocircuito a tierra



En este circuito, se ha producido un cortocircuito a tierra entre el disyuntor y los contactos del relé de arranque. Esta falla ha provocado que se dispare el disyuntor, impidiendo que fluya la corriente en todo el circuito de arranque.



Con el interruptor de desconexión en la posición de DESCONEXION (OFF) para realizar pruebas de resistencia, la lectura desde los puntos de prueba 6 al G (tierra) debe ser OL a causa de los contactos abiertos en el relé de arranque. No obstante, debido al cortocircuito a tierra entre el disyuntor y el punto de prueba 6, la resistencia entre el punto de prueba 6 y tierra está cerca de cero ohmios.



Este circuito tiene un cortocircuito a tierra entre los contactos del relé y del solenoide de arranque. Esta falla desvía la corriente de regreso directamente a las baterías desde el circuito del solenoide de arranque. Debido a la baja resistencia de este cortocircuito a tierra, el disyuntor se dispara y los contactos del relé de arranque se abren. El circuito de arranque está ahora inhabilitado por completo.



Material del Estudiante
Material del Instructor

PROCEDIMIENTO PARA LA COMPROBACIÓN DEL CIRCUITO DE ARRANQUE

La comprobación es una parte integral del diagnóstico de los problemas en el sistema de arranque.

Cuando el motor de arranque hace que el motor gire mucho más lento de lo habitual o no lo hace girar, hay tres comprobaciones que se utilizan comúnmente para aislar el problema:

- Medir el voltaje de la batería y la corriente del motor de arranque mientras el motor está girando o intenta girar.
- Medir la caída de voltaje a través del motor de arranque mientras el motor está girando o intenta girar.
- Comprobar la existencia de un atascamiento del motor u otros problemas mecánicos:

Prueba 1: Mida el voltaje de la batería y la corriente del motor de arranque mientras el motor está en giro:

Prepare el sistema para la medición:

- Ajuste el DMM a 200 VCC.
- Ajuste el DMM a la gama de 200 VCC.
- Conecte el cable negro de prueba al terminal NEGATIVO de la batería que conduce a tierra.
- Conecte el cable rojo de prueba al terminal POSITIVO de la batería.
- Instale un amperímetro de mordaza en el cable que va del terminal POSITIVO de la BATERIA del motor de arranque.

Observe el voltaje de la batería y la corriente de giro mientras el motor está girando o intentando girar.

Si el voltaje de giro es menor que el voltaje de giro típico mínimo para el sistema, determine la causa del bajo voltaje de la batería. Las baterías bajas pueden estar dadas por una condición de la batería o por un motor de arranque en cortocircuito. Para informarse sobre el voltaje de giro típico mínimo en los sistemas de 12 y 24 voltios a varias temperaturas, revise la tabla en la próxima pantalla.

La capacidad de la batería disminuye en la medida en que la temperatura ambiente baja. Observe que el voltaje de giro típico mínimo para un sistema de 24 voltios, es de 15 voltios a una temperatura de 16 grados centígrados (60 grados Fahrenheit), y a -12 (menos 12) grados centígrados (10 grados Fahrenheit) es de 13 voltios.

Si la corriente de giro excede del valor máximo de la capacidad nominal de la corriente de giro del motor de arranque, suspenda la prueba y determine la causa. Las corrientes máximas típicas son de 750 amperios para un sistema de 24 voltios, y de 1200 a 1400 amperios para un sistema de 12 voltios. Si el voltaje y la corriente de giro son normales, realice la prueba 2.

Prueba 2: Mida la caída de voltaje en el motor de arranque mientras el motor está en giro.

Prepare el sistema para la medición:

- Ajuste el DMM a 200 VCC
- Conecte el cable rojo de prueba al espárrago "BATT" (batería) del solenoide de arranque (NO en el terminal del cable).
- Conecte el cable negro de prueba al espárrago a tierra del motor de arranque (NO al terminal del cable).

Observe la caída de voltaje en el motor de arranque mientras el motor está en giro o intentando girar.

Si la caída de voltaje es mayor de 2 voltios por debajo del voltaje de giro de la batería determinado en la prueba 1, busque una caída de voltaje excesiva entre las baterías y el motor de arranque. Para informarse sobre la caída de voltaje máxima permitida en otros componentes del sistema de arranque, revise la tabla en la próxima pantalla.

CAÍDAS DE VOLTÁJE MAXIMAS PERMITIDAS MIENTRAS GIRA EL MOTOR		
UBICACIÓN	SISTEMA DE 24 VOLTIOS	SISTEMA DE 12 VOLTIOS
DEL BORNE NEG DE LA BAT AL BORNE NEG DEL MOTOR DE ARRANQUE	1,4 VOLTIOS	0,7 VOLTIOS
A TRAVÉS DEL INTERRUPTOR DE DESCONEXIÓN	1,0 VOLTIOS	0,5 VOLTIOS
A TRAVÉS DE LOS CONTACTOS DEL SOLENOIDE DEL ARRANQUE	0,8 VOLTIOS	0,4 VOLTIOS

Las caídas de voltaje mayores que las mostradas aquí son generalmente causadas por conexiones sueltas o corroídas, o por contactos de interruptores defectuosos.

Mientras el motor está en giro, la caída de voltaje máxima permitida del borne NEGATIVO de la batería al borne NEGATIVO del motor de arranque, es de 1,4 voltios



Material del Estudiante
Material del Instructor

en un sistema de 24 voltios y de 0,7 voltios en un sistema de 12 voltios.

La caída de voltaje máxima permitida mientras el motor está en giro en el interruptor de desconexión es de 1,0 voltios en un sistema de 24 voltios y de 0,5 voltios en un sistema de 12 voltios.

La caída de voltaje máxima permitida mientras el motor está en giro en el solenoide de arranque es de 0,8 voltios en un sistema de 24 voltios y de 0,4 voltios en un sistema de 12 voltios.

Si el voltaje de la batería y las caídas de voltaje del motor de arranque y de las conexiones de cables están dentro de las especificaciones, pero el motor no gira usando el motor de arranque, compruebe si hay problemas mecánicos que impiden que el cigüeñal gire realizando la prueba 3.

Prueba 3: Compruebe si el motor está atascado o existen problemas mecánicos

Trate de rotar el cigüeñal manualmente, con una herramienta de giro del motor.

Si el cigüeñal se resiste más de lo normal o no puede rotarlo en absoluto, es que el motor tiene un pistón atascado o existe algún otro problema mecánico que hay que reparar.

Si el cigüeñal rota libremente de forma manual pero aún gira débilmente con el motor de arranque, reemplace el motor de arranque.

MODULO VI: EL CIRCUITO DE CARGA Y SUS COMPONENTES

El proposito de este modulo es presentar las pautas de localización de averias del sistema de carga de un sistema Caterpillar.

OBJETIVOS DEL MODULO

Al término de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

1. Identificar y nombrar la función de los componentes del circuito de carga de Caterpillar.
2. Usted será capaz de identificar y nombrar las funciones del circuito de carga de Caterpillar
3. Identificar los síntomas del funcionamiento anormal del sistema de carga de Caterpillar.
4. Identificar las condiciones de falla típicas en el sistema de carga de Caterpillar.
5. Seguir el flujo de corriente a través del circuito de carga con cada una de las fallas básicas, una por una.
6. Reconocer cómo cada una de las fallas básicas es indicada por las lecturas realizadas con el DMM y el amperímetro de mordaza.



Lección1: circuito de carga Caterpillar

Toda máquina Caterpillar con un sistema de arranque del motor tiene también un sistema de carga. El sistema de carga tiene dos funciones: recargar las baterías que se usan para hacer girar el motor y suministrar corriente a todos los sistemas eléctricos durante el funcionamiento de la máquina.

Más adelante veremos los componentes de un sistema de carga típico Caterpillar.

El alternador es el componente clave del sistema. Convierte la energía mecánica rotatoria del motor en energía eléctrica, para cargar las baterías y operar los dispositivos eléctricos. Un regulador de voltaje interno dentro del alternador controla la salida del alternador.

El interruptor del alternador protege al circuito del alternador y a las baterías de un flujo de corriente excesivo en caso de un mal funcionamiento.

Usualmente se instala un conector entre el interruptor del alternador y el alternador para facilitar el mantenimiento.

El mazo de cables conduce la energía eléctrica del alternador hacia las baterías y hacia todas las otras cargas eléctricas en la máquina.

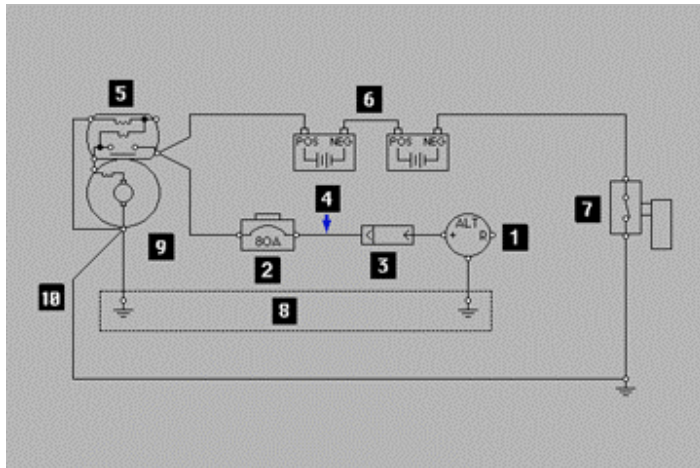
El conjunto del motor de arranque no es un componente activo del sistema de carga. Sin embargo, proporciona típicamente importantes conexiones del positivo y del negativo a tierra de la batería que son necesarias para que el alternador funcione.

Dos baterías de 12 voltios conectadas en serie para 24 voltios, almacenan la energía eléctrica que produce el alternador.

El interruptor de desconexión de la batería permite desconectar manualmente las baterías del circuito cuando no se requiere ninguna energía. Cuando este interruptor está en la posición de DESCONEXIÓN (OFF), el sistema de carga no puede cargar las baterías, y las baterías quedan protegidas contra cualquier descarga involuntaria.

Estos técnicos están usando un diagrama esquemático para rastrear el circuito de carga. En esta sección usted usará un esquema de circuito de carga simplificado para explorar fallas en el circuito y practicar sus habilidades en la localización de averías.

El circuito de carga Caterpillar



Este es un circuito simplificado. Al igual que el que usted ya vio, este modelo de sistema de carga incluye los siguientes componentes:

1. El alternador proporciona suficiente corriente para todas las cargas continuas durante el funcionamiento de la máquina, y proporciona corriente de carga a la batería. El alternador autolimita la corriente.

El regulador de voltaje integral establece el nivel de voltaje de carga del sistema eléctrico. El nivel estándar para los modelos de máquinas Caterpillar hasta 1990 es de 27,5 voltios CC más/menos 1 voltio. Este nivel estándar fue cambiado a mediados de 1991 a 28,0 voltios CC, más/menos 1 voltio. Los reguladores de alternador en algunas máquinas de 1991 cumplen con el nuevo estándar, pero aún tomará algún tiempo antes de que todas las máquinas sean cambiadas.

2. El interruptor del alternador protege a las baterías de la extracción excesiva de corriente en caso de un cortocircuito a tierra dentro del alternador o entre el interruptor del alternador y el alternador. También protege a los cables de la máquina de una posible sobrecarga en el caso de que alguien instalara un alternador de sobremedida para proveer energía a accesorios no autorizados.

3. El conector proporciona una vía conveniente para desconectar al alternador del resto del circuito, bien sea para localizar una avería o para reemplazar el alternador.

4. Los mazos de cables y los cables distribuyen energía a través de todo el circuito.

5. El conjunto del motor de arranque, aunque es parte de un sistema diferente, provee al

sistema de carga con importantes conexiones de la batería.

6. Las dos baterías de 12 voltios proporcionan energía para hacer girar al motor de la máquina.

7. El interruptor de desconexión de la batería desconecta del terminal negativo de la batería a todos los circuitos eléctricos, incluyendo el circuito de carga. Cuando el interruptor está en la posición de DESCONEXIÓN (OFF), el alternador no puede cargar las baterías, y estas no pueden ser descargadas por una carga eléctrica involuntaria o una falla en el circuito de la máquina.

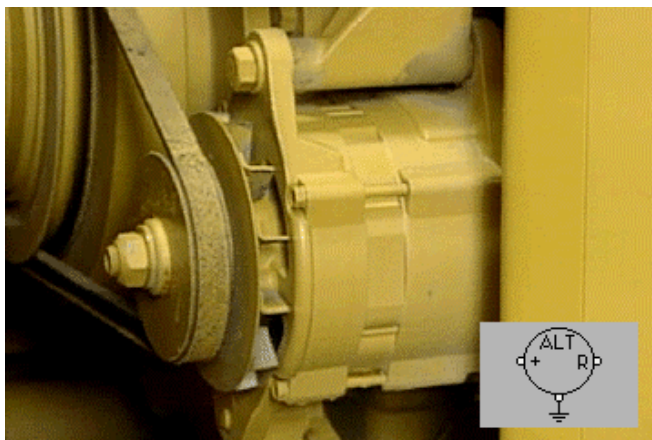
8. El bloque del motor sirve de tierra para el alternador y a veces para otros circuitos del motor. El bloque del motor está normalmente conectado al borne a tierra del motor de arranque a través del cable a tierra del motor, lo cual completa la vía a tierra de retorno del alternador hacia la tierra del bastidor de la máquina y el borne negativo de la batería.

9. El cable a tierra del motor es una parte esencial del circuito de carga. Si se quita, el alternador puede aún funcionar, pero la vía a tierra de carga se produciría entonces a través de los cojinetes principales del motor, y a través de la transmisión y otros engranajes al bastidor de la máquina. Si faltara un cable a tierra esto no sería bueno para las superficies de los cojinetes y a menudo da lugar a fallas en el cojinete o el engranaje.

10. El cable a tierra del motor de arranque conecta el borne a tierra del motor de arranque (y el bloque del motor) con la tierra del bastidor de la máquina.

Alternador

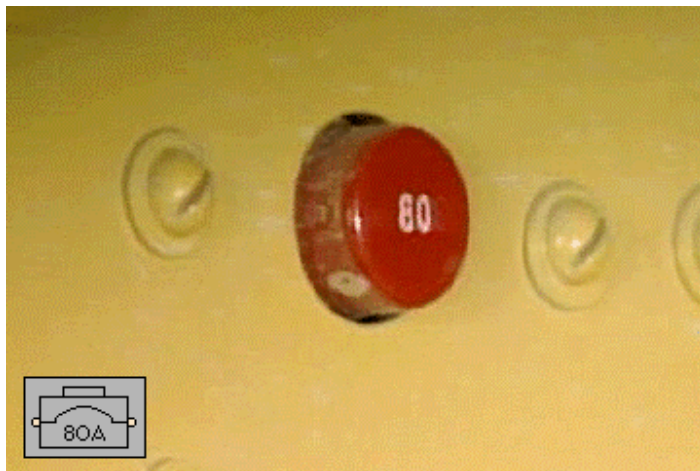
El alternador Caterpillar:



- Tiene un regulador de voltaje integral y una fuga de corriente de la batería extremadamente baja mientras la máquina está inactiva.
- Tiene capacidad para conducir el 100% de la carga eléctrica de la máquina, por lo que proporciona una mayor vida útil a la batería y un giro de arranque más confiable.
- Algunos modelos de alternador no tienen escobillas, con lo cual se minimiza la posibilidad de problemas en las conexiones y se elimina el desgaste de las escobillas.

Disyuntor del alternador

El disyuntor del alternador Caterpillar:



- Está hecho a la medida del régimen de corriente de salida del alternador.
- Protege el aislante del cable de los daños debidos a un cortocircuito o a un cortocircuito a tierra.
- Incluye una función de sobrecarga térmica que permite corrientes transitorias superiores al régimen de corriente sin que se dispare.
- Incluye una función de reposición para poder reincorporar las máquinas al trabajo más rápidamente.

Conector

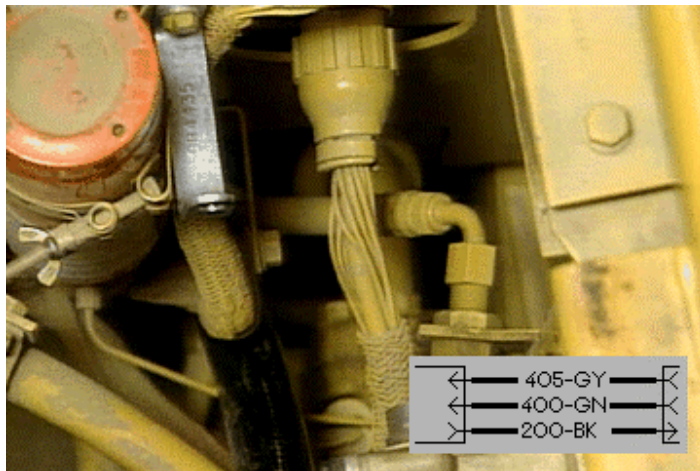
El conector Caterpillar:

- Permite localizar las averías y dar servicio al sistema eléctrico con facilidad y seguridad.

- Igualmente permite reemplazar fácilmente el alternador sin necesidad de cortar y empalmar los cables.

Cables

Con los cables Caterpillar:



- El calibre del cable se selecciona con una capacidad de corriente que excede la del fusible o la del disyuntor que protege el cable. Los cortocircuitos disparan el disyuntor o queman el fusible antes de que el cable se queme.
- Los cables están protegidos contra la abrasión con náilon trenzado. Esto reduce las posibilidades de que se produzca un cortocircuito. El náilon trenzado es resistente a todos los líquidos comúnmente usados en el motor y en la máquina por encima de los límites de temperatura de funcionamiento esperados.

Los mazos de cables Caterpillar reducen los puntos de abrasión del cable del mazo (una posible fuente de incendios) y controlan el recorrido mediante:

- Eslabones de cadenas y envoltura de anclaje (recorrido general).
- Abrazaderas empernadas (recorrido general).
- Conductos de acero (recorrido del cable de la batería).

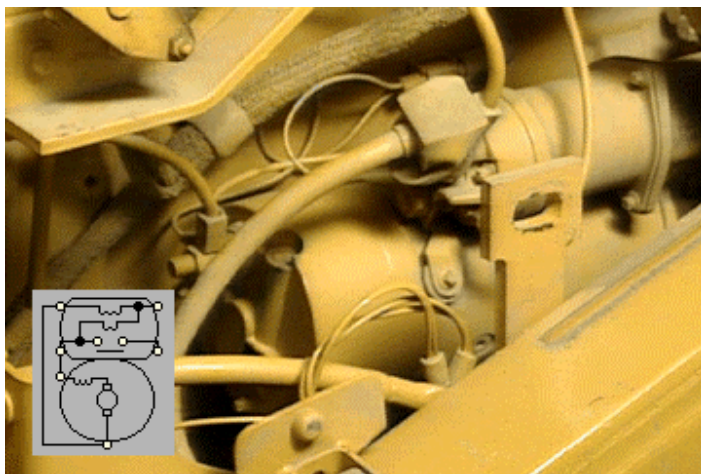
Los mazos de cables Caterpillar facilitan la localización de averías mediante el empleo de los números del circuito estampados en caliente sobre el aislante del cable, los cuales relacionan cada cable del mazo con el diagrama eléctrico.

Los circuitos Caterpillar:

- Usan cables de arranque y cables de tierra de un calibre que se corresponde con los requisitos de corriente de un motor y de un motor de arranque particulares.
- Usan el bloque del motor como conductor desde el cable de tierra del alternador hasta el cable de tierra del motor.

Motor de arranque

El conjunto del motor de arranque Caterpillar:



- Tiene el tamaño necesario para proveer suficiente velocidad al motor para arrancarlo a las temperaturas extremas de la aplicación.
- Está diseñado para resistir los abusos del operador y las fallas del sistema (por ejemplo, sobregiro).
- Por lo general está conectado a tierra mediante un largo cable a tierra, en oposición a una superficie que funcione como tierra, para asegurar una buena conexión a tierra.

Baterías

Las baterías Caterpillar que no requieren ningún mantenimiento:

- Nunca necesitan agua.
- Brindan una gran potencia de giro, una alta capacidad de reserva y una mayor duración durante períodos de inactividad.
- Tienen una gran resistencia al daño debido a la vibración, a los impactos de la carretera o a los cambios bruscos de temperatura.



Material del Estudiante
Material del Instructor

- Tienen una cubierta sellada al calor para evitar la contaminación y aumentar la resistencia.

Las baterías Caterpillar que no requieren ningún mantenimiento:

- Usan una caja de polipropileno de peso ligero y alta resistencia al impacto.
- Usan placas de plomo de alta densidad y grano fino, con separadores de PVC (cloruro de polivinilo) o de polietileno para una mejor resistencia a las vibraciones.
- Toleran inclinaciones de 45 grados sin que se derrame el electrolito, lo cual permite su empleo en aplicaciones en terrenos irregulares.

Las baterías Caterpillar que no requieren ningún mantenimiento tienen:

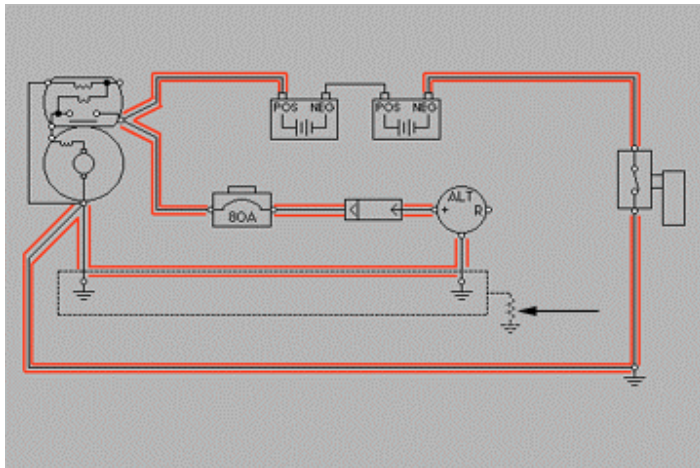
- Una correa de plancha centrada y conectores de distribución directa que proporcionan la vía eléctrica más corta para obtener la potencia de arranque máxima.
- Incluyen un respiradero arrestallamas integrado, para reducir la posibilidad de explosión causada por una chispa producida externamente.

Interruptor de desconexión de la batería

El interruptor Caterpillar de desconexión de la batería:

- Asegura todos los sistemas eléctricos y el vehículo contra una operación no autorizada.
- El interruptor de desconexión alarga la duración de la batería, debido a que las cargas parásitas o accesorias se pueden desconectar durante largos períodos de inactividad del vehículo.
- Permite desconectar totalmente la energía de la batería de la máquina.
- Facilita una localización de averías y un mantenimiento seguro del sistema eléctrico, mediante el empleo del conveniente punto de desconexión

Funcionamiento normal del circuito de carga



Esta sección explica cómo los componentes del sistema de carga están conectados entre sí y cómo el sistema normalmente carga las baterías y suministra la energía a la máquina.

Los componentes del circuito de carga están conectados en serie. Aunque no sea evidente, existe una vía adicional de retorno a tierra en paralelo para la corriente de carga a través de los cojinetes principales del motor (flecha). Es importante conocer esta vía para poder localizar algunas fallas, como verá más adelante.

Cuando el motor no está funcionando no fluye ninguna corriente por el circuito de carga.

Cuando se arranca la máquina, las baterías suministran la corriente para poner en marcha el motor.

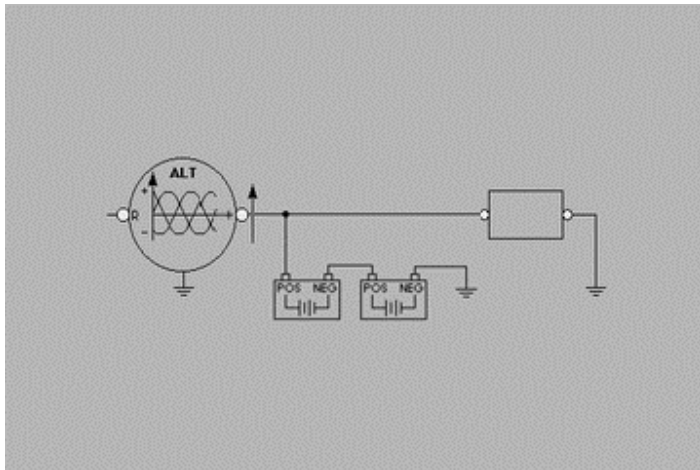
Una vez que arranca el motor y comienza a funcionar el alternador, la corriente de carga fluye a través de las baterías en dirección opuesta a la corriente suministrada por las baterías durante la puesta en marcha del motor.

Ahora es el alternador, y no las baterías, el que suministra la corriente que necesita el sistema. La corriente fluye del alternador para cargar las baterías y para suministrar la corriente a todos los demás sistemas eléctricos de la máquina que la necesitan.

El alternador produce corriente continua

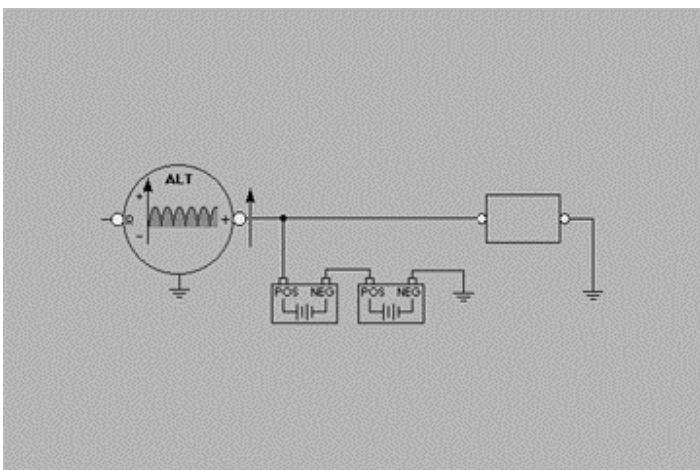
El alternador produce corriente continua (CC) en tres etapas.

Etapas 1: Generación de corriente alterna (CA) trifásica.



La rotación del eje del alternador genera corriente alterna (CA). En el alternador hay tres fuentes de CA, cada una de las cuales produce una "fase de corriente. Cada fase es de 120 grados, o de un tercio del ciclo completo de alternación, con respecto a las otras.

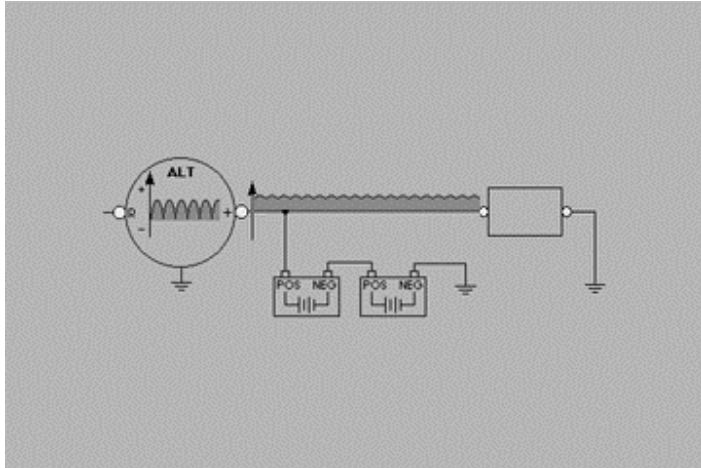
Etapas 2: Rectificación de la corriente alterna (CA) trifásica a corriente continua (CC) pulsatoria.



La CA trifásica pasa a través del conjunto del diodo que se encuentra dentro del alternador para convertir la CA trifásica en CC "pulsatoria" (corriente continua con una

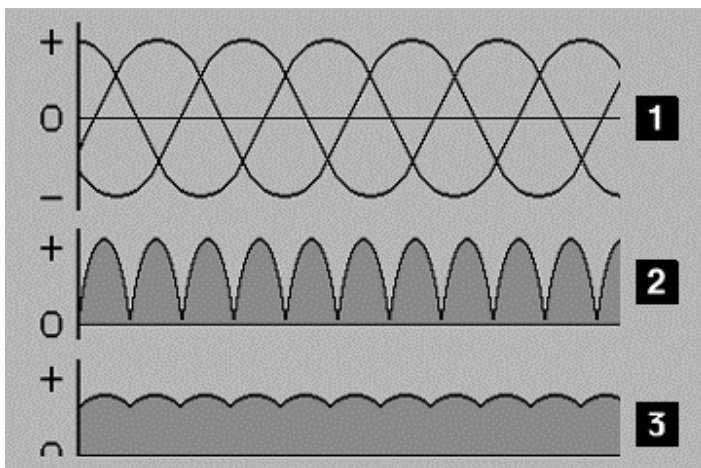
variación rítmica en el voltaje máximo). Esto tiene lugar mediante los diodos del alternador que reorientan los impulsos negativos de la CA y los convierten en impulsos positivos.

Etapas 3: Regulación del voltaje de salida para limitarlo a un valor preestablecido.



Un regulador de voltaje situado dentro del alternador limita la salida del alternador a un voltaje preestablecido. La energía proveniente de las baterías reduce la variación rítmica del voltaje, variación que queda en menos de 0,2 voltios en un sistema de 24 voltios.

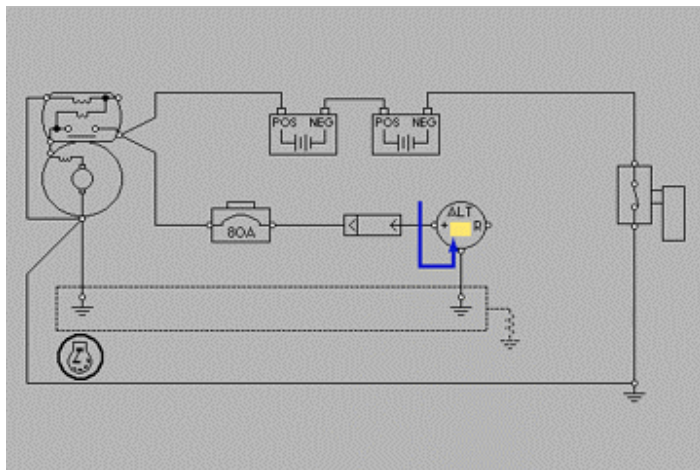
Estas son las tres etapas de la producción de corriente continua (CC) a partir de la salida de CA de un alternador.



1. CA trifásica
2. CC pulsatoria
3. CC pulsatoria regulada

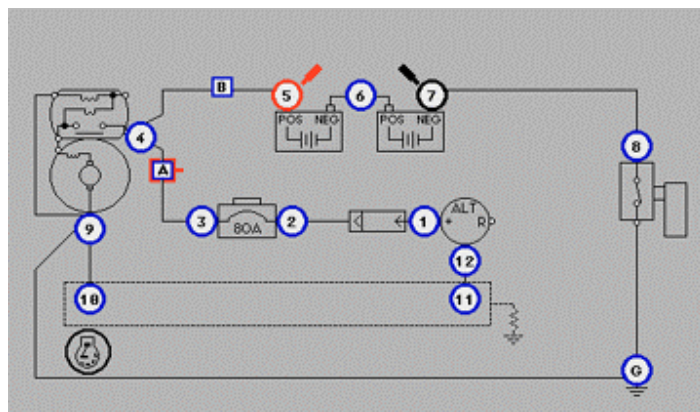
Cuando se alcanza la tercera etapa, ya es corriente continua a la que le quedan muy pocas pulsaciones. Esta corriente suministra energía para cargar las baterías y hacer funcionar todo el sistema eléctrico de la máquina.

El regulador de voltaje mantiene el nivel de voltaje en el sistema



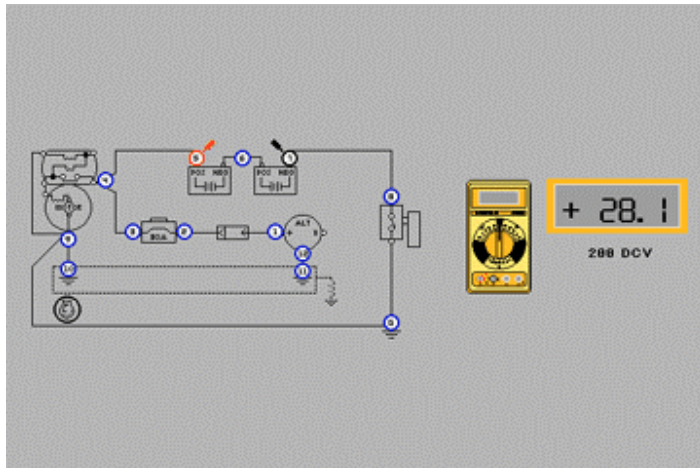
El regulador de voltaje (flecha) mantiene el nivel de voltaje en el sistema mediante la variación del ciclo de trabajo de la corriente de campo en el alternador. Un coeficiente alto entre los períodos ACTIVO (ON) e INACTIVO (OFF) aumenta el voltaje de salida, mientras que un coeficiente bajo entre los períodos ACTIVO (ON) e INACTIVO (OFF) reduce el voltaje de salida.

Verificación del funcionamiento normal



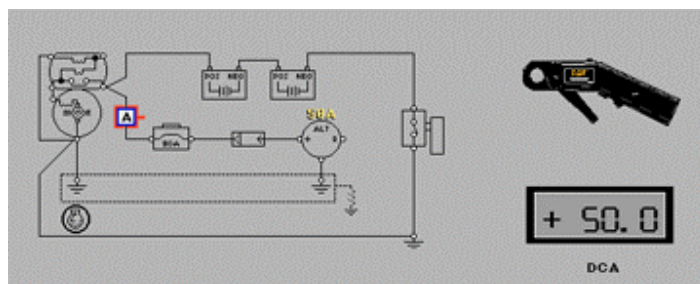
Usted puede verificar el funcionamiento normal del circuito de carga haciendo mediciones con el DMM y con el amperímetro de mordaza, para luego comparar las lecturas con las especificaciones.

Medición del voltaje de carga



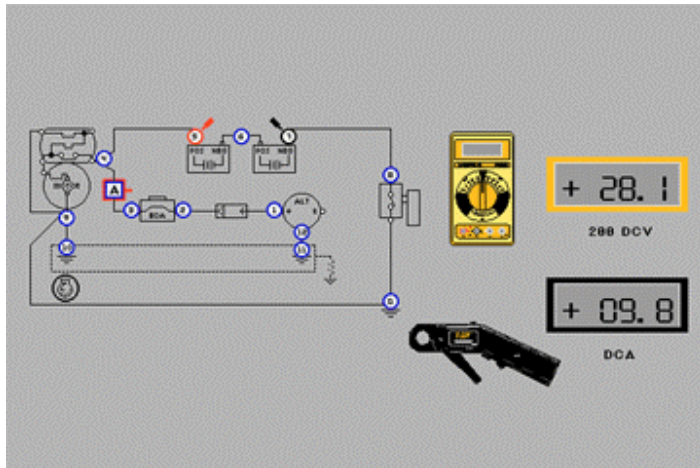
Cuando mida el voltaje de carga con un DMM, coloque las sondas en los bornes de la batería. Para un sistema de 24 voltios, el voltaje de carga con el motor funcionando por encima del vacío en baja debe ser de $27,5 + 1,0$ voltios o $28,0 + 1,0$ voltios para los sistemas que se ajustan a las normas de 1991.

Comprobación de la corriente de salida



Para comprobar la corriente de salida del alternador, haga girar el motor durante 30 segundos con el sistema de combustible desactivado, espere 2 minutos y entonces vuelva a girar el motor otros 30 segundos, también sin combustible. A continuación arranque el motor y mida la corriente de salida inicial del alternador con el motor funcionando en vacío en alta. La corriente de carga debe corresponder a las especificaciones del alternador.

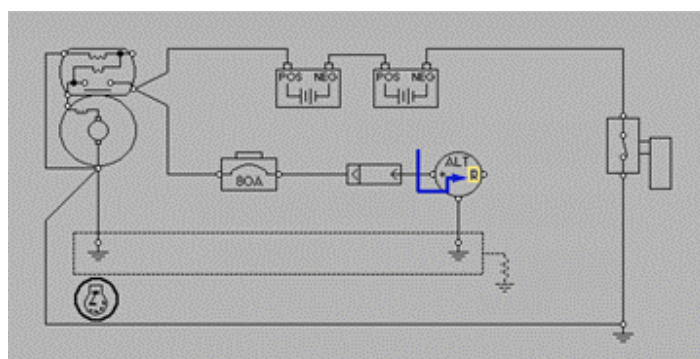
Normas de corriente y voltaje



Por último, observe el DMM y el amperímetro de mordaza mientras funciona el motor en alta en vacío durante unos 10 minutos. La corriente de carga debe disminuir progresivamente hasta 10 amperios o menos y el voltaje de salida debe ser:

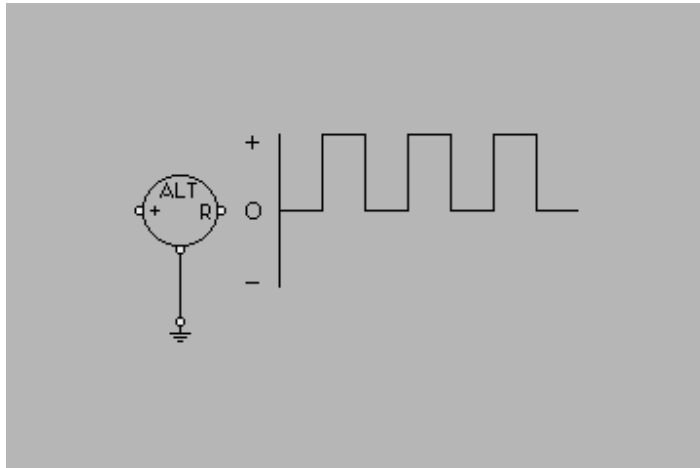
- Para los sistemas de 12 V: $14,0 \pm 0,5$ V.
- Para los sistemas de 24V: $27,5 \pm 1,0$ V $0280 \pm 1,0$ V (normas de 1991).

Monitoreo del funcionamiento del sistema de carga



Además de saber cómo probar el alternador, es importante conocer las advertencias del alternador en el Sistema de Monitoreo Electrónico (EMS). El EMS monitorea el funcionamiento del sistema de carga mediante la detección de la salida del terminal R (flecha) del alternador. Esta salida se toma como una muestra a partir de una fase de la salida del alternador y refleja tanto el nivel como la frecuencia.

El voltaje en el terminal R del alternador es una onda rectangular. La base de la onda está en cero voltios y el pico está en el voltaje de salida del alternador.



La onda rectangular tiene un ciclo de trabajo del 50%, lo que significa que la parte plana de la onda se demora la mitad del tiempo en el voltaje de salida y la otra mitad en cero voltios.

Como resultado, cuando el DMM se coloca en el terminal R para hacer una lectura de voltaje, leerá el 50 % del voltaje de salida. Por ejemplo, si el voltaje de salida del alternador es de 28,0 voltios de CC, el voltaje en el terminal R será como promedio de 14,0 voltios de CC.

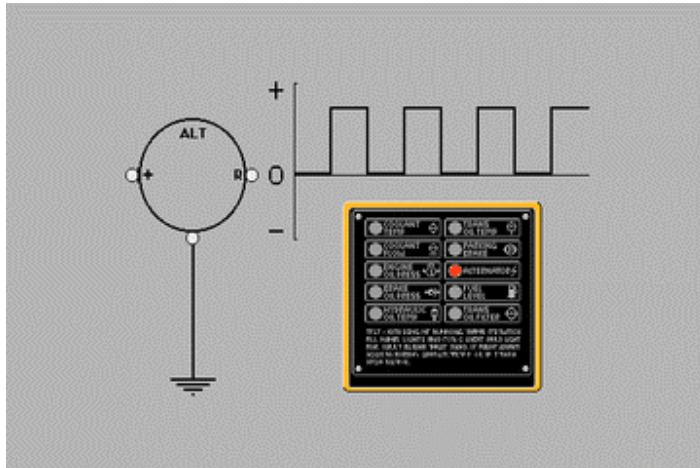
La frecuencia de salida en ciclos por segundo en el terminal R, o en hertz, depende del número de bornes del alternador y de las RPM.

Los alternadores Caterpillar utilizan 12, 14 16 polos dependiendo de la carga eléctrica esperada. Todas sus poleas giran a 2,3 veces de la velocidad del motor. La frecuencia de salida del terminal R puede calcularse de este modo para todos los modelos como se explica a continuación:

$$F(\text{Hz}) = \text{RPM del alternador} \times \text{número de polos} / 20$$

Por ejemplo, cuando las RPM del motor 600, la frecuencia de la salida del terminal R de un alternador de 12 polos es:

$$F = (600 \times 2,3 \times 12) / 120 = 138 \text{ Hz}$$



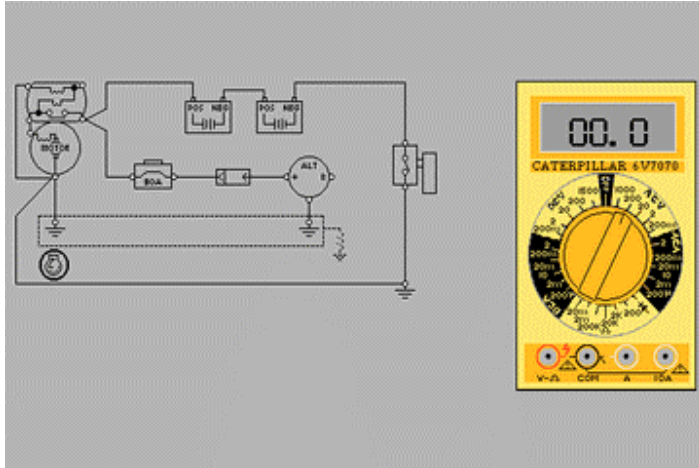
Si la frecuencia en el terminal R cae por debajo de los 94 Hz, el circuito detector EMS se disparará y se iluminarán los diodos luminosos (LED) de advertencia del alternador. Una onda rectangular de un promedio de 5 voltios de CC es necesaria para que el EMS pueda medir la frecuencia de la señal. No obstante, el voltaje mínimo normal en R está bien por encima de esto, siendo el promedio de CC de 13,25 voltios para un sistema de 24 voltios, o un promedio de CC de 6,75 voltios para un sistema de 12 voltios.

No todas las advertencias del alternador EMS son el resultado de una falla. Algunas máquinas sólo poseen un mínimo de accesorios y necesitan de un alternador solamente para recargar las baterías. Una vez que las baterías están completamente cargadas, el alternador puede pararse, ocasionando que el EMS envíe una señal de falla en el alternador. Esto, no obstante, no es una falla sino el funcionamiento normal de la máquina.

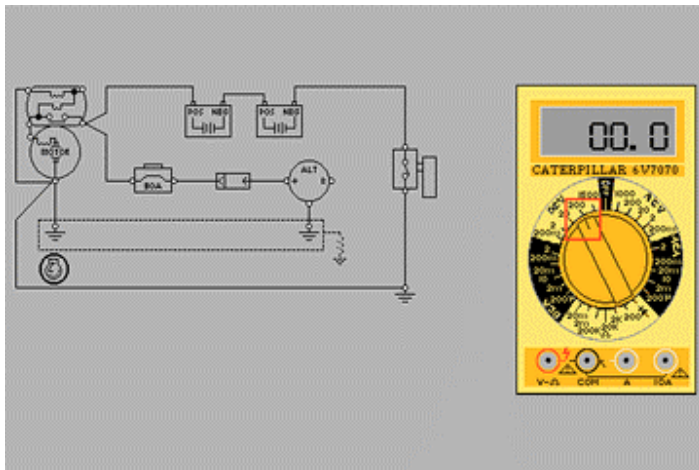
Cuando el operador de la máquina observa la advertencia de un alternador EMS, usualmente existe un problema. El problema puede ser debido a una falla mecánica (correa de transmisión rota o que está patinando, polea floja, cojinetes desgastados) o una falla eléctrica (motor de arranque o devanado de campo en cortocircuito o con una interrupción del circuito, una conexión a tierra con una interrupción del circuito, un diodo en cortocircuito o con una interrupción del circuito, falla en el regulador de voltaje).

Cuando el diodo luminoso (LED) del alternador en el panel del EMS parpadea indicando una advertencia, usted debe determinar la causa de dicha advertencia. Comience por medir el voltaje en la salida del terminal R y estimar la frecuencia de la señal. Recuerde que la señal debe tener al menos un promedio de 5 voltios para que sea reconocida por el EMS, y al menos 94 Hertz para que sea aceptada como normal por el EMS.

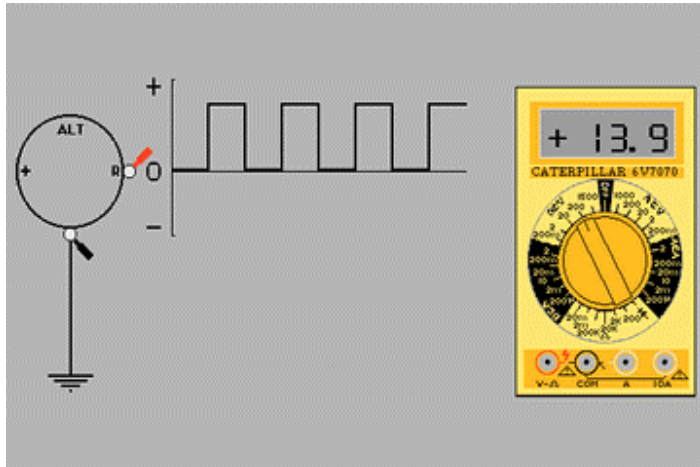
Cuando se esté midiendo la salida en el terminal R, puede ser que al principio le parezca correcto utilizar un ajuste de CA en el DMM. Pero esos ajustes de CA están calibrados para ondas sinusoidales, no para ondas rectangulares.



En su lugar, utilice los ajustes de CC en el DMM para medir la salida del terminal R. Las gamas de CC dan las lecturas del voltaje promedio. Esto nos dará exactamente la mitad del voltaje del sistema con una señal de ciclo de funcionamiento de un 50%.



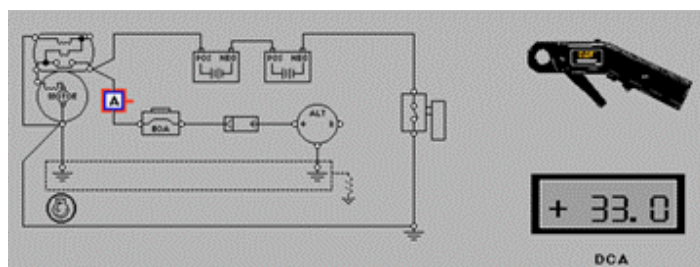
Si el voltaje medido en el terminal R es igual a la mitad del voltaje de salida y el alternador está girando sin patinar por razones mecánicas, es probable que el alternador esté dentro de las especificaciones, al menos en relación con lo que el EMS es capaz de determinar. Es probable que el problema esté en el mismo sistema del EMS.



Usted también debe estar atento a que algunas fallas en los alternadores no conllevan a una advertencia del EMS. Por ejemplo, una falla en una de las dos fases no probadas en el terminal R puede limitar el total de corriente de salida y no afectar el voltaje o la forma de onda en el terminal R. El EMS puede continuar entonces mostrando un estado normal del alternador independientemente de la falla.

Otros problemas

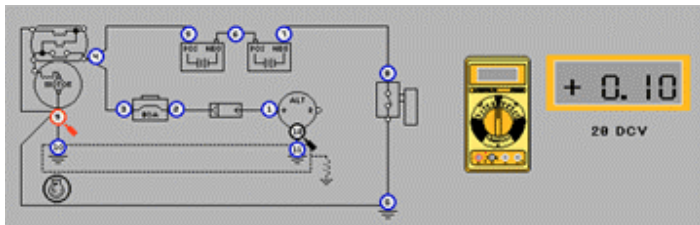
Si usted sospecha que existe un problema en el alternador pero:



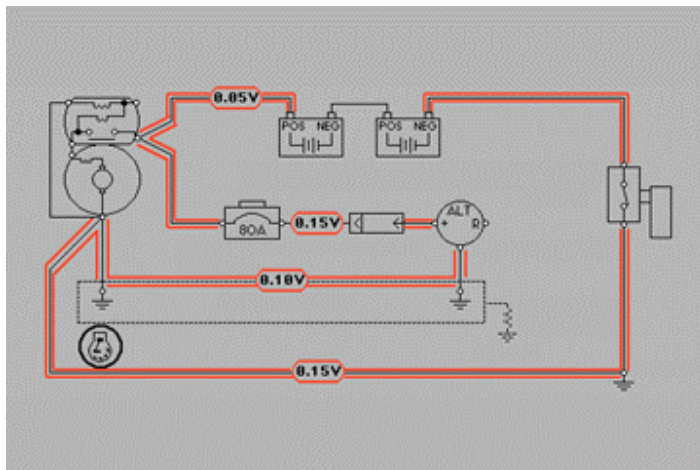
- No existe advertencia del EMS.
- El voltaje es normal en el terminal R,
- y No hay evidencia de problemas cuando lo inspecciona.

Compruebe entonces el alternador para determinar la salida de corriente total como se describe con anterioridad. Si ha ocurrido una falla parcial del alternador, probablemente la lectura del amperímetro sea menor que la capacidad nominal máxima de la corriente de salida.

Recuerde también que pueden ocurrir resistencias involuntarias en el sistema de carga, así como en cualquier otro lugar. Si ello sucede, dichas resistencias reducirán la eficiencia del sistema. Compruebe para asegurarse que las caídas de voltaje a través de los interruptores, contactos, cables, alambres y conexiones en el circuito durante la carga no sobrepasan el máximo permitido.



Mediciones de voltaje en el circuito de carga



Estas son las caídas de voltaje máximas permitidas en un circuito de carga de 24 voltios durante la carga con el alternador suministrando su capacidad nominal de corriente de salida y el motor funcionando a su capacidad nominal de RPM. Las caídas de voltaje máximas permitidas en un circuito de carga de 12 voltios son exactamente la mitad de los valores aquí mostrados.

Lección2: Análisis del sistema de carga

Síntomas

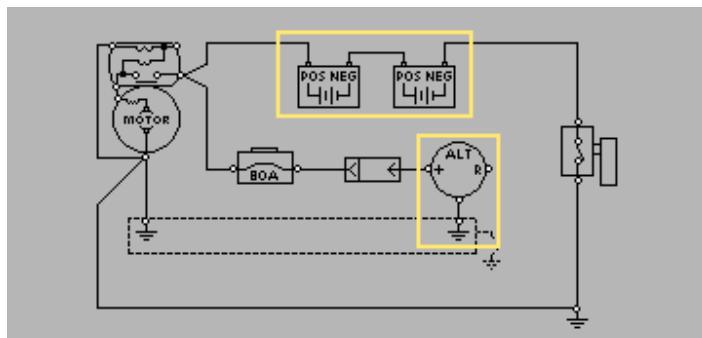
Una observación detallada del sistema de carga le permitirá detectar problemas potenciales con anticipación y tomar medidas para evitarlos.

Una reparación antes de que se produzca la falla es usualmente más conveniente y menos costosa que esperar hasta que la falla ocurra. El daño es a menudo menos severo, y usted puede escoger el momento para realizar el trabajo y evitar la paralización de una máquina durante las horas de trabajo.

Todas estas condiciones pueden ser síntomas posibles de una falla en el sistema de carga:

- Giro lento o ningún giro, luces muy débiles o apagadas.
- Electrólito bajo (excepto cuando no requiere ningún mantenimiento).
- Conector u otro componente quemado, ennegrecido, o corroído.
- Fallas del disyuntor del alternador.
- Observación visual y ruidos en el alternador, correa y polea.
- Diodos luminosos (LED) de advertencia del alternador EMS iluminados.

El giro lento o ningún giro o las luces muy débiles o apagadas pueden deberse a baterías descargadas producto de una falla en el sistema de carga. Las causas posibles de la falla incluyen las siguientes:



- Correa de transmisión del alternador rota o que patina.
- Uno o varios diodos rectificadores dentro del alternador en cortocircuito o con interrupción del circuito
- Falla del regulador de voltaje.
- Cables en cortocircuito o con interrupción en el circuito de campo del alternador.
- Cables en cortocircuito o con interrupción en el circuito (de salida) del estator del alternador.

El giro lento o ningún giro o luces muy débiles o apagadas (debido a una falla en el alternador) pueden ser causadas también por:

- Ausencia de un cable a tierra entre el terminal a tierra del motor de arranque y el bloque del motor.
- Una interrupción o una interrupción intermitente en cualquier parte del circuito de carga.
- Una resistencia alta por ejemplo, la corrosión en los terminales de la batería.
- Una polea de transmisión del alternador floja o una polea equivocada (sobremedida) instalada.
- Baterías que no pueden aceptar una carga debido a una falla interna.

electrólito bajo

El nivel de electrólito (agua/ácido) bajo en todas las celdas de la batería (no sólo en una o dos) es causado por lo regular por un voltaje de carga excesivo (por encima de los 30,0 voltios de CC). El agua se descompone (se hidroliza) en oxígeno e hidrógeno gaseoso.

La sobrecarga puede ocasionar también la deformación de las placas de la batería. Si hacen contacto con las placas contiguas, la chispa resultante puede encender el gas de hidrógeno que se ha formado durante la carga y ocasionar que la batería explote.

El funcionamiento a altas temperaturas y baja humedad puede contribuir a la evaporación del electrólito. Este tipo de fuga ocurre mucho más lentamente que la que se produce debido a la sobrecarga.

conector u otro componente quemado, ennegrecido, o corroído

Las superficies que calzan entre si en un interruptor, conector, o conexión pueden desarrollar problemas diversos que interfieren con el funcionamiento del circuito. Las superficies corroídas, quemadas, ennegrecidas o fundidas pueden resultar en resistencia alta, interrupción del circuito, o cortocircuitos.

La corrosión puede ser causada por las condiciones atmosféricas (sal, neblina ácida) metales no similares en contacto, o productos químicos cáusticos utilizados en la limpieza.

Las superficies quemadas pueden comenzar como superficies desgastadas que



desarrollan resistencia y calor. Más a menudo, las superficies quemadas o la formación de arcos son el resultado de alto voltaje momentáneo que puede deberse a una falla del regulador de voltaje o a “descarga de la carga”.

La descarga de la carga ocurre cuando un alternador se desconecta de improvviso de su carga eléctrica mientras está en funcionamiento. Un breve pero muy alto “aumento repentino” de voltaje (sobre 150 voltios) puede traer como resultado el daño irreparable de los componentes del sistema.

La descarga de la carga puede ser causada por una conexión floja o por abrir el interruptor de desconexión de la batería durante la carga.

El daño se incrementa de acuerdo con la cantidad de corriente que esté fluyendo en el momento en que ocurre la interrupción. También se incrementa si la carga es inductiva (motores eléctricos, solenoides, etc.).

fallas del disyuntor del alternador

Un disyuntor del alternador disparado (abierto) indica una falla en el circuito de carga. La falla más probable es un cortocircuito a tierra en el alternador o a lo largo del cable de salida del alternador.

Si se reposiciona el disyuntor, la falla puede ser intermitente y podría ocurrir de nuevo. O la falla puede que se haya producido cuando una herramienta tocó el cable de salida del alternador y tierra a la vez.

Si no se reposiciona el disyuntor, es probable que aún exista la condición que causó que el disyuntor se disparara. O quizá, la sobrecorriente que disparó el disyuntor también causó daño y dio lugar a que el disyuntor no se reposicionara.

Es posible que una sobrecorriente sea tan fuerte que el disyuntor quede soldado en un estado “cerrado” y no pueda en lo sucesivo volver a abrir el circuito. Puede que en la parte exterior del disyuntor exista o no evidencia visual del daño (ampolladuras).

Los cables, los componentes y el disyuntor pueden dañarse simultáneamente. Si sólo se daña el disyuntor la primera vez que ocurre un cortocircuito, es probable que los cables y los componentes involucrados se dañen la próxima vez porque el disyuntor ya no ofrece protección.

Afortunadamente, este tipo de falla en el disyuntor sucede muy raramente.

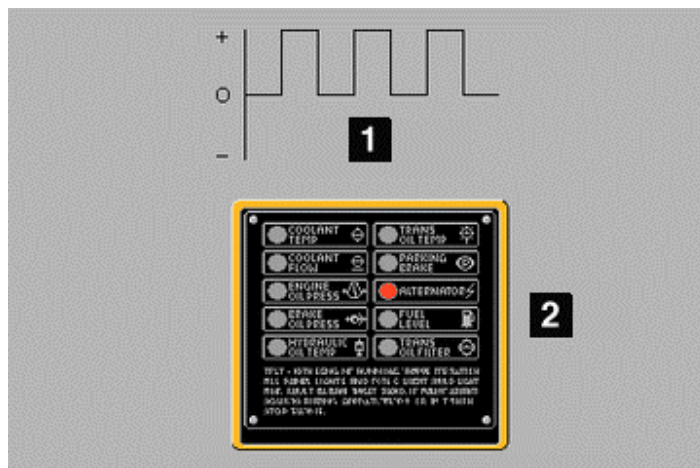
alternador, correa y polea - ruidos y observaciones visuales

Estar alerta a las indicaciones visuales y audibles puede proporcionarle advertencias anticipadas de cualquier problema en el alternador. Algunos aspectos de los que se debe estar al tanto incluyen:

- Correa de transmisión floja o equivocada.
- Desgaste y rajaduras en la parte interior de la correa.
- Cojinetes del alternador secos o desgastados por completo.
- Polea floja o equivocada.
- Cable dañado o conexiones flojas.
- Alternador dañado o sobrecalentado.

Síntomas - diodos luminosos (LED) de advertencia del alternador EMS iluminados

El Sistema de Monitoreo Electrónico (EMS) monitorea el funcionamiento normal del sistema de carga mediante la detección de la salida en el terminal R (1) del alternador. Cuando se detecta un problema, el diodo luminoso #8 en el panel del EMS (2) se ilumina. El origen del problema puede ser lo mismo mecánico que eléctrico.



También es posible, pero improbable, que el propio sistema del EMS haya fallado.

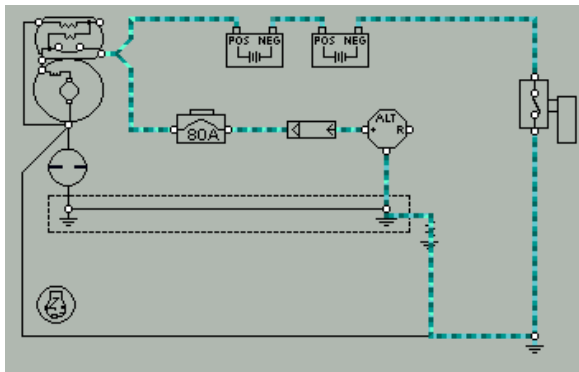
Para determinar el tipo de problema, mida el voltaje en el terminal R. El mínimo debe ser de: 94 Hz y 13,25 voltios de CC (promedio) para un sistema de 24 voltios, o de 94 Hz y 6,75 voltios de CC para un sistema de 12 voltios.

Fallas

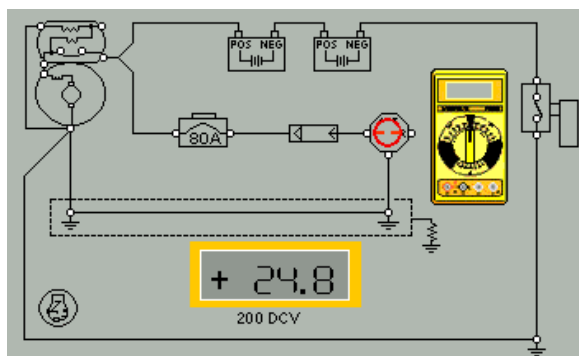
Los problemas en el sistema de carga Caterpillar pueden ser ocasionados por una falla de interrupción del circuito, resistencia, cortocircuito, o un cortocircuito a tierra en el alternador.

Las consecuencias de cada una de estas fallas eléctricas pueden demostrarse en el mismo circuito de carga de muestra ya utilizado para describir el funcionamiento normal.

interrupción del circuito

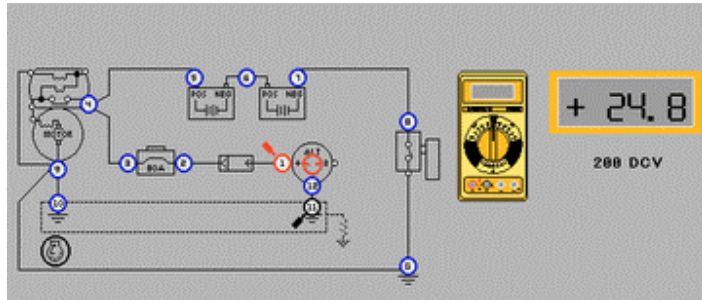


Una interrupción en esta parte del circuito reorienta la corriente de carga desde el cable a tierra del motor, su vía a tierra normal, a una vía a tierra indeseable a través de los cojinetes principales del motor. Esto da lugar a que los cojinetes se dañen y debe evitarse. El cable a tierra del motor es una parte esencial del circuito de carga, debido a que evita ese daño.

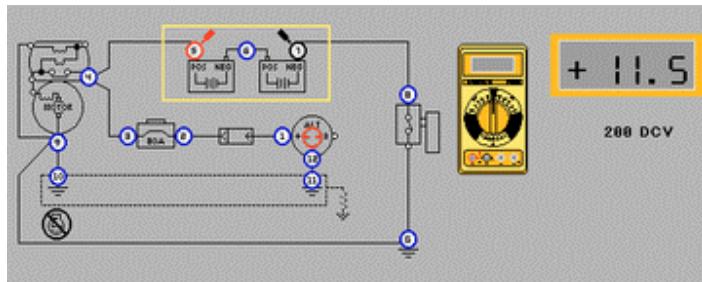


Aquí, una interrupción del circuito en el regulador de voltaje ha cortado la corriente al

devanado del campo del alternador. Esto evita por completo que el alternador pueda generar alguna salida. Una interrupción en el devanado de campo tendría el mismo efecto. Una interrupción en una fase de los devanados de salida reduciría la corriente de salida, pero los devanados de las otras dos fases podrían seguir funcionando todavía.



Cuando las baterías han recibido carga en alta en vacío por lo menos durante 10 minutos, la lectura de voltaje desde el terminal de salida del alternador hasta el terminal de tierra debe ser 27.5 ± 1.0 voltios de CC, o 28.0 ± 1.0 voltios de CC para los sistemas conformados a los estándares de 1991. Con una interrupción del circuito en el regulador que evite que el alternador funcione, el voltaje del sistema cae al mismo nivel de la batería (en este caso 24,8).



Cuando el alternador falla, las baterías no se recargan. Por lo tanto, la carga de la batería disminuye cada vez que se le coloca una carga. En algún momento las baterías se descargarán hasta un punto en que no podrán girar el motor o hacer funcionar los accesorios.

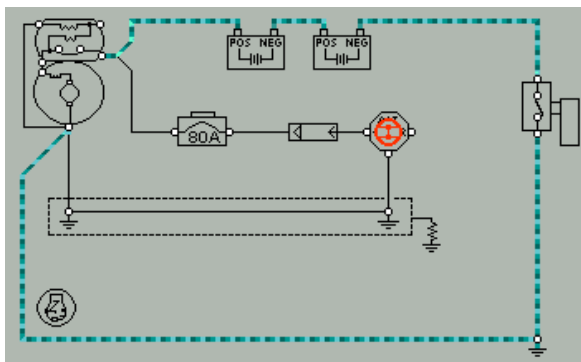
resistencia

Una resistencia imprevista (como la que produce la corrosión en un terminal de cable) en serie con la carga prevista (baterías y accesorios) le roba la energía al sistema de carga y produce una caída de voltaje a través de la resistencia, que deja menos voltaje para el sistema. El bajo voltaje del sistema da lugar a que haya menos energía

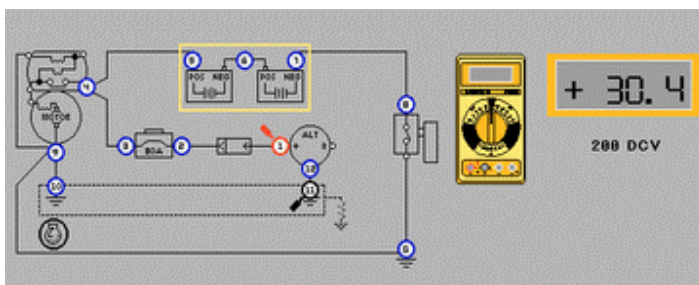
disponible ($W = Exí$), debido a que el voltaje de salida del alternador y la corriente están limitados.

Una resistencia que produzca una caída de voltaje mayor de 1 voltio en un sistema de 24 voltios trae por resultado mayor tiempo de carga de la batería, y puede evitar también que las baterías lleguen a alcanzar un estado de carga plena. La resistencia puede que no se deba por completo a un componente, pero puede que sea la suma de todas las caídas de voltaje en el circuito.

Cortocircuito



Un cortocircuito en este regulador de voltaje ha provocado corriente de campo completa (3 4 amperios) en el alternador. Debido a que las baterías fueron completamente cargadas y tienen una alta resistencia interna, el voltaje ha aumentado a más de 30 voltios, pero la corriente de carga es sólo de 15 a 20 amperios. La mayoría de la corriente va al agua de la batería hidrolizada (convierte el agua en oxígeno e hidrógeno-gaseosos) la cual entonces se evapora.

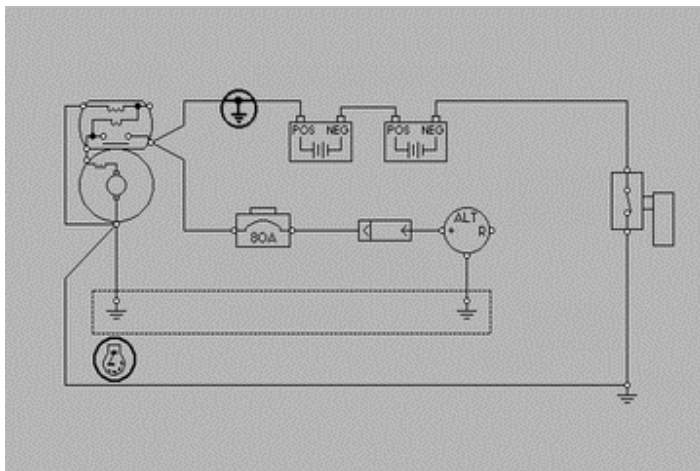


El voltaje alto es una advertencia de que se está produciendo una sobrecarga en las baterías. Investigue si observa que el voltaje de carga está por encima de la especificación. Si el voltaje está sobre 30, se debe resolver el problema inmediatamente para evitar posibles daños a las baterías (placas de la batería deformadas, chispas internas, explosión) y al regulador de voltaje.

cortocircuito a tierra

Un cortocircuito a tierra de 0,3 ohmios o menos en un sistema de 24 voltios entre el alternador y el disyuntor del alternador puede hacer que se dispare un disyuntor de 80 amperios (para proteger las baterías). Disyuntores de otras capacidades se dispararán a resistencias diferentes.

La salida nominal total del alternador se desviará hacia el cortocircuito a tierra.



Un cortocircuito a tierra en cualquier cable fijado al borne positivo de la batería pone en cortocircuito a las baterías, las que pueden suministrar corrientes muy altas. La resistencia baja se define aquí como menos de 2,0 ohmios. Un cortocircuito a tierra de menos de 0,5 ohmios puede fundir el cable y quemar el aislante. Un cortocircuito a tierra con resistencia alta (2,0 ohmios o más) incrementará la carga del alternador, y con el motor en desconexión (off), descargará las baterías.



Procedimiento de comprobación del circuito de carga

Esta sección describe el procedimiento de comprobación del circuito de carga Caterpillar. Usted puede utilizarlo para determinar si el sistema de carga está funcionando correctamente o no, y si no está funcionando correctamente, qué reparaciones son necesarias.

La comprobación del circuito de carga mide el voltaje y la corriente de salida del alternador bajo condiciones específicas. Existen cinco pasos para realizar la comprobación del circuito de carga:

Paso 1

- Desconecte todos los accesorios eléctricos. Entonces, si las baterías no están todavía bajas de carga, descárguelas parcialmente.
- Conecte el DMM y el amperímetro de mordaza al circuito de carga.
- Arranque el motor (si es necesario arránquelo con cables de empalme), llévelo de inmediato a RPM altas con el motor en funcionamiento en vacío y observe la corriente y el voltaje de salida inicial del alternador.
- Haga funcionar el motor en vacío en alta mientras monitorea el voltaje y la corriente de salida del alternador.
- Conecte todos los accesorios eléctricos y observe el voltaje de carga.
- Desconecte todos los accesorios eléctricos.

Entonces, si el voltaje de circuito abierto de cada batería es mayor de 12,4 voltios:

- Con el combustible cortado, gire o intente girar el motor por 30 segundos.
- Espere 2 minutos para que se enfríe el motor de arranque.
- Si el motor giró normalmente los primeros 30 segundos, gire el motor 30 segundos por segunda vez.
- Deje enfriar el motor de arranque por 2 minutos.

Paso 2

- Ajuste el DMM a 200 voltios de CC.

- Conecte el cable rojo del DMM al terminal de salida positivo del alternador.
- Conecte el cable negro del DMM al terminal de tierra del alternador.
- Ajuste el amperímetro de mordaza a CC y coloque en cero el amperímetro.
- Coloque el amperímetro alrededor del cable de salida del alternador a 6" por lo menos del alternador para evitar interferencia electromagnética desde el alternador.

Paso 3

- Arranque el motor (utilice cables de empalme de ser necesario).
- Lleve el motor directamente a vacío en alta y observe de inmediato la corriente y el voltaje de carga inicial.

La corriente debe ser igual a la salida nominal completa del alternador por un corto tiempo y entonces debe comenzar a disminuir. Si las baterías tienen la carga completa, la corriente en vacío en alta se incrementará.

Corriente	Tensión		
	Por debajo de las especificaciones	Tensión de acuerdo a las especificaciones	Por encima de las especificaciones
Responde a las especificaciones en el arranque y se mantiene alta	Pruebe las baterías por SEHS7633, y pruebe de nuevo el alternador	Alternador bueno. Pruebe las baterías por SEHS7633	Reparar el alternador (regulador en corte), pruebe las baterías por SEHS7633, verifique si existen daños.
Responde a las especificaciones en el arranque y se desacopla	Pruebe las baterías. Si están correctamente cargadas, repare el alternador (regulador defectuoso)	Correcto, continúe probando. Continúe al paso 5.	Repare el alternador (regulador defectuoso), pruebe las baterías por SEHS7633.

Esta tabla muestra las lecturas de corriente y voltaje en el arranque y establece la respuesta adecuada para cada lectura.

Notas acerca de los resultados de la comprobación del arranque:

- La lectura de corriente de salida inicial debe realizarse inmediatamente después que las RPM del motor alcancen el vacío en alta. Unos pocos segundos de demora pueden disminuir la lectura.
- La corriente de salida del alternador debe estar dentro del 10% de la corriente nominal de salida mínima del alternador a las RPM específicas del alternador. Si existe alguna duda de que el alternador que se está comprobando está funcionando a la capacidad nominal de RPM, puede hacer un estimado de las RPM del alternador utilizando la capacidad nominal de RPM del motor y el diámetro de las poleas del alternador utilizando la fórmula siguiente.

$$\text{RPM del Alternador} = (\text{Diámetro de la polea del cigüeñal dividido entre el diámetro de la polea del alternador}) \text{ por la capacidad nominal de RPM del motor}$$

- Las baterías deben haber sido descargadas parcialmente antes de la comprobación de acuerdo con las instrucciones. Si no han sido descargadas, es probable que no se alcance la capacidad nominal de corriente de salida.

Sistemas de 24 Voltios			Sistemas de 12 Voltios		
N/p	Régimen - Min. R/RPM	Tolerancia de Voltajes	N/p	Régimen - Min. R/RPM	Tolerancia de Voltajes
8N0999	75 A-74/5000	27.5± 1.0 V	9R6796	115A-107/5000	14.0± 0.5 V
9G9538	50A-50/5000	27.5± 1.0 V	9R9096	115A-107/5000	14.0± 0.5 V
3T1888	50A-50/5000	27.5± 1.0 V	9W1082	100A- 89/6000	14.0± 0.5 V
6T7223	50A-50/5000	27.5± 1.0 V	3E7872	85A- 77/5000	13.6± 1.0 V
9G4574	35A-50/5000	27.5± 1.0 V	7G7889	60A- 60/5000	13.6± 1.0 V
7N9720	35A-50/5000	27.5± 1.0 V	7T2876	55A- 55/5000	14.0± 0.5 V
3T6352	35A-50/5000	27.5± 1.0 V	8C5908	51A- 45/5000	14.2± 0.5 V
6T1395	35A-50/5000	27.6± 1.0 V	6T1396	51A- 45/5000	13.8± 0.5 V
7T2095	35A-50/5000	27.6± 1.0 V	7T2096	51A- 45/5000	13.8± 0.5 V

Esta tabla presenta ejemplos de capacidades nominales típicas de los alternadores Caterpillar. Las especificaciones están dadas como ejemplos solamente. Consulte el manual correspondiente para conocer las especificaciones más recientes.

Paso 4

- Continúe monitoreando el voltaje y la corriente de salida del alternador mientras está funcionando el motor a RPM de funcionamiento en vacío en alta por alrededor de 10 minutos.
- La corriente de carga después de 10 minutos debe ser de 10 amperios o menos, mientras el voltaje de carga debe estar dentro de los límites siguientes:

28,0 ± 1,0 voltios (sistemas de 24 voltios, 1991)
 27,5 ± 1,0 voltios (sistemas de 24 voltios, 1990)
 37,2 ± 1,0 voltios (todos los sistemas de 32 voltios)
 14,0 ± 1,0 voltios (todos los sistemas de 12 voltios)

Corriente	Tensión		Respuesta
	Sistema de 24 V	Sistema de 12 V	
Responde a las especificaciones en el arranque y se mantiene alta	29.5 V o más	14.75 V o más	Detenga la prueba. Repare el alternador (regulador en corte), compruebe las baterías para detectar daños, pruébelas por SEHS7633.
	Por debajo de 29.5 V	Por debajo de 14.75 V	Verifique que los accesorios estén desconectados y que no haya cortocircuitos. Si todo está bien, proceda con el paso 4.
Responde a las especificaciones en el arranque y se desacopla	Por debajo de 29.5 V	Por debajo de 14.75 V	Correcto, continúe con las pruebas. Proceda con el paso 4.
Por debajo de las especificaciones	Por debajo de 27.5 V (1991) de 26.5 V (1990)	Por debajo de 13.75 V	Detenga las pruebas. Verifique la pérdida de una correa o p Polea propulsora. Si todo está bien, cambie el alternador

Esta tabla presenta las respuestas adecuadas a lecturas diferentes después de 10 minutos de funcionamiento en vacío en alta.

Notas acerca de los resultados de la prueba "10 minutos de funcionamiento en alta en vacío"

- El periodo de prueba de 10 minutos es un estimado del tiempo necesario para que la corriente de carga caiga por debajo de los 10 amperios y que el voltaje de carga se nivele. Si el sistema de carga está en óptimas condiciones puede que no sean necesarios los 10 minutos completos para alcanzar estas condiciones. Por Otro lado, en las baterías descargadas por completo es posible que se necesiten más de 10 minutos para que se estabilicen el voltaje y la corriente.



Material del Estudiante
Material del Instructor

- Un voltaje de carga creciente que parece estar por encima de las especificaciones puede indicar una falla en el regulador de voltaje y requerir un período de prueba más largo para confirmarlo.
- Las especificaciones individuales del sistema pueden variar según la tolerancia del regulador de voltaje y la temperatura ambiente.
- Caterpillar comenzó en 1991 la introducción por etapas de los sistemas de carga con un voltaje de carga más elevado ($28,0 \pm 1,0$ voltios en lugar de $27,5 \pm 1,0$ voltios).

Paso 5

- Conecte todos los accesorios eléctricos y observe el voltaje de carga.

Si el voltaje de carga se mantiene dentro de las especificaciones,
el sistema de carga está bien.

Si el voltaje de carga cae por debajo de las especificaciones,
busque la causa. Las causas posibles incluyen:

- muchos accesorios
- baterías descargadas por completo
- un cortocircuito