



**ANGLO  
AMERICAN**

www.MAQUINARIAS\_PESADAS.ORG

# Curso de Mantenimiento de Camiones Komatsu 930E - 830E



## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

**Versión Imprimible**

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

### 1. Objetivos

Describir la estructura y funciones de los componentes del sistema eléctrico de potencia del camión de extracción y explicar los procedimientos de Mantenimiento y normas de seguridad correspondientes.

### 2. 830 E

#### 2.1 Descripción General

La fuente de energía para operar el camión 830E, es un motor diesel al que se encuentra acoplado un alternador. El alternador convierte la energía mecánica del motor diesel en energía eléctrica la que mediante sistemas de control y comandos hará posible los movimientos del equipo.

La energía eléctrica producida por el alternador, es controlada por un Sistema Control para ser aplicada a los motores de tracción, los que accionaran las ruedas del equipo para realizar los movimientos de avance, retroceso y dirección del movimiento. Esto es una conversión de energía eléctrica a mecánica.

La energía que posee el equipo una vez que este se ha puesto en movimiento, se utiliza para producir el efecto de retardo dinámico, el que reduce la velocidad del camión según lo solicite el operador. Esto se consigue transformando los motores de tracción en generadores, los que giran por la energía de movimiento de la rueda del camión, produciendo energía eléctrica controlada por el sistema de Control. Esta energía es conducida a grupos de resistencias eléctricas (Banco de parrillas), en donde el paso de la corriente produce energía calórica. La energía calórica se disipa finalmente por el paso de un caudal de aire producido por un sistema de ventilación (Motor blower).

Los controles eléctricos del equipo dan una operación suave en respuesta a las señales recibidas por el operador, con esto el operador queda habilitado para:

1. Acelerar desde la velocidad cero hasta la velocidad máxima presionando un pedal de aceleración.
2. Tener el control pleno de la velocidad del camión, siempre que esta velocidad este dentro del valor máximo permitido según la relación carga, velocidad y pendiente, a través del retardo dinámico, presionando el pedal de retardo. Si la velocidad esta fuera del rango máximo permitido, se deberá disminuir esta aplicando el pedal de freno de servicio, hasta que se obtenga la velocidad de control permitida.
3. Obtener o seleccionar la dirección del desplazamiento del camión según requerimiento, a través de un selector de marchas.

#### 2.2 Componentes 830 E

El sistema de Propulsión y control Eléctrico del camión esta formado por los siguientes componentes principales:

1. Alternador principal
2. Soplador de Aire para enfriamiento de componentes
3. Ruedas motorizadas
4. Motor soplador para enfriar las resistencias de retardo
5. Sistema de Control
6. Conjunto de Resistencias de Retardo

##### 2.2.1 Alternador

El alternador, General Electric modelo 5GTA26 es de rotor de ocho polos salientes, trifásico, autoexcitado con estator conectado en estrella y devanados terciarios. Esta montado solidariamente el motor diesel y es movido por el cigüeñal. El rotor del alternador en la parte delantera se apena directamente al cigüeñal del motor diesel a través de una palanca adaptadora y una placa flexible. En la parte trasera (lado de los anillos colectores), el rotor está soportado por un rodamiento de bolas.

Al ser accionado por el motor diesel, se produce una energía eléctrica (CA), la que es enviada a un panel rectificador en donde se transforma a corriente continua. Esta corriente es enviada a los campos de los motores de tracción, al sistema de excitación para el campo del alternador y a los motores de tracción.

##### 2.2.2 Soplador de Aire

Al aire de refrigeración para el alternador, los motores de tracción y a los gabinetes de control lo suministra de un soplador integral que esta montado sobre el eje del rotor en la parte exterior del rodamiento del alternador. Las carcasa de este soplador esta hecha de fibra de vidrio para minimizar el peso. El aire que entrega el soplador es de 2500 pies por minuto con una diferencial de presión de 2,5" de agua. Este soplador no requiere mantenimiento especial y solo se controla por daños estructurales en su rotor o carcasa.

##### 2.2.3 Rueda Motorizada

La rueda motorizada modelo GE788, es un motor de corriente continua, 4 polos, diseñado para 2350 RPM como máximo, ventilado por aire del soplador.

Durante la propulsión, la energía eléctrica aplicada al motor produce la rotación de la armadura la que se conecta a las ruedas a través de un sistema de reducción por engranajes planetarios.

En retardo dinámico, la energía mecánica que produce el camión durante su movimiento, es convertida en energía eléctrica por conversión del motor de tracción a generador. Esta energía eléctrica es disipada como calor a través de un conjunto de resistencias eléctricas ubicadas en la plataforma del camión.



## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

### 2.2.4 Motor Soplador

El Motor Soplador es una unidad modelo 5GY19A de corriente continua, de cuatro polos en serie con polos de conmutación que está montado dentro de la caja de los conjuntos de resistencias de retardo. Tiene montado dos ventiladores, uno en cada extremo del eje de la armadura, la cual suministra aire para disipar el calor del conjunto de resistencias durante la aplicación del Retardo Dinámico.

Cada ventilador está parcialmente encerrado en una extensión de la estructura, la cual contiene guías que dirigen el aire en direcciones opuestas axialmente al eje del motor y hacia fuera en cada extremo.

El Motor Soplador está conectado a través de una resistencia en el circuito de Retardo Dinámico y es accionado por el voltaje que se produce a través de las Resistencias de Retardo cuando la corriente fluye durante esta aplicación. Como la corriente y el voltaje son valores variables durante la aplicación del Retardo Dinámico, la velocidad del Motor Soplador será variable en forma directamente proporcional a estos valores.

De acuerdo al camión, se encontrara conjuntos de Resistencias de Retardo con uno o dos Motores Sopladores. En ambos casos los ventiladores son iguales y solo se diferencian en su montaje.

### 2.2.5 Sistema de Control

El alto voltaje para la Propulsión y la potencia durante el Retardo dinámico, requiere regulación. Esta regulación la proporciona el sistema de control, que consiste en varios contactores, un panel de tarjetas electrónicas además de otros paneles montados en el grupo de control.

En nuestros camiones 830E se encuentran 2 tipos de control, el sistema statex II y statex III. La regulación de la corriente de campo del alternador y la velocidad del motor diesel determinan la corriente de armadura del motor de tracción. La regulación de la corriente de campo del motor de tracción determina la potencia de este.

El sistema de control responde a señales eléctricas generadas por el operador desde la cabina y varias señales de retroalimentación generadas por componentes dentro del sistema. Estas señales monitorean voltaje, corriente, velocidad, etc. En los diferentes puntos del equipo.

El panel de tarjetas electrónicas es el cerebro del Sistema de Control. Este monitorea una variedad de señales y establece ciertas señales de salida que finalmente resultan en una regulación total del sistema.

El sistema de 24 Volts de corriente continua energiza el sistema de control que regula la aceleración, retardo dinámico y dirección.

Este sistema está centralizado en los gabinetes de control en el cual se incluyen los paneles de la excitación estática tanto de los campos de los motores de tracción como del alternador principal y además están controles ubicados en la cabina del operador.

### 2.2.6 Conjunto de Resistencias de Retardo

El conjunto de Resistencias de Retardo está formado por varios paneles de resistencias individuales que conectados entre sí proporcionan la capacidad de retardo. Los conjuntos están montados en la plataforma al costado derecho del camión y forman un solo conjunto con los motores sopladores incluidos.

De acuerdo a la forma del panel de la resistencia, se usa un tipo de resistencias: Tipo B, modelo 108, 120 y 123.

En los camiones números 12 al 27, la capacidad máxima de retardo es 4000 HP. La disipación del calor generado durante el retardo se produce por la corriente de aire que se hace pasar a través de este conjunto.

## 2.3 Operación de Sistema de Potencia

El sistema de potencia en el camión 830E funciona bajo dos modos principales de operación: el modo de propulsión y el modo de retardo dinámico.

### 2.3.1 Modo de Propulsión

Cuando el operador presiona el pedal de aceleración el sistema de control entra en el modo de propulsión principalmente produciéndose el cierre de los contactores principales P1 y P2. El equipo se pondrá en movimiento según la señal que a través del pedal envía el operador. En este modo el alternador comienza generar corriente alterna, que será rectificada por el sistema para ser enviada a los campos y armaduras de los motores de tracción, produciéndose el cierre de los contactores principales P1 y P2.

### 2.3.2 Modo de Retardo Dinámico

Cuando el operador presiona el pedal de Retardo Dinámico o el camión excede el ajuste de automático (R.S.C.) sobrevelocidad o retardo manual, el circuito del retardo dinámico se activa causando que los motores de tracción actúen como generadores. El movimiento del camión causa que las ruedas motorizadas roten, generando una salida de corriente continua (C.C.) que se aplica a las Resistencias de Retardo. Esa carga, se opone a la rotación de la armadura para disminuir la velocidad del camión.

La corriente generada en los motores de tracción se disipa en las Resistencias de Retardo en forma de calor. La refrigeración de estas Resistencias se realiza a través de un soplador alojado a su costado. Esta refrigeración se obtiene mediante un motor de corriente continua (C.C.) que acciona un ventilador, soplando aire a través de las Resistencias de Retardo.

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

### 2.3.2.1 Funcionamiento del Modo Retardo

Al aplicar el pedal de retardo o al conectar el RSC o si el equipo entra en modo de sobre velocidad, el modo de propulsión se desconecta y para ello los contactores de potencia P1 y P2 se abren. Los primeros contactores que entran en el modo de retardo son RP1 y RP2.

En la medida que el equipo disminuye la velocidad, se va produciendo la entrada de los contactores de retardo extendido, RP3, RP4, RP5, RP6, RP7, RP8, RP9, que le permiten al camión mantener el efecto de retardo hasta una velocidad de 4 MPH. Al partir de esa velocidad el operador debería aplicar el freno de servicio.

### 2.4 Mantenimiento

#### 2.4.1 Mantenimiento del Alternador

Cada 500 horas se realiza una revisión del Alternador por personal eléctrico y mecánico de acuerdo a las indicaciones de la Pauta de Mantenimiento respectiva. Para cada uno de estas revisiones existen los Procedimientos de Mantenimiento los cuales deben cumplirse fielmente.

#### 2.4.2 Mantenimiento de la Rueda Motorizada

Semanalmente se realiza una mantenimiento de la rueda motorizada y está indicada en la Pauta de Mantenimiento Semanal, la que básicamente consiste en revisión de carbones y soplado.

Laboratorio predictivo, realiza análisis y filtrado del aceite de la transmisión en forma periódica para determinar posibles desgastes anormales en la parte del sistema de planetarios y posible ingreso de elementos en el lubricante.

Cada 500 horas se realiza una revisión de la Rueda Motorizada por personal eléctrico y mecánico de acuerdo a las indicaciones de la Pauta de Mantenimiento respectiva. Para cada uno de estas revisiones existen los Procedimientos de Mantenimiento los cuales deben cumplirse fielmente.

#### 2.4.3 Mantenimiento del Motor Soplador

Cada 500 horas y semanalmente se realiza una revisión del Motor Soplador por personal eléctrico la que básicamente consiste en revisión de carbones y soplado. Para cada uno de estas revisiones existen los Procedimientos de Mantenimiento los cuales deben cumplirse fielmente.

## 3. 930 E

### 3.1 Descripción General

El principio de funcionamiento de este camión es el siguiente, el motor diesel acciona un alternador en línea a velocidad de motor.

El alternador produce corriente AC la que es rectificada a DC dentro del gabinete de control principal.

La potencia DC rectificada se vuelve a convertir en AC a través de grupos de dispositivos llamados "inversores", también dentro del gabinete de control principal. Cada inversor consta de seis "módulos de fase" bajo el control de una "unidad de accionamiento de compuerta" (GDU). Cada Inversor de Energía AC invierte el voltaje DC rectificado y entrega energía de voltaje y frecuencia variables a cada uno de los Motores de Tracción de Inducción AC.

Los dos Motores de Tracción de Inducción AC, cada uno con su propio Inversor, están conectados en paralelo. La salida rectificada del Alternador llega a cada inversor. Los Inversores cambian el voltaje rectificado a AC, conectando y desconectando (interrumpiendo) el voltaje DC aplicado a estos.

El campo del alternador es suministrado por un bobinado terciario en el alternador y es controlado por un puente rectificador controlado de silicio (SCR). Un circuito amplificador de partida energiza inicialmente el alternador desde las baterías del camión, hasta que el flujo se acumule lo suficiente para mantener la excitación.

Se emplea un paquete de rejilla de resistencias para disipar la energía de los motores de tracción (que operan como generadores), cuando están en el modo de retardo dinámico. La energía total de retardo producida por los motores de tracción es controlada por dos inversores con motor. La cantidad de energía de retardo disipada por el paquete de rejillas es controlada por un circuito Interruptor GTO y por contactores controlados por etapa.

El PSC (Sistema de control de la Propulsión), montado en el Gabinete de Control Eléctrico principal, determina las velocidades óptimas de operación del motor, en base a lo que pide el operador, a las exigencias del sistema de propulsión, y al eficiente uso del combustible. Las interfaces entre el PSC y el sistema de frenos del camión permiten que el PSC proporcione retardo apropiado, frenado y control de deslizamiento de las ruedas.

El PSC entra en comunicación con la Interface de Control del Camión (TCI), montada en el Gabinete de Interfaz Eléctrica, montado detrás de la cabina, al lado del gabinete de control eléctrico. Las señales de control y estado del sistema se transmiten y se reciben entre estos dos componentes. Un

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

enlace en serie RS422 permite al TCI acceder a datos de tiempo real e información de eventos, almacenada en el PSC para su despliegue en la Pantalla de Información de Diagnóstico (DID) ubicada en la cabina, detrás del asiento del operador.

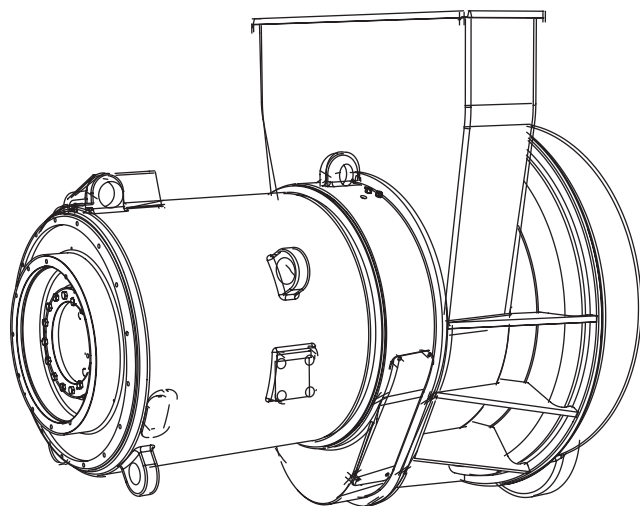
### 3.2 Componentes 930 E

El sistema de mando del 930E-3 - AC consta de los siguientes componentes principales:

- Alternador principal
- Soplador de aire en línea
- Inversores de Energía AC
- Rectificador Principal
- Motores de Tracción por Inducción AC
- Conjunto caja de parrillas
- Motor soplador para enfriar las resistencias de retardo

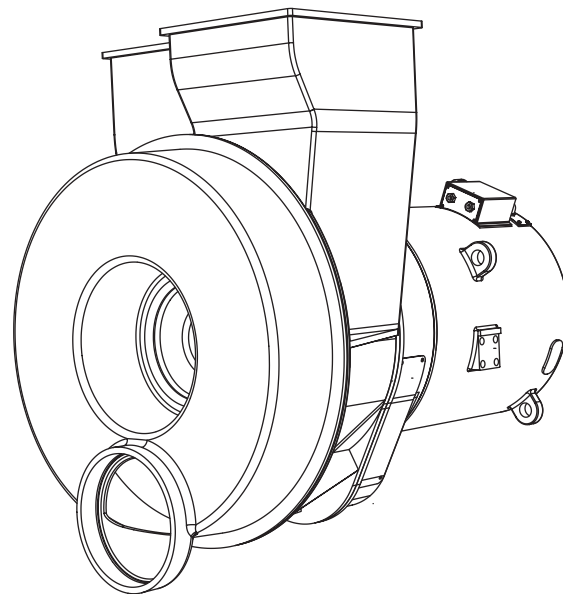
#### 3.2.1 Alternador principal (GE-GTA41)

El motor diesel acciona un alternador en línea a velocidad del motor. El alternador produce corriente AC que es rectificadora a DC dentro del gabinete de control principal. La corriente DC rectificada se vuelve a convertir en AC por medio de grupos de dispositivos llamados “inversores”, también dentro del gabinete de control principal. Cada inversor consta de seis “módulos de fase” bajo el control de una “unidad de accionamiento de compuerta” (GDU). La GDU controla la operación de cada módulo de fase. Cada módulo de fase contiene un interruptor de estado sólido enfriado por aire conocido como “tiristor de desconexión de compuerta” (GTO). El GTO activa y desactiva un ciclo a diversas frecuencias para crear una señal de energía AC desde el suministro DC. La señal de energía AC producida por cada inversor es una señal de voltaje variable y secuencia variable (VWF). La frecuencia y el voltaje se cambian para ajustarse a las condiciones de operación.



#### 3.2.2 Soplador de aire en línea

El aire de enfriado para el Alternador, Gabinete de Control y motores de tracción es suministrado sólo por un conjunto de Ventilador dual en línea, montado en la parte posterior del alternador. Este soplador proporciona aire de enfriado a los motores de tracción, inversores de propulsión, y interruptores de retardo dinámico. Este soplador cuenta con 12.000 cfm (340 m3/min).



#### 3.2.3 Inversores

Cada módulo de fase contiene un interruptor de estado sólido enfriado por aire el que se denomina como “tiristor de apagado por compuerta” (GTO). El GTO completa un ciclo de encendido y apagado a diversas frecuencias para generar una señal de energía AC a partir del suministro DC.

La señal de energía AC generada por cada inversor es una señal de voltaje variable, de frecuencia variable (PWM). La frecuencia y el voltaje cambian para coincidir con las condiciones de operación.

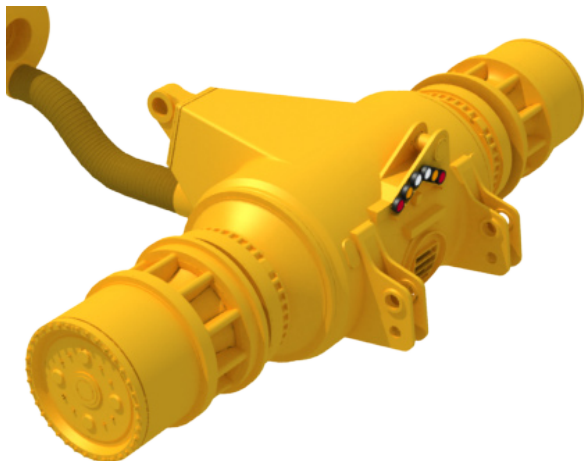
El aire de enfriado para el grupo de control y los motores de rueda, así como también el alternador, es proporcionado por ventiladores duales en el eje del alternador.



## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

### 3.2.4 Motores de Tracción por Inducción AC

Los dos Motores de Tracción por Inducción AC, cada uno con su propio Inversor, están conectados en paralelo a través de la salida rectificadora del Alternador. Los inversores cambian el voltaje rectificado a AC, conectando y desconectando (interrumpiendo) el voltaje DC aplicado.



El voltaje y frecuencia de salida AC se controlan para producir un deslizamiento y eficiencia óptimos en los motores de tracción. A bajas velocidades, el voltaje de salida rectificadora del alternador (enlace DC o bus DC) es interrumpido con patrones llamados modulación de amplitud de pulso (PWM) de la operación del inversor. A mayores velocidades, el voltaje de enlace DC se aplica a los motores que usan la operación del inversor de onda cuadrada. El voltaje de enlace DC depende del Controlador del Sistema de Propulsión (PSC) y de las RPM del motor durante la propulsión. El voltaje de enlace variará entre 600 y 1400 volts durante la propulsión, y entre 600 y 1500 volts durante el retardo.

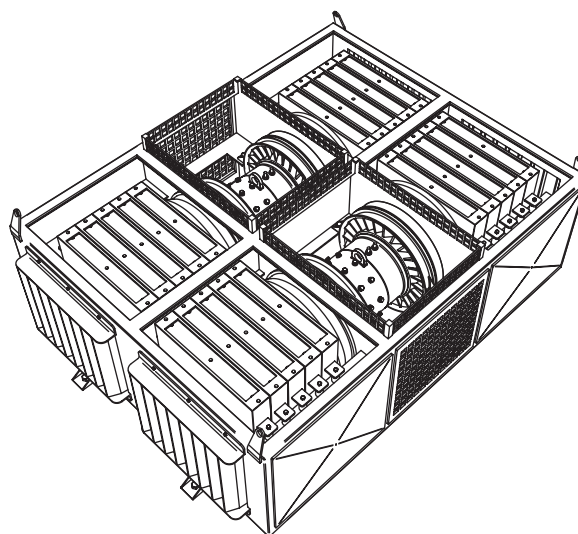
#### Características

Ruedas Motorizadas ..... Motores de Tracción por Inducción AC GDY106  
Relación de Engranaje Estándar\* ..... 32.62:1  
Velocidad Máxima ..... 40 MPH (64.5 km/h)

\*NOTA: La aplicación del motor de rueda depende del GVW, pendiente y largo del camino, resistencia a la rodadura, y otros parámetros. Komatsu y G.E. deben analizar cada condición de trabajo para asegurar una aplicación apropiada.

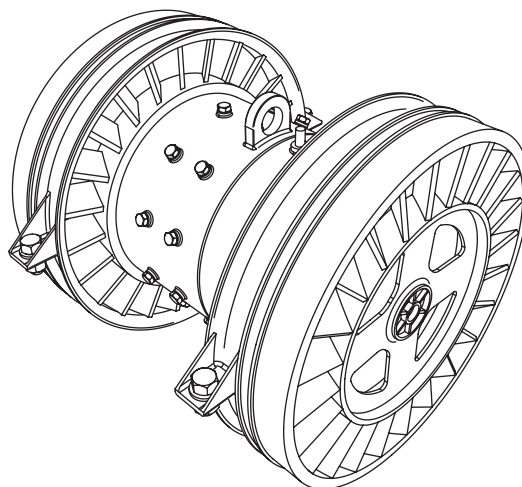
### 3.2.5 Conjunto caja de parrillas

Se emplea un paquete de rejilla del resistor para disipar la energía proveniente de los motores de tracción (que operan como generadores), cuando están en el modo de retardo dinámico. La energía total de retardo producida por los motores de tracción es controlada por los dos Inversores del motor. La cantidad de energía de retardo disipada por el paquete de rejillas es controlada por un circuito Interruptor GTO y por contactores controlados por etapa.



### 3.2.6 Motor soplador

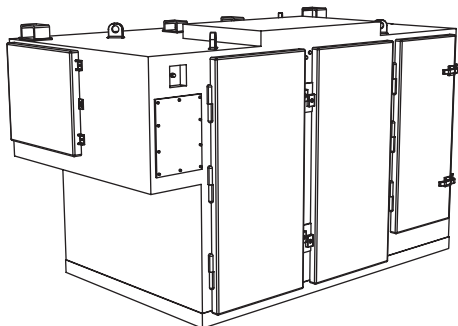
El Motor Soplador es una unidad modelo 5GY19AL6 corriente continua, de cuatro polos en serie con polos de conmutación que está montado dentro de la caja de los conjuntos de resistencias de retardo. Tiene montado dos ventiladores, uno en cada extremo del eje de la armadura, la cual suministra aire para disipar el calor del conjunto de resistencias durante la aplicación del Retardo Dinámico. Cada ventilador está parcialmente encerrado en una extensión de la estructura, la cual contiene guías que dirigen el aire en direcciones opuestas axialmente al eje del motor y hacia fuera en cada extremo.



## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

### 3.2.7 Sistema de control

El ICP (Panel de Control Integrado) consta de tres componentes principales. El PSC (Controlador del Sistema de Propulsión), el TCI (Interface de Control del Camión) y el TMC (Controlador del Motor de Tracción, Inversores). Estos componentes forman parte del panel 17FL375.



#### A. Controlador del Sistema de Propulsión (PSC)

El PSC contiene las siguientes tarjetas de circuito impresas, internas y removibles, además de una tarjeta externa de fibra óptica. A continuación se dan breves descripciones de las funciones de las tarjetas:

**17FB147 Tarjeta CPU del Sistema:** Proporciona comunicaciones seriales y funciones de control; comunicaciones RS232 a la PTU. El microprocesador controla los circuitos internos del panel.

**17FB104 Tarjeta I/O Digital:** Recibe entradas digitales e información de retroalimentación de diversos componentes del sistema de propulsión y control. Las salidas digitales activan los contactores del sistema de propulsión, relees y dan comandos de habilitación al equipo.

**17FB173 Tarjeta I/O Análoga del Sistema:** Recibe señales del motor, voltaje y corriente para el Alternador principal, voltaje de enlace y corriente, entrada del pedal de retardo, entrada de la palanca de retardo. Controla el esfuerzo de retardo, solicitud de velocidad del motor, pulsos de encendido del AFSE.

El voltaje y frecuencia de salida AC son controlados para producir un deslizamiento y eficiencia óptimos en los motores de tracción. A bajas velocidades, el voltaje de salida rectificado del alternador (enlace DC o bus DC) es interrumpido con patrones llamados modulación de amplitud de pulso (PWM) de la operación del inversor. A mayores velocidades, el voltaje de enlace DC se aplica a los motores que usan la operación del inversor de onda cuadrada. El voltaje de enlace DC depende del Controlador del Sistema de Propulsión (PSC) y de las RPM del motor, durante la propulsión. El voltaje de enlace variará entre 600 y 1400 volts durante la propulsión, y entre 600 y 1500 volts durante el retardo.

El PSC es el controlador principal para el Sistema de Mando AC. El Panel recibe señales de entrada desde los sensores de velocidad montados en el alternador y en los motores de tracción, y señales de retroalimentación de corriente y voltaje desde diversos dispositivos de control, y entradas de estados y comandos desde la Interface de Control del Camión (TCI). Usando estas entradas, el PSC controla los dos Inversores, los circuitos de retardo, relés, contactores y otros dispositivos externos para proporcionar:

#### B. Interface de Control del Camión (TCI)

La Interface de Control del Camión (TCI) es la interface principal entre los sistemas y dispositivos del camión y el personal de servicio. Este panel se usa en conjunto con la Pantalla de Información de Diagnóstico (Panel DID), que se describirá más adelante.

El panel TCI permite las siguientes funciones:

- Se comunica con el Controlador del Sistema de Propulsión (PSC) para intercambiar datos de estado y control del sistema de control de propulsión, para proporcionar al PSC datos de estado de los sistemas del camión.
- Se comunica con la Pantalla de Información de Diagnóstico (DID) para intercambiar datos de diagnóstico y parámetros del PSC y/o TCI.
- Se comunica con una Unidad de Prueba Portátil (PTU) para intercambiar datos TCI.
- Se comunica con un Sistema Modular de Despacho de Mina para intercambiar datos de estado del camión.
- Monitorea el sistema de control del motor, información de carga útil, temperatura ambiente y del sistema de propulsión, entradas de control del operador, etc.
- Controla la secuencia de partida del motor.
- Proporciona señales para activar muchas de las luces de advertencia e indicadores instalados en la cabina. Controla el solenoide del freno de estacionamiento.
- Procesa las señales de velocidad de las ruedas delanteras, para el PSC y el velocímetro.

Los Paneles TCI contienen las siguientes tarjetas de circuito impresas internas y removibles:

**17FB144 Tarjeta CPU:** Proporciona comunicaciones de alta velocidad al PSC y comunicaciones seriales RS232 con el PTU.

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

**17FB160 Tarjeta I/O Análoga:** Proporciona comunicaciones seriales RS232 con la Pantalla de Información de Diagnóstico, y con un Sistema Modular de Despacho de Mina opcional. Recibe señales para la velocidad de las ruedas delanteras, enfriado del motor y presiones barométricas del aire, ajuste del acelerador, velocidad de retardo, carga útil, temperatura ambiente y del aceite hidráulico, y voltaje de arranque del motor. Las salidas impulsan los medidores de temperatura, etc. montados en la cabina.

**17FB104 Tarjeta I/O Digital:** Recibe señales de control del operador, motor y subir tolva. Proporciona controles de partida del motor, acciona luces indicadores/de advertencia, etc. montadas en la cabina.

### C. Controlador del Motor de Tracción, Inversores (TMC)

**17FB172 Tarjetas CPU del Inversor 1 Y 2:** Recibe señales de velocidad del motor, voltaje de enlace, voltajes de fase y corrientes de fase para el control de los microprocesadores para los inversores 1 y 2. Controla los módulos de fase GTO a través del Conjunto de Fibra Óptica. El estado del módulo de fase retorna a través de un Conjunto de Fibra Óptica separado. (Ver nota a continuación).

**Conjunto de Fibra Óptica:** Proporciona aislación eléctrica para las señales de control y retroalimentación para los Módulos de Fase y Módulos Interruptores.

#### 3.2.8 Retardo Dinámico

El retardo dinámico se usa para reducir la velocidad del camión durante una operación normal o para controlar la velocidad al bajar por una pendiente. La capacidad del retardo dinámico del sistema eléctrico es controlada por el operador presionando el pedal retardador (o al operar una palanca en el volante de la dirección) en la cabina del operador y ajustando el RSC (Control de Velocidad del Retardador). El Retardo Dinámico se activa automáticamente si el camión excede el ajuste de sobrevelocidad preestablecido. El voltaje de enlace variará entre 600 y 1500 volts durante el retardo.

### 3.3 Operación de Sistema de Potencia 930E

La operación del Sistema de Mando AC se regula mediante un programa de software que reside en la memoria del Panel de Control del Sistema de Propulsión. El programa del software contiene también instrucciones para probar y aislar fallas del sistema.

Esta sección describe el programa de software PSC y sus funciones en relación con el hardware.

#### 3.3.1 Proceso de Entrada

Esta función lee todas las entradas externas a ser utilizadas por el PSC. La función de Proceso de entrada realiza cualquier acondicionamiento de señal requerida y calcula las entradas derivadas requeridas.

#### 3.3.2 Manejo de Estados

##### Máquina de estado

Como parte del paquete total del software, se incluye un grupo particular de comandos reguladores de software regulador, denominado "máquina de estados". La máquina de estados controla las diversas funciones de la operación del camión.

El software implementa la máquina de estados, conservando la ubicación del estado en que el camión esté, y en cuál estado se permite que se mueva el camión, si el operador solicita un modo diferente de operación. Cada estado del software se define como sigue:

##### a. Estado de Partida/Detención

El propósito de este estado es permitir que el sistema esté en un estado conocido deseado, a la partida o a la detención. Este es un estado sin energía.

NOTA: Con energía y sin energía se refiere a un estado de enlace DC; 600 volts o más en el enlace DC equivalen a "con energía". 50 volts o menos en el enlace DC equivalen a "sin energía".

##### b. Estado de Prueba:

El propósito de este estado es proporcionar un ambiente para la verificación de la funcionalidad del sistema. El estado de prueba respaldará una serie de actividades, a saber:

1. Esperar la partida del motor (si es necesario).
2. Prueba automática a la partida inicial del sistema, o a continuación de un estado de reposo.
3. Aplicación de energía al enlace DC.
4. Una prueba iniciada externamente para eliminar una falla, fijar variables provisionales, o para fines de mantenimiento.

NOTA: El estado de prueba podrá ser con o sin energía en un momento dado, dependiendo de las actividades se estén realizando.

##### c. Estado Preparado:

Este es un estado con energía por defecto. El sistema estará en este estado en cualquier momento en que el motor y el sistema de control estén listos para suministrar energía, aunque nada se solicite. El estado preparado es uno en que el enlace DC está descargado en preparación para Detención, Reposo, o en reacción a ciertas condiciones de eventos. Por lo tanto, el estado Preparado no se debe considerar estrictamente como un estado con energía (como lo son Propulsión y Retardo, que se describen a continuación).



## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

### d. Estado de Reposo (REST):

Reposo es un estado sin energía, cuyo propósito es conservar combustible mientras el camión esté en ralenti durante un período prolongado. El estado de reposo proporciona también un ambiente en que el personal de mantenimiento pueda controlar el motor, sin hacer que se aplique energía al enlace DC.

### e. Estado de Propulsión:

El propósito de este estado es dar al sistema de energía una configuración y ambiente general para propulsión con energía del motor. Estrictamente, este es un estado con energía, es decir, no permitirá que se mantenga el estado de propulsión sin suficiente energía en el enlace DC.

### f. Estado de Retardo:

Este estado proporciona configuración y ambiente general al sistema para el retardo, en que la energía proveniente del movimiento del vehículo se disipa en los resistores de la rejilla, en un esfuerzo por hacer más lento el camión. Es estrictamente un estado con energía.

### 3.3.3 Pedales electrónicos de acelerador y retardo

El pedal del acelerador envía una señal a la Interface de Control del Camión (TCI) cuando el operador solicita potencia. El pedal de retardo envía una señal al Controlador del Sistema de Propulsión (PSC), cuando el operador solicita retardo. Las señales del pedal son procesadas por la tarjeta análoga en el panel respectivo a ser usadas por los controladores del sistema para proporcionar el modo de operación deseado.

A medida que el operador presiona el pedal, una palanca hace rotar los contactos deslizantes internos del potenciómetro. La señal de voltaje de salida aumenta en proporción con el ángulo de presión del pedal.

### 3.3.4 Pantalla de Información de Diagnóstico (DID)

La Pantalla de Información de Diagnóstico (DID) 17FM558 se encuentra en la cabina, detrás del asiento del pasajero. La pantalla proporciona un medio de comunicación con el TCI a cargo del personal de servicio.

El panel tiene dos líneas de despliegue, cada una de 40 caracteres de largo. La línea superior es la línea de "mensaje" y la usa el TCI para informar al personal de servicio sobre el estado de los componentes y sistemas del camión.

La línea inferior proporciona información adicional a la de la línea superior, o en relación con el teclado, y despliega posibles opciones de selección y funciones de despliegue. El teclado, ubicado debajo de las líneas de despliegue, lo usa el personal de servicio para dirigir la actividad del TCI.

La pantalla proporciona información de servicio y estado sobre los diversos sistemas del camión y sobre el sistema de propulsión, mediante el despliegue de información de estado del sistema, o códigos de falla, así como una descripción del estado del sistema o algún problema, en la línea superior de la pantalla. La información en la segunda línea de la pantalla puede cambiar, para indicar qué funciones están disponibles presionando las teclas [F1] a [F5].

Además, el panel DID se puede usar para realizar la prueba de auto carga.

### Pantalla de Información de Diagnóstico (DID)

#### Códigos de Eventos del Panel DID

Las Tablas que aparecen en las páginas siguientes enumeran los posibles códigos de evento que se pueden desplegar en el panel DID al acceder. La Tabla I (a continuación), describe las restricciones a la operación de los sistemas de propulsión y de retardo, cuando ocurre una falla para un código en particular que se especifica de acuerdo a la siguiente definición:

- Los códigos de evento numerados de 000 a 099 corresponden al PSC.
- Los códigos numerados del 100 al 199 corresponden al Inversor 1.
- Los códigos numerados del 200 al 299 corresponden al Inversor 2.
- Los códigos numerados del 600 al 699 corresponden al TCI.

### 3.4 Mantenimiento

#### 3.4.1 Mantenimiento del Alternador

Cada 500 horas se realiza una revisión del Alternador por personal eléctrico y mecánico de acuerdo a las indicaciones de la Pauta de Mantenimiento respectiva. Para cada uno de estas revisiones existen los Procedimientos de Mantenimiento los cuales deben cumplirse fielmente.

La revisión eléctrica principalmente se refiere a soplado y revisión de carbones.

#### 3.4.2 Mantenimiento de la Rueda Motorizada

Semanalmente se realiza una mantenimiento de la rueda motorizada y está indicada en la Pauta de Mantenimiento Semanal, la que básicamente consiste en una revisión visual de bobinas, fugas de aceite.

Laboratorio predictivo, realiza análisis y filtrado del aceite de la transmisión en forma periódica para determinar posibles desgastes anormales en la parte del sistema de planetarios y posible ingreso de elementos en el lubricante.

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

Cada 500 horas se realiza una revisión de la Rueda Motorizada por personal eléctrico y mecánico de acuerdo a las indicaciones de la Pauta de Mantenimiento respectiva. Para cada uno de estas revisiones existen los Procedimientos de Mantenimiento los cuales deben cumplirse fielmente.

### 3.4.3 Mantenimiento del Motor Soplador

Cada 500 horas y semanalmente se realiza una revisión del Motor Soplador por personal eléctrico la que básicamente consiste en revisión de carbones y soplado. Para cada uno de estas revisiones existen los Procedimientos de Mantenimiento los cuales deben cumplirse fielmente.

### 3.4.4 Descripción de los Componentes del Sistema de Propulsión

	COMPONENTE	FUNCIÓN
AFSE	Panel Excitador Estático del Campo del Alternador (17FM466)	Regula la corriente en el campo del alternador basado en pulsos de encendido desde el PSC.
AFSER	Resistor	Resistor de extracción del comando de inicialización de la batería AFSE.
ALT	Alternador (5GTA34)	Alternador principal, sistema de propulsión y control.
AMBS	Sensor Temperatura Ambiente	Provee entrada de temperatura ambiente al grupo de control.
ANALOG I/O CARD	Tarjeta de entrada/salida análoga del Sistema (17FB143)	Proporciona acondicionamiento de señal para señales análogas hacia y desde el TCI y PSC.
BATFU1, 2	Fusible del Sistema de control y las Baterías del Sistema.	Proporciona protección de sobrecarga para el equipo
BATTSW	Interruptor de Desconexión de Batería (Baterías del Sistema)	Conecta y desconecta los circuitos de baterías de 12VDC y 24VDC (ubicados en el extremo delantero derecho del camión).
BDI	Diodo de Bloqueo de la Batería	Funciona en conjunto con BFS y BLFP para mantener el voltaje de la batería en la CPU.
BFC	Capacitor del Filtro de Línea de la Batería	Capacitancia adicional para BLFP para evitar remeteos de CPU innecesarios.
BFCR	Resistor del Filtro de la Batería	Se agrega para reemplazar el filtro de la línea de la batería que se retiró
BM1, 2	Motores del Soplador de la Rejilla 1 y 2 (5GY19)	Motores DC impulsando sopladores para suministrar aire de enfriado a las rejillas de retardo.
BM1I	Módulo del Sensor de Corriente	Monitorea la corriente que fluye a través del motor #1 del soplador de la rejilla.
BM2I	Módulo del Sensor de Corriente	Monitorea la corriente que fluye a través del motor #2 del soplador de la rejilla.
CCLR1, 2	Paneles del Resistor de Carga del Capacitor 1 y 2	Se conecta a través del enlace DC para suministrar una muestra de voltaje atenuado del voltaje de enlace DC a las luces Indicadoras de Carga del Capacitor.

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

CCL1, 2	Luces Indicadoras de Carga del Capacitor 1 y 2	Se enciende cuando hay 50 o más volts presentes en enlace DC (el bus DC que conecta salida del Alternador, circuitos del Módulo del Interruptor/ Rejilla del Resistor e inversores de tracción).
CGBM1, 2	Capacitores del Motor del Soplador	Limita la velocidad del aumento de corriente al arrancar para optimizar la conmutación del motor.
CIF11, 12,13, 14	Capacitores del Filtro del Inversor 1	Almacena el voltaje del bus DC del Inversor 1 para entregar energía instantánea cuando se encienden por primera vez los Módulos de Fase GTO PM1.
CIF, 21, 22, 23, 24	Capacitores del Filtro del Inversor 2	Almacena el voltaje del bus DC del Inversor 2 para entregar energía instantánea cuando se encienden inicialmente los Módulos de Fase GTO PM2.
CLSW	Interruptor de Luces del Gabinete	Controla las luces interiores del gabinete eléctrico.
CMAF	Módulo del Sensor de Corriente del Campo del Alternador	Detecta la cantidad de corriente que fluye a través del bobinado del campo del Alternador.
CMT	Módulo del Sensor de Corriente Terciaria del Alternador	Detecta la cantidad de corriente que fluye a través del bobinado terciario del Alternador.
CM1, 2	Módulos 1 y 2 de Fase Interruptor GTO	Controla el voltaje DC aplicado a las rejillas durante el retardo.
CM1A, 1B	Módulos de los Sensores de Corriente de Fase 1A y 1B	Detecta la cantidad de corriente que fluye a través de las Fases A y B del Motor de Tracción 1.
CM2A, 2B	Módulos de los Sensores de Corriente, Fase 2A y 2B	Detecta la cantidad de corriente que fluye a través de las Fases A y B del Motor de Tracción 2.
CPR	Relé de Energía de Control (17LV66)	Capta cuando el Interruptor de Encendido y el Interruptor de Energía de Control están cerrados.
CPRD	Módulo del Diodo Dual	Permite dos voltajes separados para controlar el serpentín CPR.
CPRS	Módulo de Supresión del Relé de Energía de Control	Suprime puntos máximos de voltaje cuando el serpentín CPR es desenergizado.
CPS	Interruptor de Energía de Control	Energiza el serpentín CPR.
DC link	Bus DC	El bus DC conecta la salida del Alternador, circuitos del Módulo Interruptor/Rejilla del Resistor e Inversores de Tracción.
DID	Pantalla de Información de Diagnóstico (17FM558)	Entrega al personal de mantenimiento la capacidad de monitorear el estado operacional de ciertos sistemas del camión y ejecutar la prueba de diagnóstico del sistema.
DIGITAL I/O CARD	Tarjeta de Entrada/Salida Digital (17FB104)	Recibe señales de retroalimentación del contactor, relé e interruptor y suministra señales de accionamiento a relés, contactores, luces indicadoras, etc. (Ubicados en PSC y TCI).
DIT1A, 1B, 1C	Transformadores DI/DT	Reducen sobrecorriente o puntos altos en energía de fase A, B, C, para Motor de Tracción 1.



## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

DIT2A, 2B, 2C	Transformadores DI/DT	Reducen sobrecorriente o puntos altos en energía de fase A, B, C, para Motor de Tracción 2.
FDR	Resistor de Descarga del Filtro	Red divisora del resistor conectada a través del enlace DC, proporciona enlace de descarga secundario para el enlace DC. La descarga normal es a través de RP1.
FIBER OPTIC ASSEMBLY	Conjunto de Fibra Óptica	Provee aislamiento de voltaje y ruido para señales de control y retroalimentación entre PSC y Módulos de Fase/ Interruptor.
FP	Panel del Filtro (17FM460)	Filtra el ruido eléctrico en las tres fases de salida del Alternador.
GDFU1, 2	Fusible de Fuente de Poder del Accionador de Compuerta 1 y 2	Proporciona protección de sobrecarga para Fuente de Poder de Accionamiento de Compuerta.
GDPC1	Convertidor 1 de Energía de Accionamiento de Compuerta	Convierte 19 a 95 VDC desde Fuente de Poder de Accionamiento de Compuerta a energía de onda cuadrada de 25kHz, 100 VRMS para accionar los Módulos del Interruptor y Fase GTO del Inversor 1.
GDPC2	Convertidor 2 de Energía de Accionamiento de Compuerta	Convierte 19 a 95 VDC desde Fuente de Poder de Accionamiento de Compuerta a energía de onda cuadrada de 25kHz, 100 VRMS para accionar los Módulos del Interruptor y Fase GTO del Inversor 2.
GDPS	Fuente de Poder de Accionamiento de Compuerta (17FM645)	Suministra salida de 19 a 95 VDC, a aproximadamente 3kW, desde una de dos fuentes de poder de entrada; ya sea el Alternador Principal o Baterías del Sistema.
GF	Contactor del Campo del Alternador	Conecta el AFSE al campo del Alternador.
GFCO	Interruptor de Corte del Contactor del Campo del Generador	Inhabilita salida del Alternador.
GFM1, 2	Módulo de Encendido de Compuerta	Recibe pulsos desde tarjeta Análoga I/O en PSC, amplifica los pulsos y luego divide los pulsos para accionar dos circuitos SCR en el AFSE.
GFR	Relé del Campo del Alternador (17LV66)	Capta con el contactor GF y aplica B+ al AFSE (refuerzo de batería) durante la fase inicial de aceleración.
GFRS	Módulo de Supresión Bobina Relé de Campo del Alternador	Suprime puntos altos de voltaje cuando se desenergiza la Bobina GF.
GRR	Panel del Resistor a Tierra	Detecta tierras del circuito de energía.
GRR9 Y 10	Resistores	Se usa con GRR para detectar las tierras del circuito de energía
ICP	Panel de Control Integrado (17FL375)	El ICP es el controlador principal para el sistema de mando AC. El ICP está compuesto por el PSC, TCI y tarjetas del inversor.

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

INV1 TMC CARD	Tarjeta de la Unidad de Procesamiento Central del Inversor 1 y Tarjeta de Entrada/Salida (17FB172)	Genera comandos de encendido/apagado del Módulo de Fase para el Inversor 1. Monitorea voltajes y corrientes de diversas áreas para el Inversor 1. Monitorea la velocidad del Motor de Tracción 1.
INV2 TMC CARD	Tarjeta de la Unidad de Procesamiento Central del Inversor 2 y Tarjeta de Entrada/Salida (17FB172)	Genera comandos de encendido/apagado del Módulo de Fase para el Inversor 2. Monitorea voltajes y corrientes de diversas áreas para el Inversor 2. Monitorea la velocidad del Motor de Tracción 2
KEYSW	Interruptor de Partida	Conecta voltaje de batería a CPR y los circuitos de control cuando están cerrados. (Se ubica en el Panel de Instrumentos).
LINKI	Módulo del Sensor de Corriente de Enlace	Detecta la cantidad de corriente que fluye por el enlace DC.
L1, 2,	Luces del Gabinete	Suministra iluminación interior al gabinete.
M1, 2	Ruedas Motorizadas (5GDY106)	Cada Rueda Motorizada consta de un Motor de Tracción y un Conjunto de Transmisión. Los Motores de Tracción asincrónicos trifásicos convierten energía eléctrica en energía mecánica. Esta energía mecánica es transmitida al cubo de la rueda por el tren de engranajes de doble reducción (Transmisión).
PSC	Controlador del Sistema de Propulsión	El PSC es parte del ICP, y es el controlador principal para el sistema de mando AC. Todas las funciones de propulsión y retardo son controladas por el PSC en base a instrucciones de software almacenadas internamente.
PM1A+, 1B+, 1C+	Módulos de Fase de GTO (17FM628)	Provee voltajes de accionamiento positivos (PWM u onda cuadrada, dependiendo de la velocidad del camión) para cada uno de los tres bobinados del Motor de Tracción 1
PM1A-, 1B-, 1C-	Módulos de Fase de GTO (17FM629)	Provee voltajes de accionamiento negativos (PWM u onda cuadrada, dependiendo de la velocidad del camión) para cada uno de los tres bobinados del Motor de Tracción 1
PM2A+, 2B+, 2C+	Módulos de Fase de GTO (17FM628)	Provee voltajes de accionamiento positivos (PWM u onda cuadrada, dependiendo de la velocidad del camión) para cada uno de los tres bobinados del Motor de Tracción 2
PM2A-, 2B-, 2C-	Módulos de Fase de GTO (17FM629)	Provee voltajes de accionamiento negativos (PWM u onda cuadrada, dependiendo de la velocidad del camión) para cada uno de los tres bobinados del Motor de Tracción 2
RDA, B, C	Panel del Diodo del Rectificador	Convierte el voltaje AC trifásico del Alternador, Voltaje AC a Voltaje DC para dar energía a los dos Inversores.
RG1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, 3C, 4A, 4B, 4C, 5A, 5B, 5C	Resistores de la Rejilla de Retardo	Disipa la energía del enlace DC durante el retardo, la prueba de la caja de carga, y las operaciones de descarga del Capacitor del Filtro del Inversor.
RGBM1, RGBM2	Resistores	Para proporcionar ruta del descargador para los capacitores del motor del soplador de la rejilla DI/DT.
RP1, 2	Contactores de Retardo 1 y 2 (17CM55)	Cuando están cerrados, conectan los Resistores de Rejilla al enlace DC durante el retardo, la prueba de caja de carga y las operaciones de descarga del Filtro del Inversor. Nota: Algunos camiones no tienen instalado el RP3.

## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

RP1S, 2S	Módulos de Supresión	Suprime los puntos altos de voltaje en el circuito de la bobina cuando los contactores RP están desenergizados.
RP1BR / RP2BR	Resistores	Proporciona una pequeña carga a través de las retroalimentaciones del contactor para ayudar a mantener limpios los contactores.
RSN, SN1, SN2	Resistores de Amortiguación	SN1 y SN2 están ubicados en el panel RSN, detrás de cada módulo del interruptor. Suministra un paso de corriente para los capacitores del filtro del Módulo del Interruptor asociado.
RS1A, 1B, 1C, RS2A, 2B, 2C	Resistores de Amortiguación	Suministra un paso de corriente para capacitores del filtro del Módulo de Fase asociado.
R1	Resistor del Refuerzo de la Batería	Limita la sobrecorriente en el circuito del campo del Alternador cuando los contactos GFR se cierran por primera vez.
PS	Fuente de Poder (17FH41)	Un convertidor DC a DC que proporciona salidas de $\pm 24\text{VDC}$ reguladas desde el suministro de batería no filtrado. Suministra energía al PSC, TCI y LEMS.
SS1, 2	Sensores de Velocidad del Motor de Tracción	Cada sensor de velocidad entrega dos señales de velocidad de salida, proporcionales a la velocidad del eje del rotor del Motor de Tracción
SYS CPU Card	Tarjeta de la Unidad de Procesamiento Central del Sistema (17FB147)	Provee funciones de control de propulsión y de retardo dinámico, RAM respaldada por batería, reloj de tiempo real, almacenamiento de códigos descargables y enlace serial RS422.
TCI	Interface de Control del Camión (17FL349 ó 17FL373)	Es parte del Panel ICP. Suministra la interface principal entre los diversos sistemas del camión, controles y equipos y es utilizada en conjunto con el DID por el personal de mantenimiento.
TH1	Tirita (Varistor) del Campo del Alternador	Descarga el campo del Alternador cuando AFSE se apaga por primera vez.
VAM1	Módulo de Atenuación de Voltaje (17FM702)	Atenúa las tres salidas de alto voltaje aplicadas a cada bobinado de fase del Motor de Tracción 1 a un nivel aceptable para ser usado por la tarjeta Análoga I/O en el ICP.
VAM2	Módulo de Atenuación de Voltaje (17FM702)	Atenúa las tres salidas de alto voltaje aplicadas a cada bobinado de fase del Motor de Tracción 2 a un nivel aceptable para ser usado por la tarjeta Análoga I/O en el ICP.
VAM3	Módulo de Atenuación de Voltaje (17FM681)	Atenúa las tres salidas de alto voltaje entre el alternador principal y el panel del rectificador, y entre el panel del rectificador y los inversores a un nivel aceptable para ser usado por la tarjeta Análoga I/O en el ICP.
VAM4	Módulo de Atenuación de Voltaje (17FM681)	Atenúa las salidas de alto voltaje entre el AFSE y el alternador principal a un nivel aceptable para ser usado por la tarjeta Análoga I/O en el ICP.



## Módulo 12 Sistema Eléctrico de Potencia

### 4. Seguridad Aplicada

Los sistemas eléctricos de potencia del camión pueden desarrollar altos voltajes por lo que deben tomarse precauciones si se trabaja en ellos.

Algunos de los componentes de las tarjetas son sensibles a la electricidad estática. Para prevenir daños es recomendable que las conexiones a tierra del sistema nunca sean retiradas mientras se manipulan las tarjetas. También es recomendable que el transporte y almacenaje de tarjetas sean a prueba de corriente estática.

Cuando se trabaje sobre sistemas eléctricos debe asegurarse el equipo con bloques o cuñas para prevenir que el camión se mueva.

Choques eléctricos pueden causar serios daños incluso la muerte. La mantención y pruebas eléctricas solamente deben ser realizadas por personal calificado quien debe tomar las precauciones para protegerse de descargas eléctricas. Todas las pruebas de potencia se consideran peligrosas y deben tomarse las precauciones necesarias.

Cada vez que se realice algún trabajo de soldadura en el camión el cable a tierra de la soldadura debe conectarse lo más cerca posible a la parte que será soldada. Nunca los cables deben ser instalados cerca del sistema de potencia o cableado del equipo.