CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor

Módulo 4: “Introducción a la operación del camión eléctrico

PFERA-2-01/v.1-[PE01-M04/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.
Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Descripción del documento 7

Módulo IV: Introducción a la operación del camión eléctrico 8

1. Principales sistemas del camión eléctrico 9

1.1 Características principales del Sistema eléctrico de Potencia 9

1.2 Componentes del tren de fuerza del Camión Eléctrico de Alto Tonelaje 12

1.3 Características principales del Sistema de levante 21

Actividad N° 9 23

2. Cabina del Operador 26

2.1 Asiento del operador 27

2.2 Controles de Cabina 28

2.3 Panel general de instrumentos 33

2.4 Identificación de simbología 38

2.5 Alarmas y símbolos típicos 38

2.6 Control de levante de tolva 54

Actividad N° 10 57

3. Fundamentos de operación del camión eléctrico 63

3.1 Puesta en marcha y desplazamiento del camión 63

3.2 Técnicas de Operación 69

3.3 Operación del equipo 79

3.4 Apagado y aparcado con seguridad de la máquina 90

Actividad N° 11 94

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de mantenedor mecánico base de equipos fijos de nivel 2.
El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.
El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final.

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos:
La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento “Instrumento de evaluación de proceso”.
Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10.La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%.

Módulo IV: Introducción a la operación del camión eléctrico

A continuación se presenta una descripción general del Camión Eléctrico; principales compontes y técnicas de operación, entre otros. Cabe mencionar que esta información debe ser complementada por medio de los recursos y equipos utilizados para el entrenamiento, tanto para la consolidación de los conocimientos, como para el desarrollo de las habilidades asociadas a la operación del equipo.

1. Principales sistemas del camión eléctrico

Los equipos de transporte tienen como principal función desplazar el material extraído por el equipo de carguío hacia un punto de destino definido por el plan minero. En los camiones eléctricos, el tren de potencia presenta características únicas, pues posee un motor diésel que tiene la función de crear la potencia mecánica suficiente para generar energía eléctrica y mover con esta los motores eléctricos que tienen las ruedas.

Figura 1

1.1 Características principales del Sistema eléctrico de Potencia

El tren de potencia eléctrico de los camiones eléctricos, poseen una fuente de poder proporcionada por un motor diésel, que tiene la función de generar la potencia mecánica suficiente para mover al alternador principal y al grupo de bombas hidráulicas.

Figura 2

El flujo de potencia generada en el motor diésel, que es la fuente de poder del módulo de potencia, al estar conectado al alternador principal produce la energía eléctrica CA, la cual es rectificada y transformada en CC en el sistema de rectificación de corriente para volver a transformase a CA en el sistema de control y enviada a los motores de tracción CA ubicados en los mandos finales, esta doble transformación de energía CA a CC y luego CA se debe a que el sistema de control funciona de esta forma e incluso la retardación del camión ocurre con corriente CC en las parrillas.

El flujo de potencia eléctrica permite la eliminación de varios componentes mecánicos lo que se refleja en un menor peso del camión y por lo tanto, menor consumo de energía aumentando la eficiencia.

Como sigue se muestra un esquema general del Tren de Podenca Eléctrico.

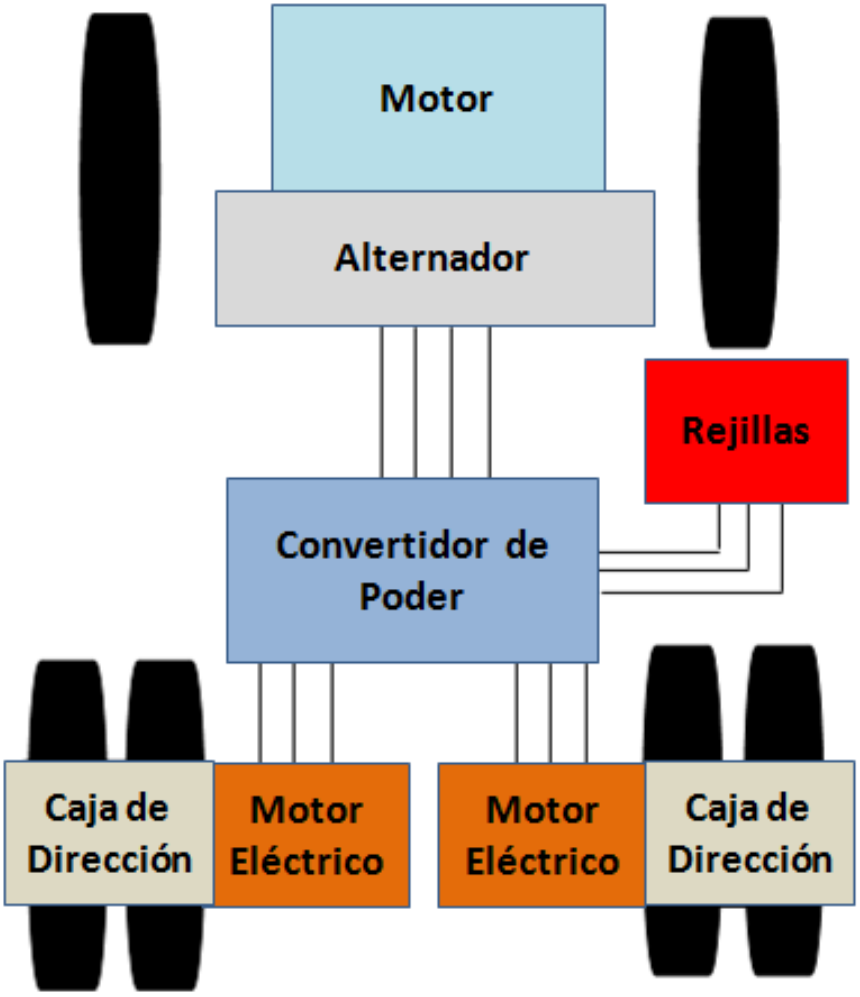


Figura 3

1.2 Componentes del tren de fuerza del Camión Eléctrico de Alto Tonelaje

Alternador Principal

El alternador principal acoplado a la salida del motor como eje de mando directo, obtiene la potencia mecánica del motor diésel y la transforma en energía eléctrica CA, conectado al mismo eje central está el soplador que es el encargado de enfriar a través de flujo de aire al panel rectificador y a los motores de tracción.

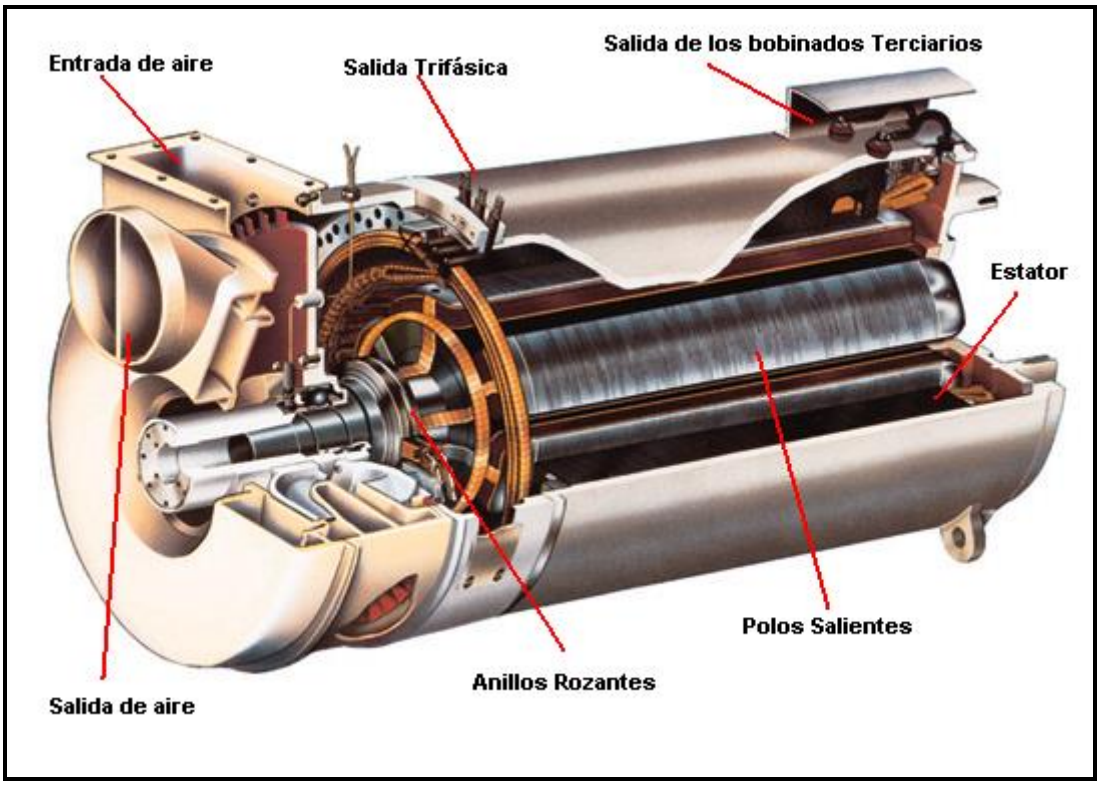


Figura 4: Alternador

El soplador es dual y en línea está montado en la parte trasera del alternador, su capacidad volumétrica puede ser de 12.000 cfm (340 m^3/min) Aprox.

Funcionamiento del módulo de potencia.

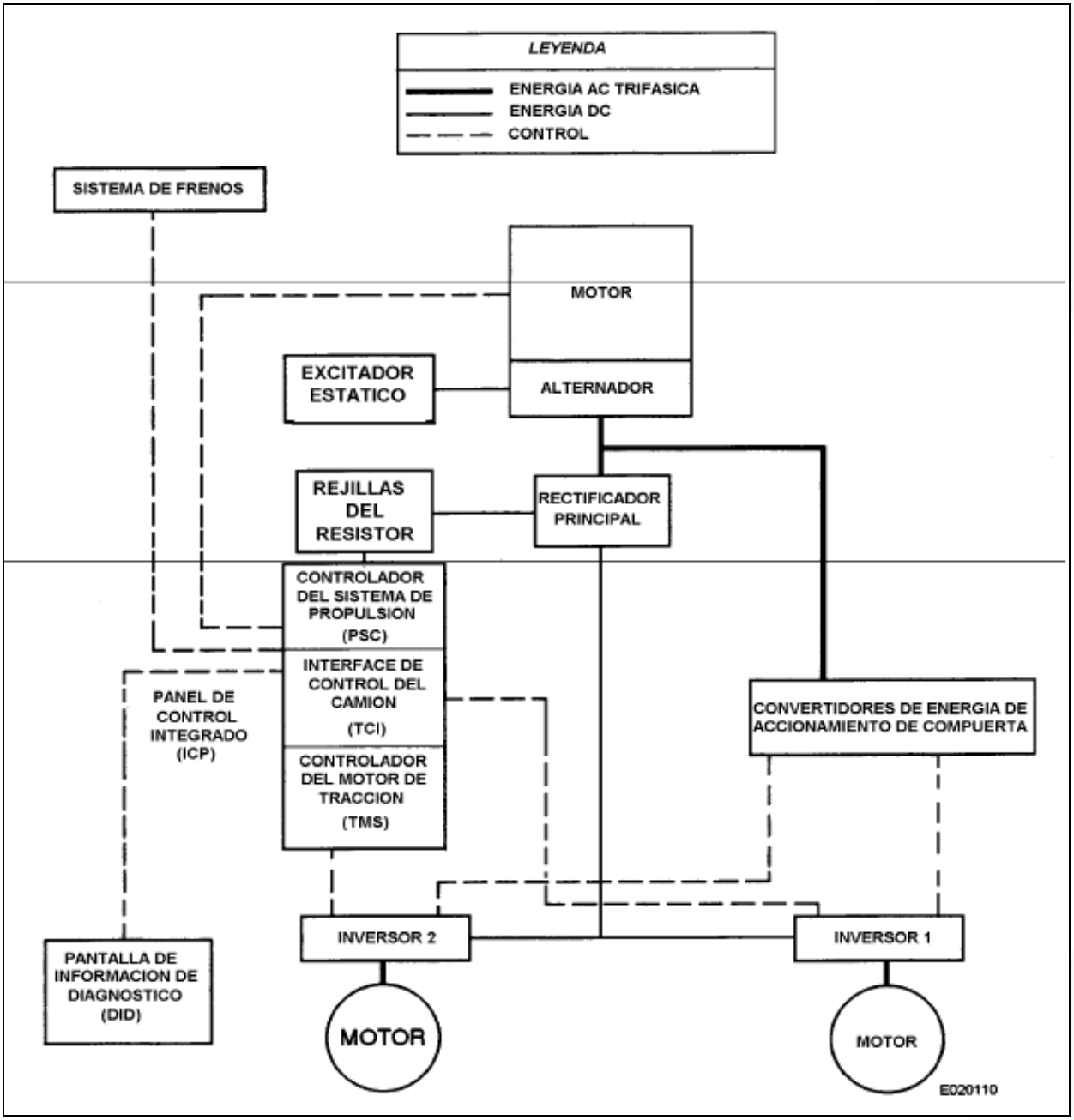


Figura 5

El sistema de mando CA consta de los siguientes componentes principales:

- Alternador (acoplado a un motor diésel).
- Soplador de Enfriado En Línea.
- Convertidores de Energía de Accionamiento de Compuerta.
- Módulos de Diodos Rectificadores.
- Inversores de Energía AC.
- Motores de Tracción por Inducción AC.

Condición de propulsión:

El principio de funcionamiento es el siguiente. El motor diésel acciona un alternador en línea, a velocidad de motor el alternador produce corriente CA, la que es rectificada a CC dentro del gabinete principal, la potencia CC se vuelve a convertir en CA a través de dispositivos llamados “Inversores”, también dentro del gabinete principal, cada inversor consta de seis “Módulos de fases” bajo el control de “La unidad de accionamiento de compuertas” GDU. Cada inversor de corriente CA invierte el voltaje CC rectificándolo y entrega energía de voltaje y frecuencia variable a cada uno de los motores de inducción de tracción de inducción CA.

La GDU controla la operación de cada módulo de fase, cada módulo de fase contiene un interruptor 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 CA desde un suministro CC. La señal de energía CA producida por cada inversor es una señal de voltaje y frecuencia variable VWF. La frecuencia y el voltaje variable se cambian para ajustarlas a las condiciones de operación del camión.

El aire de enfriamiento para el gabinete de control y los motores de inducción CA, así como para el alternador es proporcionado por el soplador principal, que son básicamente dos sopladores en línea con el alternador principal, por lo tanto, el flujo de aire depende de la velocidad de giro del motor diésel.

Los dos motores de inducción CA cada uno con su propio inversor, están conectados en paralelos la salida rectificada del alternador llega a cada inversor, estos cambian el voltaje rectificado a CA, conectando y desconectando (interrumpiendo) el voltaje CC aplicado a los inversores.

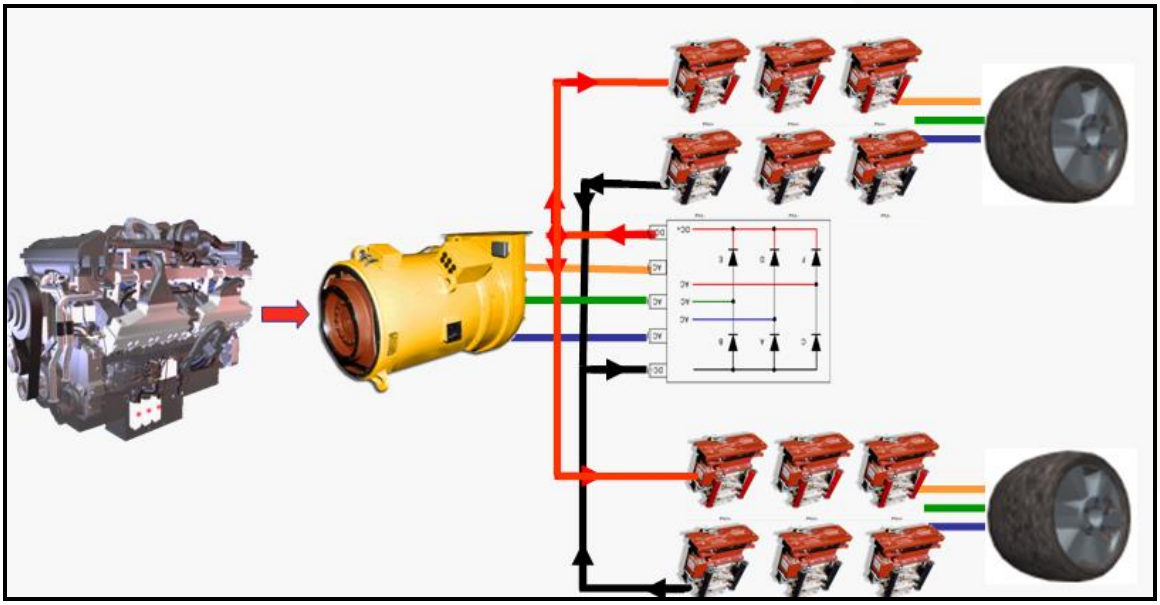


Figura 6: Condición de propulsión

Condición de Retardo

El Conjunto de Retardo Dinámico consiste en dos motores de soplador y catorce resistores de rejilla. Los dos motores de soplador se conectan a la red del resistor de rejilla. Las ruedas motorizadas, actuando como generadores, dan la potencia para hacer funcionar los motores del soplador de enfriamiento. A medida que las ruedas motorizadas generan más potencia, la velocidad de los motores del soplador de enfriamiento aumenta pasando más aire por los resistores de rejilla para disipar el calor adicional.

Se emplea un paquete de rejillas de resistencias para disipar la energía de los motores de tracción (cuando operan como generadores), cuando están en el modo de retardo dinámico, cuando se solicita esfuerzo de retardo, el sistema de transmisión usa las ruedas motorizadas como generadores. La potencia generada se dirige al Conjunto de Retardo Dinámico que brinda una carga resistiva. El valor resistivo del Conjunto de Retardo Dinámico representa una “carga” para las ruedas motorizadas y se opone a la rotación de estas ruedas.

Cuando las ruedas motorizadas funcionan como generadores, los dispositivos conmutadores dirigen la potencia generada hacia los resistores de rejilla dentro del Conjunto de Retardo Dinámico. La carga resistiva se determina por la combinación de dispositivos conmutadores activados por el control. La corriente (medida en amperes) puede variar por el valor resistivo al que se engancha el sistema de control para optimizar el esfuerzo de retardo a diferentes velocidades. A mayores niveles de

corriente (hasta el máximo del sistema) aumenta la oposición a la rotación de las ruedas motorizadas.

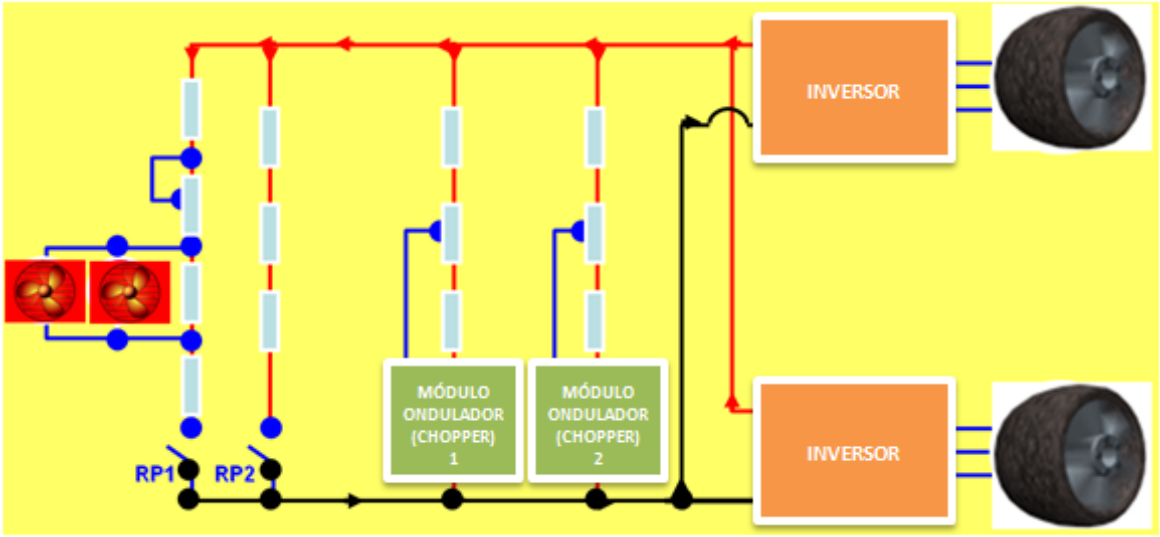


Figura 7: Condición de retardo.

Controlador del Sistema de Propulsión (PSC):

El PSC es el controlador principal para el sistema de mando CA. El panel ICP 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 estado/comandos desde la TCI. Usando estas entradas, el PCS controla los dos inversores, los circuitos de retardo, relés, contactores, y otros dispositivos externos para proporcionar las siguientes funciones:

- Control de propulsión y deslizamiento de ruedas.
- Control de retardo y deslizamiento de ruedas.
- Control de velocidad del motor.
- Detección de eventos.
- Inicialización de las restricciones de operación necesarias, incluyendo la detención del camión, si se detecta una falla grave en el sistema (evento). Si la falla no es grave, se encenderá una luz para alertar al operador sobre el problema. Todos los datos de eventos se registran para revisiones futuras por parte del personal de mantenimiento.
- Registro de los datos del evento.

- Almacenamiento de datos estadísticos del historial de los diversos componentes y operaciones de las funciones del sistema.
- Comunicación con la TCI, para intercambiar datos de estado y control del sistema de propulsión (datos de eventos, datos estadísticos, etc.), y para recibir los datos de estado requeridos de los sistemas del camión.
- Comunicación con la TCI, para intercambiar datos de la Unidad de Prueba Portátil (PTU) de propulsión (tiempo real de propulsión, historial, diagnóstico, y datos de parámetros tales como código de software, etc.).
- Accionamiento de las luces de estado y de advertencia de la cabina del operador.

El sistema de control de propulsión PSC montado en el gabinete de control principal determina las velocidades óptimas de operación del motor diésel, en base a lo que pide el operador, a las exigencias del sistema de propulsión y al uso eficiente del combustible.

La interfase entre el PSC y el sistema de freno del camión permite que el PSC proporcione retardo apropiado, frenado y control de deslizamiento de las ruedas.

El PSC en comunicación con la interfase de comunicación de control del camión TCI, montada en el gabinete de interfaz eléctrica detrás de la cabina, las señales de control se transmiten y reciben entre estos dos componentes.

Un enlace en serie RS422 permite la TCI acceder a datos en tiempo real e información de eventos almacenados en el PSC para su despliegue en la pantalla de información de diagnóstico DID ubicada en la cabina detrás del asiento del operador.

ADVERTENCIA: Los Conjuntos de Retardo Dinámico pueden CALENTARSE demasiado durante la operación. Asegurarse de dejar un tiempo pertinente de enfriamiento antes de llevar a cabo cualquier tipo de mantenimiento.

ADVERTENCIA: Puede haber voltajes letales en este equipo. Asegurarse que el Interruptor Principal (CPS) esté en la posición off (Apagado) y que el Contactor de Campo del Generador (GFCO) esté en la posición CUTOUT (Corte). Abra, ponga las tarjetas de seguridad y bloquee el interruptor de aislación de la batería de acuerdo a las instrucciones de OEM. Revise que las luces de carga del capacitor no estén encendidas.

Usar un VOM para VERIFICAR que no haya voltaje antes de tocar algún terminal. El incumplimiento de estos procedimientos podría resultar en una electrocución y muerte.

***PRECAUCIÓN: Mantener un espacio de 457 mm en torno a todos los lados del conjunto de retardo dinámico para que fluya el aire. Las obstrucciones en torno al conjunto tienen el potencial de causar sobrecalentamiento y falla* del equipo.**

Mando Final Trasero:

En el módulo trasero están instalados ambos mandos finales con sus respectivos motores de inducción CA, los motores generan una potencia mecánica que el eje palier transmite hacia el mando final. Este posee dos reducciones en un conjunto de trenes planetarios dobles cuyo objetivo es aumentar el torque y disminuir la velocidad de giro, esto se realiza en dos etapas para disminuir la presión de contacto entre los engranajes.

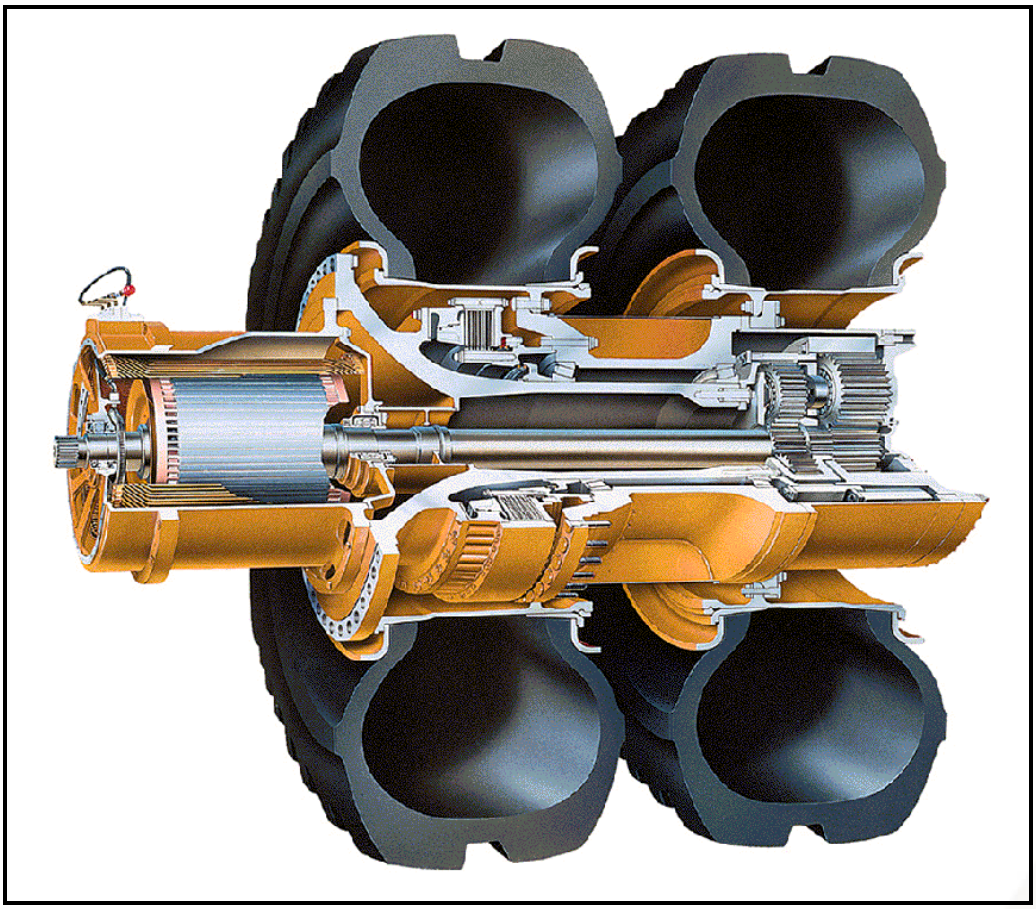


Figura 8: Mando final y motor de inducción CA.

Identificación de componentes

- Motor de inducción.
- Eje palier.
- Grupo de eje.
- Grupo de rueda.
- Grupo de frenos.
- Reducciones planetarias.
- Cubo de torque.
- Neumáticos.

Principio de funcionamiento del módulo trasero:

El flujo de potencia generado en los motores de inducción CA se transmite a los mandos finales a través del eje palier hasta el mando final que está montado sobre el yugo trasero, el yugo trasero va unido al chasis rígido por:

- Ambas suspensiones traseras.
- La barra estabilizadora.
- El pasador central.

Figura 9

A este conjunto de componentes se conoce como módulo trasero. Las suspensiones y la barra estabilizadora permiten el movimiento oscilante del yugo respecto al chasis rígido aproximadamente 10°, este movimiento aleatorio dependiente de las condiciones del terreno, la estiba de la carga, la velocidad en radios de giro corto y los giros a altas velocidades de piso y es pivoteado en el pasador central.

Figura 10

Es responsabilidad del operador inspeccionar los puntos de contacto para verificar la lubricación asegurando el correcto funcionamiento de todo el conjunto y evitar las malas prácticas que exigen la oscilación del módulo trasero.

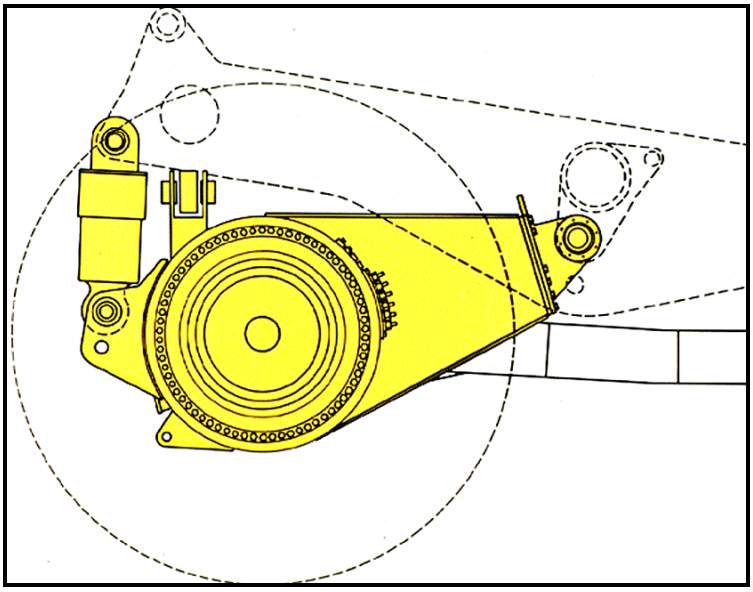


Figura 11

Los neumáticos traseros soportan la carga y entregan la estabilidad necesaria al chasis y tolva del camión a través de las suspensiones traseras, la barra estabilizadora y el pasador central, en términos de inspección visual es responsabilidad del operador verificar la altura de ambas suspensiones 10” cada una.

Figura 12

En esta imagen se puede observar la palanca de control del levante situada a la izquierda del operador. Este sistema cuenta con 4 posiciones:

- Levantar.
- Sostener.
- Flotar.
- Bajar.

Es un sensor de posición que envía señales de entrada al área de control de transmisión que, posteriormente envía señales de alimentación a los solenoides de la válvula de control de levante. Este sistema es, en general, controlado electrónicamente por el módulo de control.

Mientras el camión es operado, la palanca debe ir en la posición flotante, asegurando la presión de lubricación de frenos en el interior del lado de los cilindros de levante para evitar que la tolva, golpee contra la superficie del chasis.

Los controles de posición del asiento neumático para garantizar el confort y la seguridad del operador del camión.

Por otra parte, el diseño del neumático permite compensar el peso y la estatura posible de cualquier operador, ajustándose según uso.

Actividad N° 9

Principales sistemas del camión eléctrico

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

Objetivos de aprendizaje

- Reconocer los diferentes sistemas autónomos que posee el camión de alto tonelaje.

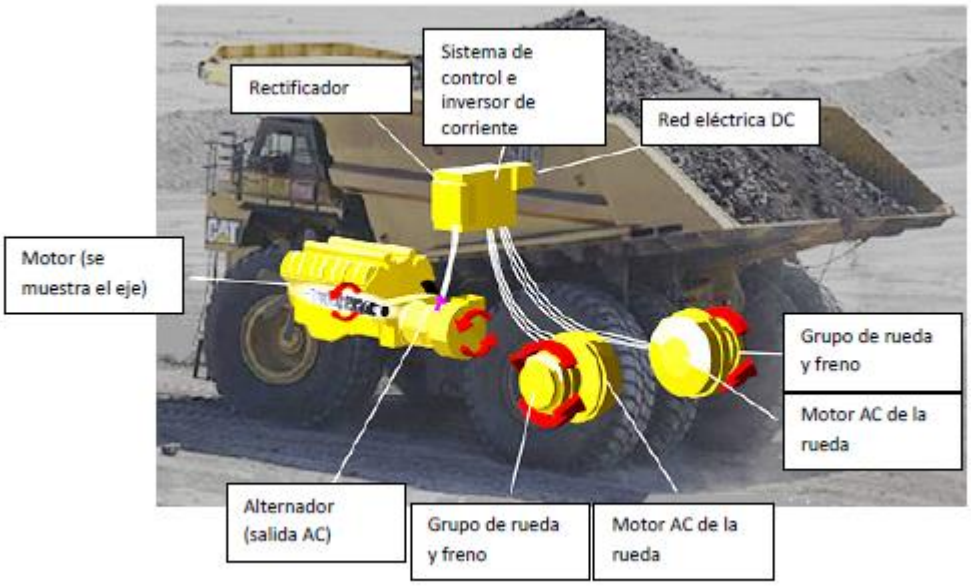
Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor reconocerán los principales sistemas autónomos del camión de alto tonelaje eléctrico, tales como: sistema eléctrico potencia, sistema de levante de carga, sistema de frenado y otros sistemas auxiliares. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos sistemas de la máquina, apoyando los contenidos vistos en clases.

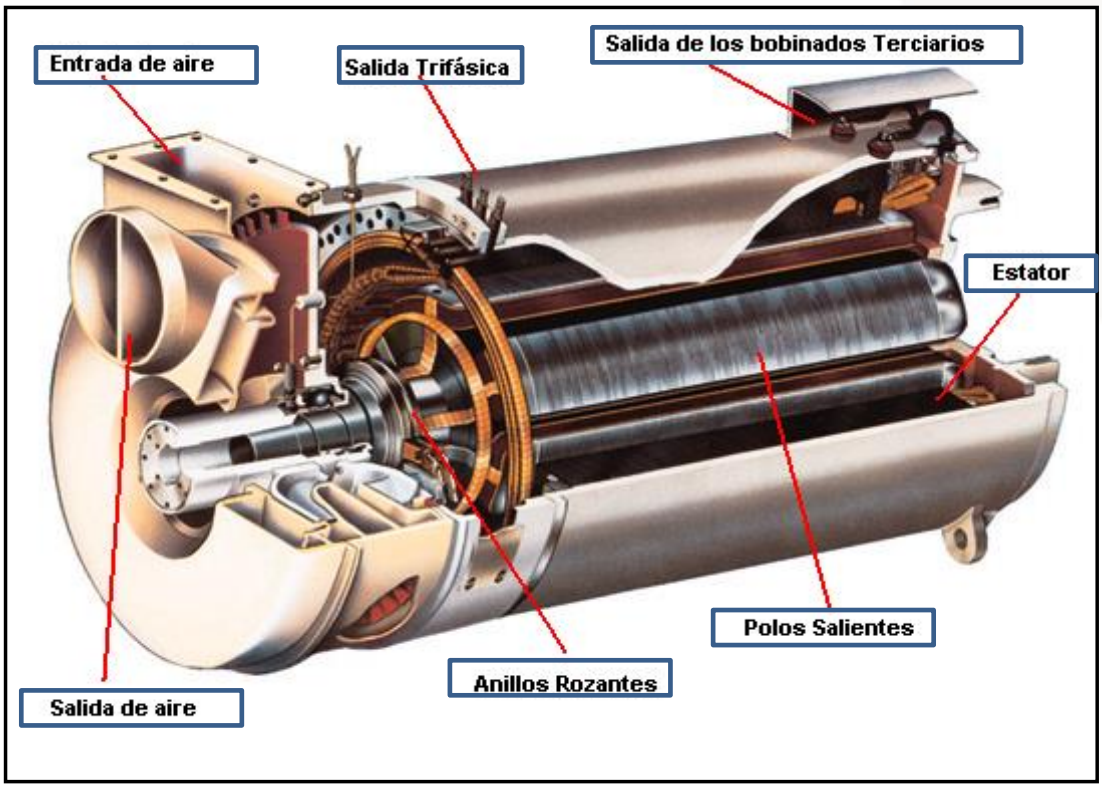
Materiales y recursos

Material didáctico (imágenes)
Desarrollo:

1) El instructor les solicitará a los participantes que identifique cada uno de los componentes que se muestran y que componen el sistema del camión de alto tonelaje eléctrico.



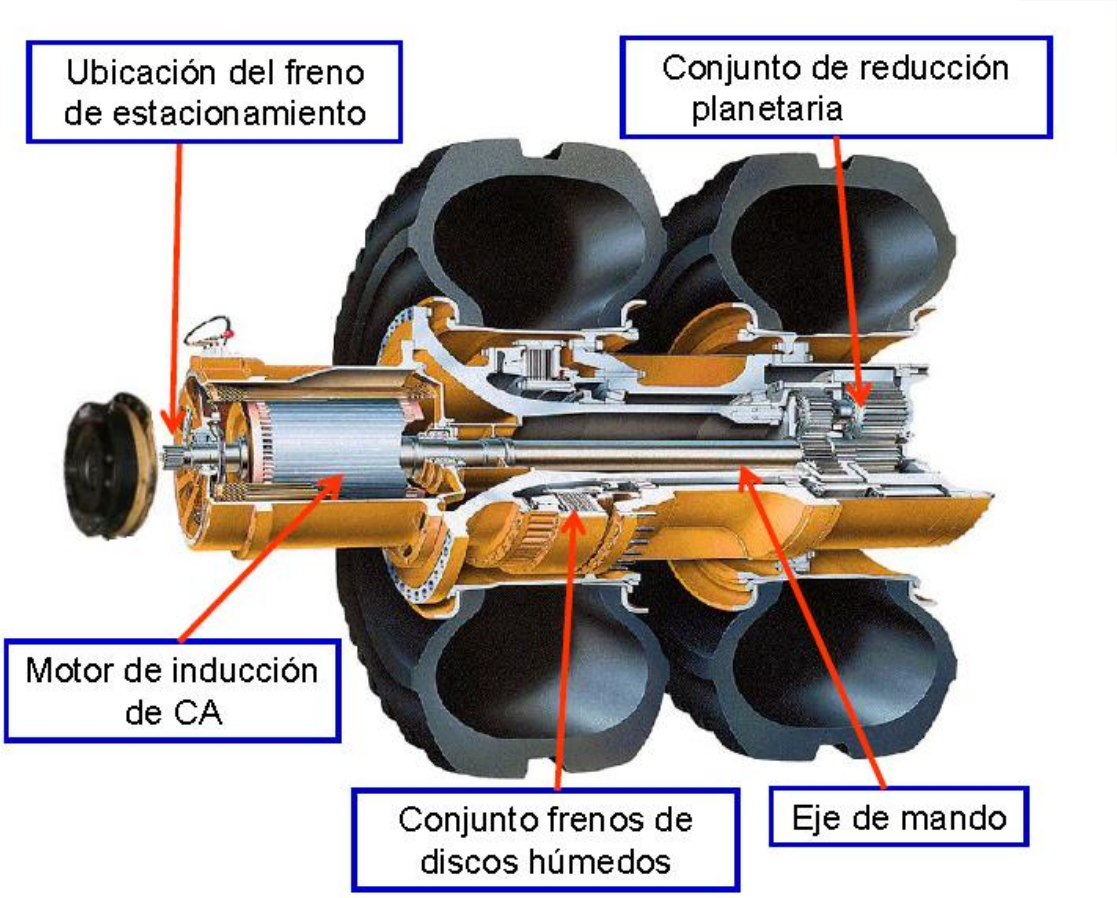
2) El instructor les solicitará a los participantes que identifique cada uno de los componentes que se indican y que componen el sistema de alternador principal del camión de alto tonelaje eléctrico.



3) El instructor le solicitará a los participantes que trabajen en pares, grupos o individualmente explicado que medidas tomarían ante las situaciones siguientes:

Los Conjuntos de Retardo Dinámico pueden CALENTARSE demasiado durante la operación.	El operador debe asegurarse de dejar un tiempo pertinente de enfriamiento antes de llevar a cabo cualquier tipo de mantenimiento.
Puede haber VOLTAJES LETALES en el equipo.	El operador debe asegurarse que el Interruptor Principal (CPS) esté en la posición off (Apagado) y que el Contacto de Campo del Generador (GFCO) esté en la posición CUTOUT (Corte). Deberá abrir, poner las tarjetas de seguridad y bloquear el interruptor de aislación de la batería de acuerdo a las instrucciones de OEM. Revisar que carga del capacitor no estén encendidas. Se debe usar un VOM para VERIFICAR que no haya voltaje antes de tocar algún terminal.

4) El instructor les solicitará a los participantes que identifique cada uno de los componentes que se indican y que forman el sistema de mando final trasero del camión de alto tonelaje eléctrico.



Cierre

El instructor indicará y reforzará los conceptos estudiados en clases recordando junto a los participantes que el alternador principal acoplado a la salida del motor como eje de mando directo, obtiene la potencia mecánica del motor diésel y la transforma en energía eléctrica, conectado al mismo eje central se encuentra, el soplador que es el encargado de enfriar a través de flujo de aire al panel rectificador y a los motores de tracción.

2. Cabina del Operador

A continuación se detallará la composición de la cabina del operador. En general, tiene un diseño ergonométrico que permite excelente visibilidad y control de la una imagen clara y amplia del camino. El operador debe mantener en buen estado y limpios ambos espejos y debe ser capaz de controlar la ubicación del camión sólo con la referencia de los espejos.

Ejemplo de Cabina de Camión Eléctrico:

Figura 13

Figura 14

2.1 Asiento del operador

El asiento es de suspensión totalmente ajustable que tiene en cuenta las diferencias de tamaño corporal, peso y postura.

El asiento es una pieza bastante sofisticada y puede ser ajustada para realizar lo siguiente:

• Respaldo superior. • Respaldo inferior. • Inclinación del cojín del asiento. • Movimiento del asiento hacia adelante y atrás. • Reclinación del asiento.	• Ajuste de altura del asiento. • Amortiguación de la suspensión para aumentar la rigidez de la suspensión. • Ajuste del peso.

El instructor mostrará el uso del asiento en su camión.

El cinturón de seguridad es una parte muy importante de su camión. Cada vez que se conduzca el camión, se deberá utilizar el cinturón de seguridad.

Revisar siempre la condición del cinturón de seguridad y las piezas de montaje antes de operar la máquina.

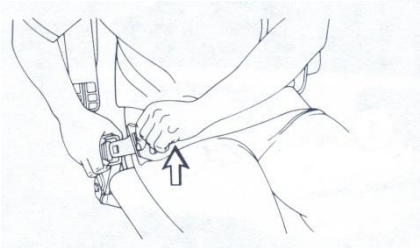


Figura 15

Inspeccionar el cinturón en búsqueda de desgaste o tejidos deshilachados.

El cinturón de seguridad está equipado con un retractor de bloqueo automático.

Este retractor se bloqueará si el cinturón es tirado o jalado después de que el cinturón sea tirado fuera del retractor.

Toda maquinaria de movimiento de tierra que cuente con una estructura anti-vuelcos debe tener cinturones de seguridad que se ajusten a un estándar.

2.2 Controles de Cabina

Controles de la cabina:

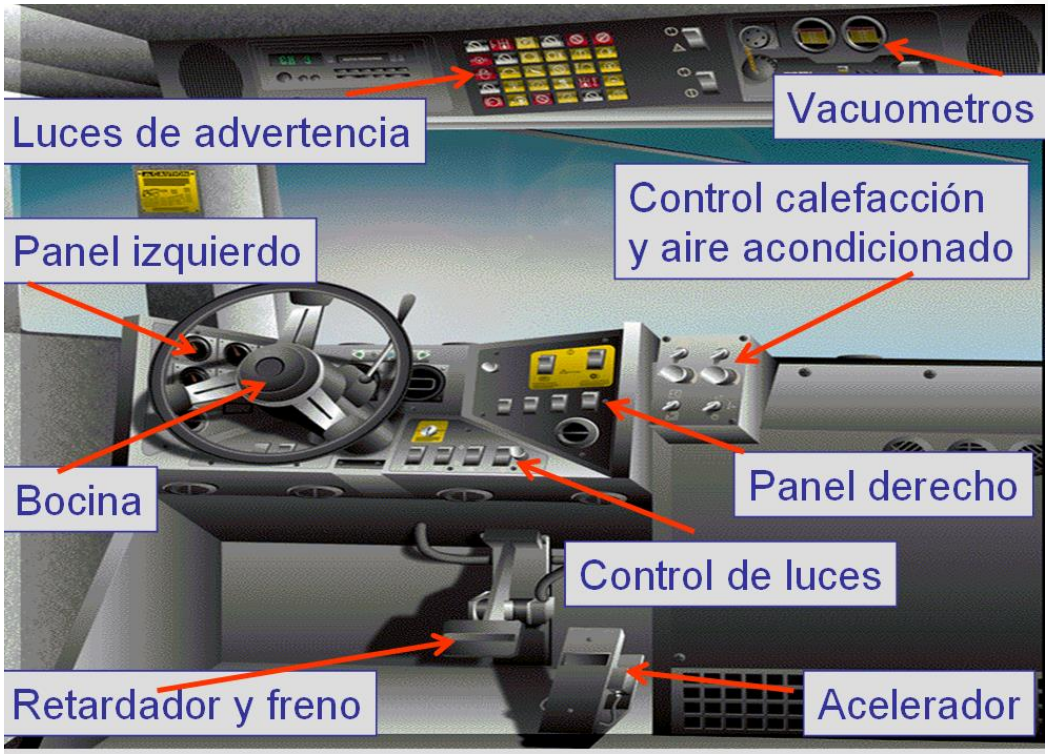


Figura 16

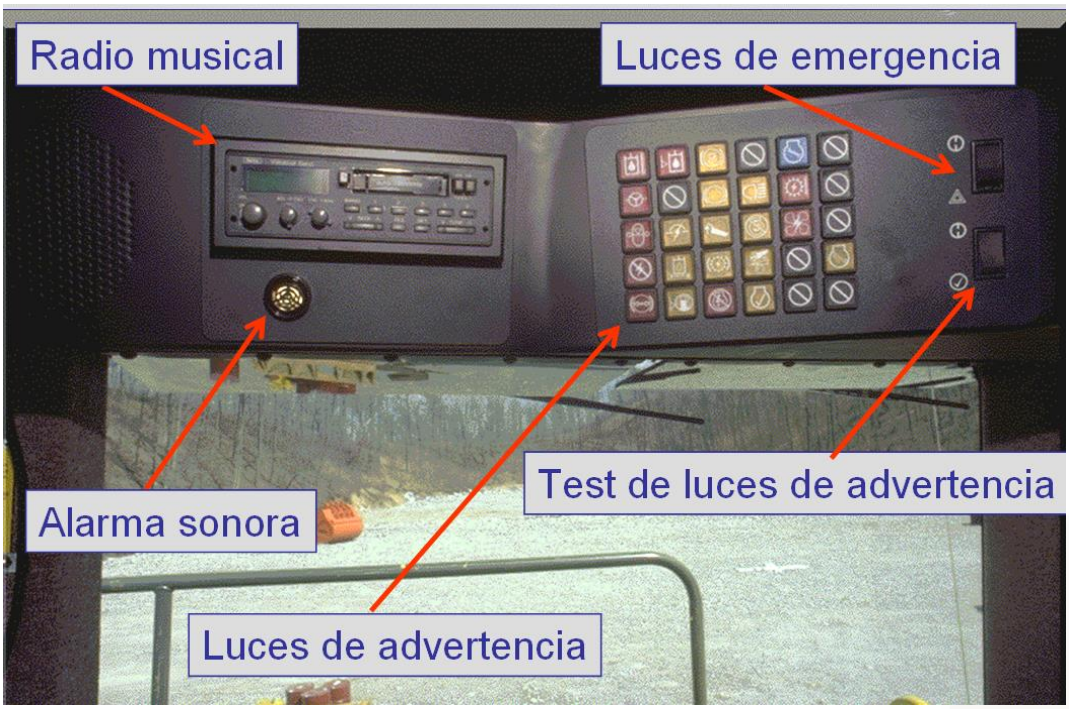


Figura 17

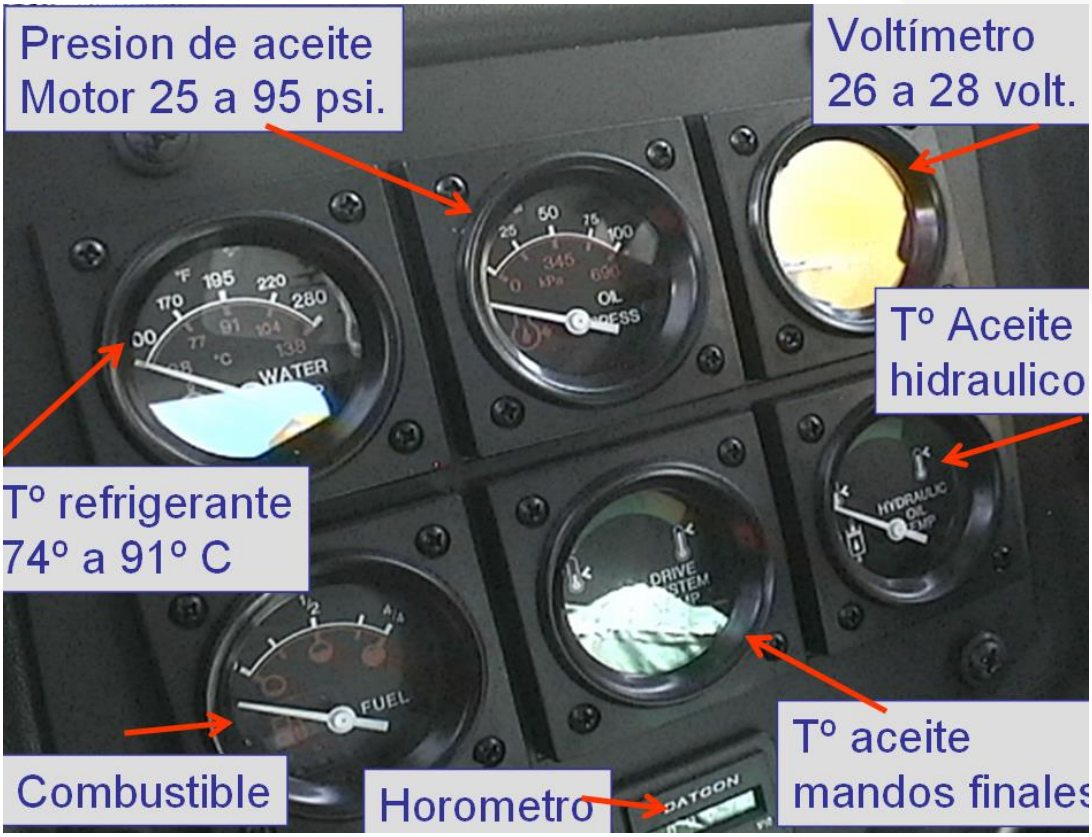


Figura 18

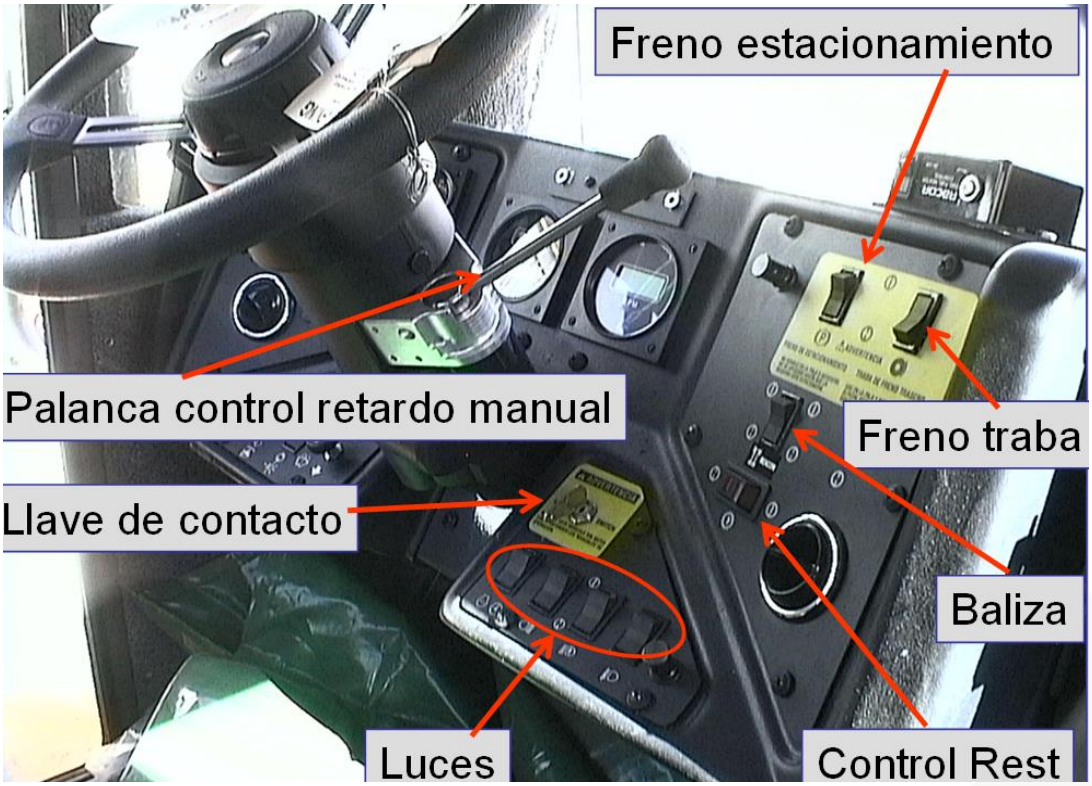


Figura 19

Medidores indicadores y panel de control:

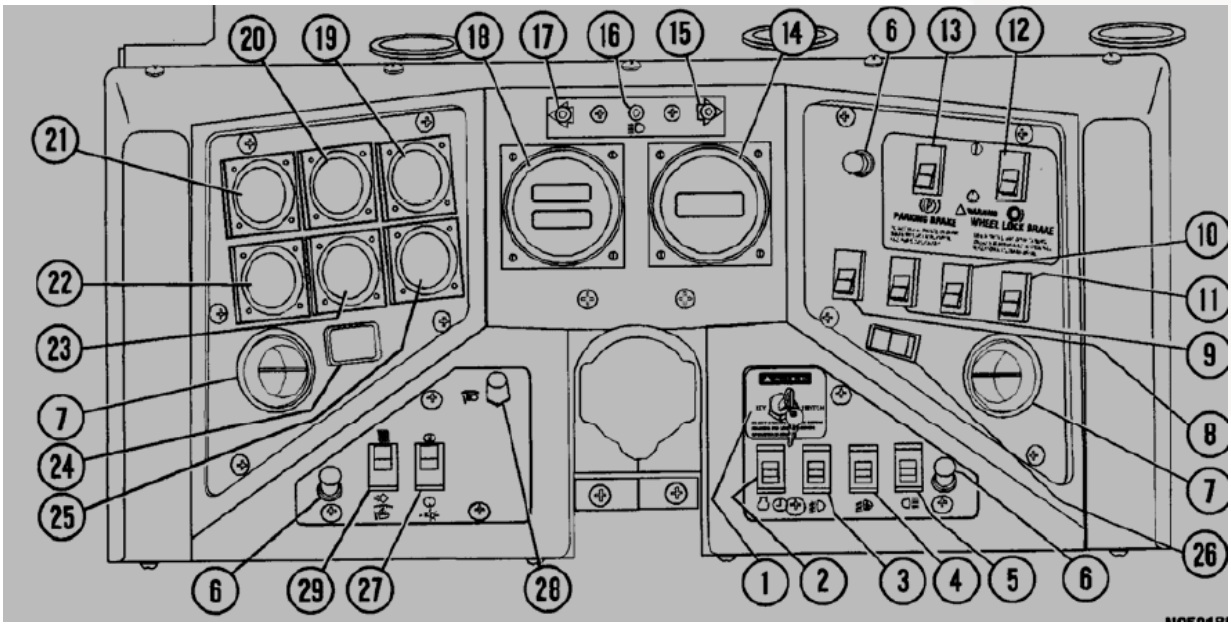


Figura 20

1. Interruptor de partida.
2. Interruptor de Detención del Motor con Temporizador de Retardo.
3. Interruptor Neblineros (N./O.).
4. Interruptor de Luz de Escalera (3 Vías).
5. Interruptor de Luz de Retroceso.
6. Luz (ces) de Encendido del Panel.
7. Respiradero(s) Calefactor /Aire Acondicionado.
8. Repuesto.
9. Interruptor Luz Baliza Giratoria (N./O.) (Opcional).
10. Interruptor Desempañador de Espejos (N./O.) (Opcional).
11. Repuesto.
12. Interruptor de Bloqueo de Freno de las Ruedas.
13. Interruptor Freno de Estacionamiento (N./O.).
14. Tacómetro Digital.
15. Luz Indicadora de Señal de Viraje a la Derecha.
16. Luz Indicadora Luces Delanteras Altas.
17. Indicador de Señal de Viraje a la Izquierda.
18. Velocímetro Digital / Medidor de Carga Útil.
19. Medidor Voltímetro.
20. Medidor de Presión de Aceite del Motor.
21. Medidor de la Temperatura del Agua del Motor.

22. Medidor de Combustible.
23. Temperatura del Sistema de Mando CA.
24. Medidor de Horas del Motor.
25. Temperatura del Aceite Hidráulico/Freno.
26. Interruptor Rest CA.
27. Interruptor Luces Delanteras.
28. Reóstato del Atenuador de Luces de Encendido del Panel.
29. Interruptor del Medidor de Carga Útil.

Características técnicas de la cabina

La cabina del operador es como su oficina de trabajo y una representación de la actitud del operador frente a su equipo de trabajo, nos podemos hacer una imagen de una persona simplemente observando el estado de la cabina de su camión, mantenga despejada y limpia la cabina, esta es responsabilidad del operador del camión.

Figura 21

Al interior de la cabina camión:

Figura 22: Interior de la cabina

Se destacan entre otros componentes en la cabina:

- El volante de la dirección, ajustable en posición para un cómodo control de la dirección sin interrumpir la visión hacia el exterior.
- El asiento es de control de altura neumática, permite ajustar la posición frente al volante del operador y además permite acercarse o alejarse del volante, recuerde que las recomendaciones de operación al respecto son que, el brazo izquierdo que controla principalmente la dirección debe estar en un ángulo de 120° entre el hombro del operador y el volante.
- El pedal del acelerador en un sensor de posición cuya señal es enviada al módulo de control para el ajuste de la aceleración del motor, recuerde que cualquiera sea la condición geográfica, el motor no debe expulsar humo negro por el tubo de escape, esto es característico de una aceleración brusca y significa que no existe suficiente oxígeno en el aire para la cantidad de combustible inyectado.
- El pedal del freno, es la válvula de control del retardo dinámico y el freno de servicio, durante el recorrido del pedal el 50% es retardo y el otro 50% es freno ambos sistemas son distintos, el retardo dinámico como su nombre lo indica es un sistema de control de velocidad sólo en condición de operación a velocidades de piso superiores a las 3 mill/hrs. y es un sistema de control de velocidad a través del consumo de la energía eléctrica generada por la velocidad de piso, no está diseñado para detener el equipo. En cambio el freno de servicio es hidráulico y aplica sobre el grupo de frenos hidráulicos a diferencia del retardo

dinámico este si se usa para detener el camión a velocidades inferiores a 3 mill/hrs.

2.3 Panel general de instrumentos

Es el módulo de visualización del operador, donde se entregan parámetros considerados críticos por el fabricante, cuyo estado se presenta el tiempo real durante todo la operación, además en su configuración entregan las zonas de alerta.

Figura 23: Panel de instrumentos

- Temperatura de refrigerarte de motor, Indicador análogo proveniente del sensor de temperatura del sistema de refrigeración dado en escalas de control (sistema inglés y el sistema internacional), considerado crítico para el funcionamiento del motor diésel.
- Temperatura del aceite hidráulico, indicador análogo referencial no entrega un valor, sino que se debe interpretar la indicación como alta, media o baja, el lado derecho rojo del indicador implica peligro, recuerde que este parámetro de control es considerado crítico, puesto que expresa la temperatura del sistema de refrigeración de frenos, lo que implica una pérdida de eficiencia en caso de ser alta.
- Velocímetro, indicador digital de velocidad de piso en km/hrs. o mill/hrs.
- Pesómetro, indicador digital de la carga útil, valor calculado con la presión en las suspensiones delanteras y traseras.

- Velocidad de motor, indicador digital en rpm, registra desde el sensor de velocidad en el alternador principal.
- Presión de aceite de motor, Indicador análogo que registra la presión de aceite de lubricación del motor diésel en ambos sistemas de medidas.
- Nivel de combustible, indicador análogo no entrega valor solo una referencia, debe interpretarse como lleno, medio o vacío.

Consola del operador:

Figura 24: Interior cabina

- Palanca de retardo dinámico, es el control manual del retardo dinámico, este componente se utiliza para reducir velocidad en condiciones de desplazamiento normal, antes de una curva, pero no se recomienda para bajar pendientes favorables vacío ni cargador, para tal situación existe el SCR.
- Llave de contacto, interruptor de encendido de motor.
- Parador de cinco minutos, este interruptor permite el funcionamiento del motor en bajas y vacío durante un periodo de descanso antes de detener el motor, se usa para bajar la velocidad de giro del turbo antes de detener la lubricación y refrigeración del turbo.
- Interruptor de freno de traba, este freno se usa para el procedimiento de carga en la frente de carguío y descarga en el botadero, este freno actúa solo sobre los frenos de servicio trasero con presión reducida de 2000 psi, el objetivo es permitir cierto grado de libertad del neumático durante estos procedimientos.
- Interruptor de freno de estacionamiento, este interruptor acciona el solenoide de freno estacionamiento que controla la presión de aceite hidráulico para la

desaplicación del camión, no olvidar que este freno solo se utiliza con velocidad de piso cero, y no es para carga y descarga, en cualquiera de estas condiciones se considera mala operación.

- Interruptor reset, o de descanso este interruptor permite conectar y desconectar el flujo de potencia hacia el alternador, dejando sin propulsión ni retardo al camión.
- Interruptor de luces y baliza, son componentes que permiten el control de las luces exteriores y la baliza del camión.

Consola de mando camión:

Identificación de componentes

- Control manual del sistema contra incendios.
- Botón de control del RSC.
- Control de potencia de retardo dinámico.
- Botón sobreposición.
- Palanca selectora de velocidades.
- Parada de emergencia.
- Alzavidrios derecho e izquierdo.
- Cenicero.
- Palanca de control del sistema de levante.

Figura 25

- Botón de control del RSC, el botón pulsador encendido apagado, conecta y desconecta el sistema de control de retardo dinámico.
- Control de potencia de retardo dinámico, es un control de resistencia variable este establece el nivel de potencia de retardo para bajar pendientes cargado o descargado, el operador debe referir a la tabla de pendientes para controlar la velocidad de piso del camión usando el RSC.

- Botón sobreposición, botó pulsador que permite operar el camión sobreponiendo la señal de potencia a la señal de freno de servicio, sirve para mover el camión con tolva arriba.
- Parada de emergencia, es un botón pulsador que permite detener el motor en condición de emergencia, la particularidad que a diferencia de la detención normal no descarga los acumuladores de dirección, esta condición permite al operador tener potencia hidráulica disponible para el accionamiento de la dirección y frenos.
- Palanca del control del sistema de levante, palanca mecánico que controla el accionamiento del sistema de levante tiene cuatro posiciones: levantar, sostenido, flotante y bajada.

Consola superior:

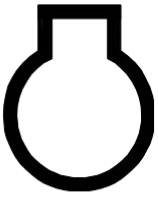
Estatus/ Símbolos de luz indicadores de precaución

Las luces indicadoras de color **AMBAR** alertan al operador de que la función señalada del camión requiere una precaución al encender.

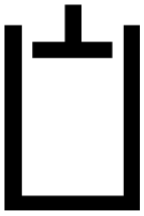
Las luces indicadoras de color **ROJO** alertan al operador de que la función señalada requiere la acción inmediata del operador. Detenga con seguridad el camión y pare el motor.

¡NO OPERAR EL CAMIÓN CON LUZ PILOTO ROJA ENCENDIDA!

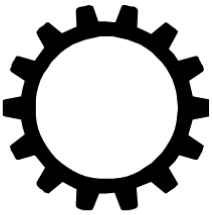
Símbolos primarios



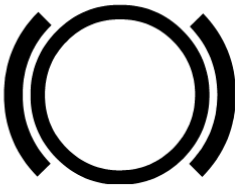
Motor Diesel



Sistema hidráulico

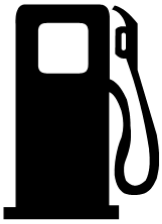


Tren de potencia



Sistema de frenos

Sistema de Dirección



Combustible

Sistema eléctrico

Sistema eléctrico

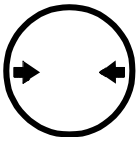
Símbolos Segundarios

Aceite – Gota de aceite

Liquido / refrigerante– ondas

Flujo / Flecha Larga

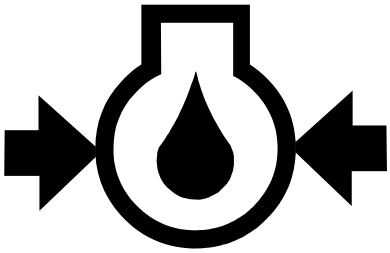
Temperatura / Termómetro



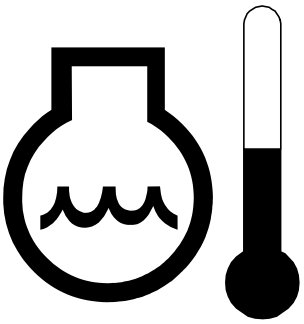
Presión – flechas señalan hacia adentro o afuera

2.4 Identificación de simbología

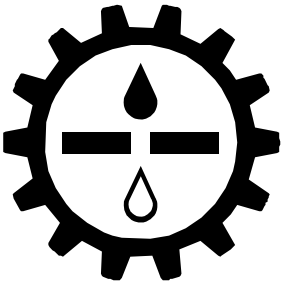
- Buscar siempre el símbolo primario.
- Luego buscar los símbolos secundarios unidos o construidos sobre el primario



Presión de Aceite de Motor



Temperatura de Refrigerante de Motor



Filtro de Aceite de Transmisión

2.5 Alarmas y símbolos típicos

Es muy importante que el operador sea capaz de identificar y responder ante todos los símbolos que aparecen en la pantalla de alarma del camión eléctrico.

Son por lo general un indicador temprano sobre la existencia de un problema potencial. La detección a tiempo puede evitar fallas o podría reducir averías y mantenimientos costosos.

La siguiente tabla de símbolos son universales en toda la industria, puede haber algunas variaciones.

Por lo tanto es importante consultar los manuales del fabricante.

Consola superior:

Figura 26

Símbolos de Luces Indicadoras de Estado/Advertencia

Cuando se encienden las **luces indicadoras de color ámbar** (**amarilla**) alertan al operador que la función indicada del camión necesita alguna precaución.

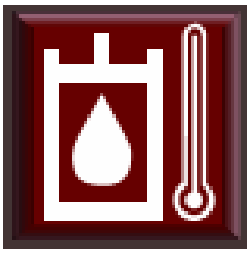
Las **luces indicadoras de color rojo** alertan al operador que la función indicada del camión exige una acción inmediata de su parte. **Detener con cuidado el camión y apagar el motor**.

NO HACER FUNCIONAR EL CAMION CON UNA LUZ DE ADVERTENCIA ROJA ENCENDIDA.

Las descripciones siguientes para la explicación de los símbolos.

Identificación de componentes:

Figura 27: Alta Temperatura del Aceite Hidráulico.



- **Significado:** Alta temperatura aceite hidráulico
- **Consecuencia:** Prolongar la operación podría causar daños a la integridad del operador, debido a que esta temperatura está asociada a la temperatura del sistema de frenos de servicio.
- **Acción:** Detener el camión en forma segura

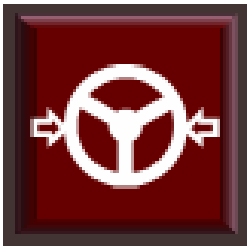
Esta luz de advertencia roja indica una alta temperatura del aceite en el estanque hidráulico.

Varias cosas se producen antes que la luz roja se encienda.

1. Si el camión está en movimiento, y la temperatura del aceite excede 221°F (105°C), llevar la velocidad mínima de operación en ralentí será de 1200 RPM (normalmente 1050).
2. Si el camión está en movimiento, y la temperatura del aceite excede 230°F (110°C), llevar la velocidad mínima de operación en ralentí será de 1700 rpm (normalmente 1050)
3. Si el camión está detenido, y la temperatura del aceite excede 212°F (100°C), llevar la velocidad mínima de operación en ralentí será de 1000 rpm (normalmente 750).

NOTA: Una vez que el aceite se enfría al rango de operación normal, las rpm del motor volverán a velocidad normal.

Figura 28: Baja presión en el sistema de dirección



- **Significado:** Baja presión en el sistema de dirección
- **Consecuencia:** Problemas en el sistema hidráulico de dirección, de continuar la operación del camión, podría quedar sin dirección.
- **Acción:** Detener el camión en forma segura.

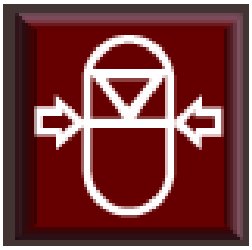
Cuando el interruptor de partida se gira a ON, se encenderá la luz de advertencia de baja presión de la dirección hasta que la presión hidráulica del sistema de dirección alcance las 2300 psi (15.9 MPa). La bocina de advertencia también se activará y permanecerán ambas activadas hasta que se haya cargado el acumulador.

Durante el funcionamiento del camión, se activará la luz de advertencia de baja presión de la dirección y la bocina de advertencia sonará si la presión hidráulica del sistema de dirección desciende por debajo de 2300 psi (15.9 MPa).

1. Si la luz se enciende temporalmente (parpadea) al girar el volante de dirección a una velocidad baja del camión y a bajas rpm del motor, esto puede considerarse “normal” y puede continuar con la operación.
2. Si la luz indicadora se enciende a una mayor velocidad del camión y a altas RPM del motor, **NO HACER FUNCIONAR EL CAMION**.

Si la luz de advertencia de baja presión de la dirección sigue encendiéndose y sigue sonando la alarma, indica baja presión de la dirección. La presión remanente en los acumuladores permite que el operador controle el camión hasta detenerse. No intente seguir haciendo funcionar el camión hasta que se localice y se corrija la falla.

Figura 29: La luz de advertencia de baja precarga del acumulado



- **Significado:** Baja presión en los acumuladores.
- **Consecuencia:** Problemas con la carga seca de los acumuladores o con el sistema de carga, de continuar la operación, puede quedar sin dirección de emergencia.
- **Acción:** Detener el camión en forma segura.

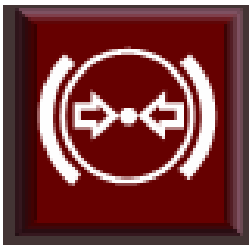
La luz de advertencia de baja precarga del acumulador, si se enciende, indica una baja precarga de nitrógeno para el(los) acumulador (es) de la dirección. Para verificar una

precarga adecuada de nitrógeno en los acumuladores, se debe apagar el motor y se debe purgar por completo el sistema hidráulico; gire el interruptor de partida a la posición de FUNCIONAMIENTO.

La luz de advertencia no se encenderá si el sistema está cargado en forma adecuada. La luz de advertencia destellará si la precarga de nitrógeno en el(los) acumulador(es) es inferior a las 1100 ± 45 psi (7585 ± 310 KPa)

- Si la luz de advertencia de baja precarga del acumulador destella, informe al personal de mantenimiento.
- No intente seguir con el funcionamiento del camión hasta que los acumuladores se hayan recargado con nitrógeno hasta las 1400 psi (9653 kPa).
- Es posible que no haya suficiente energía para dirección de emergencia, si el sistema no se carga correctamente.

Figura 30: Baja presión en sistema de frenos servicio



- **Significado:** Baja presión en sistema de frenos servicio.
- **Consecuencia:** Problemas con la presión de trabajo del sistema hidráulico de frenos de servicio, de continuar la operación puede quedar sin frenos.
- **Acción:** Detener el camión en forma segura.

Esta luz indicadora roja indica una falla en el circuito de freno hidráulico. Si esta luz se enciende o se activa una señal sonora, detenga el funcionamiento del camión y notifique al personal de mantenimiento.

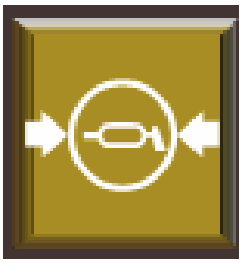
Nota: En esta condición la presión de aceite hidráulico almacenado en los acumuladores de presión aún permite que el operador detenga el camión en condiciones seguras. De lo contrario si el operador no obedece esta instrucción el sistema automático de aplicación de frenos lo hará.

Figura 31: Bajo nivel de aceite hidráulico

- **Significado:** Bajo nivel de aceite en el depósito.
- **Consecuencia:** Problemas con el suministro de aceite al grupo de bombas, daño por cavitación, pérdida de carga, etc. De continuar la operación cualquier sistema hidráulico puede fallar.
- **Acción:** Detener el camión en forma segura.

Esta luz de advertencia indica que el nivel de aceite en el estanque hidráulico es inferior al recomendado. Pueden producirse daños a las bombas hidráulicas si se sigue haciendo funcionar el camión. Apagar el camión y notificar de inmediato al personal de mantenimiento

Figura 32: Baja presión del sistema de lubricación automática.



- **Significado:** Baja presión del sistema de lubricación automática.
- **Consecuencia:** La presión en el sistema de lubricación está por debajo de 2000 psi. daños en pasadores, rótulas y estructura del camión.
- **Acción:** Solicitar asistencia técnica.

Esta luz ámbar se encenderá si el sistema de lubricación automática no alcanza 2.000 psi (13.790 kPa) en el bloque de empalmes de los inyectores de grasa en la caja del eje trasero, dentro de un minuto después que el temporizador de lubricación inicia un ciclo de engrase. Para apagar la luz, gire el interruptor de partida a OFF, luego vuelva a ponerlo en ON. Informe al personal de mantenimiento lo antes posible después que la luz se encienda.

Figura 33: Disyuntor activado

- **Significado:** Disyuntor activado.
- **Consecuencia:** Indica una falla en el circuito de 24 volt. esta puede ser cortocircuito o cualquier perturbación del sistema.
- **Acción:** Solicitar asistencia técnica.

Esta luz se encenderá si alguno de los disyuntores en los tableros de control del circuito de relés está activado. Los tableros del circuito de relés están ubicados en el gabinete de control eléctrico.

NOTA: Existen disyuntores adicionales en la cabina del operador detrás de la consola central, sin embargo, la activación de estos disyuntores no debería activar esta luz.

Figura 34: Filtro de aceite hidráulico saturado

- **Significado:** Filtro de aceite hidráulico saturado.
- **Consecuencia:** Daños en componentes del sistema hidráulicos, el filtro está derivando el aceite hidráulico por la válvula by pass, significa que el aceite no está siendo filtrado, por lo tanto, está contaminado.
- **Acción:** Solicitar asistencia técnica.

Esta luz indica una restricción en el conjunto del filtro de alta presión en el circuito de la dirección o de elevación. Esta luz se encenderá antes que los filtros comiencen la derivación. Notifique al personal de mantenimiento lo antes posible luego que se encienda la luz.

NOTA: La luz de advertencia del monitor del filtro puede también encenderse después de arrancar el motor si el aceite está frío debido a la viscosidad del aceite. Si la luz se apaga después que se calienta el motor, no se necesita mantenimiento del filtro.

Figura 35: Nivel de Combustible

- **Significado:** Bajo nivel de combustible.
- **Consecuencia:** Fallas en el sistema de inyección por contaminación y pérdida de potencia del motor por alta temperatura de combustible
- **Acción:** Rellenar el depósito de combustible.

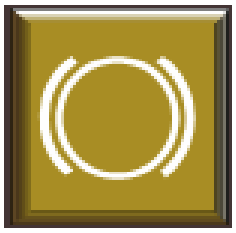
Este indicador ámbar de bajo nivel de combustible se encenderá cuando el combustible utilizable que queda en el estanque sea de aproximadamente 25 galones (95 litros). También se activará una señal sonora de advertencia.

Figura 36: Freno de estacionamiento aplicado

- **Significado:** Freno de estacionamiento.
- **Consecuencia:** Falla de operación, implica que se aplicó el freno de estacionamiento con el camión en movimiento, por lo tanto, es una falla de operación.
- **Acción:** Aplicar sólo con el camión detenido.

Este indicador ámbar del freno de estacionamiento se encenderá cuando se aplique el freno de estacionamiento. No intentar conducir el camión con el freno de estacionamiento aplicado.

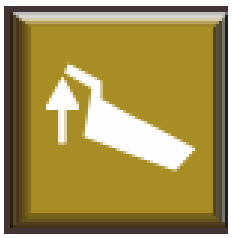
Figura 37: Freno de Servicio



- **Significado:** Freno de servicio aplicado.
- **Consecuencia:** Falla en el sistema de freno, debido a que se aplicó sobre las 3 mill/hrs. ó 4,8 km/hrs. en operación normal.
- **Acción:** Indica que el freno de servicio o traba esta aplicado.

Esta luz indicadora ámbar del freno de servicio se encenderá cuando se aplique el pedal del freno de servicio o cuando se aplique el bloqueo de freno de las ruedas o el freno de emergencia. No intentar conducir el camión partiendo de una posición de detención con los frenos de servicio aplicados.

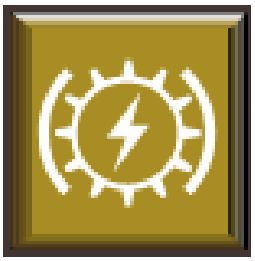
Figura 38: Tolva arriba



- **Significado:** Camión con tolva arriba.
- **Consecuencia:** Falla operacional al mover el camón con tolva arriba, desplazar el camión con tolva arriba puede dañar pasadores, cilindros de levante o la estructura del camión.
- **Acción:** Indica que la tolva se encuentra arriba, para desplazar el equipo esta luz debe estar apagada.

Este indicador ámbar de tolva arriba, cuando se enciende, muestra que la tolva no ha descendido completamente sobre el chasis. El camión no debe conducirse hasta que la tolva descienda y se apague la luz.

Figura 39: Retardo Dinámico Aplicado



- **Significado:** Aplicación del retardo dinámico.
- **Consecuencia:** Debe ser aplicado dentro de la curva de retardo (sobre las 3 m/hrs.), se activa desde el pedal retardador manual y SCR o automáticamente.
- **Acción:** Indica que el retardo esta aplicado.

Esta luz indicadora ámbar de retardo dinámico se enciende cada vez que se hace funcionar el pedal de retardo RSC (Control de Velocidad de Retardo) o se energice el circuito automático de retardo de velocidad excesiva, lo que indica que está operando la función de retardo dinámico del camión, se debe respetar la curva característica del camión para evitar daños en el equipo.

Figura 40: Detención de motor

- **Significado:** Esta luz de advertencia roja del monitor del motor se encenderá cuando se detecte una falla grave en el sistema de control electrónico del motor.
- **Consecuencia:** Se interrumpirá la propulsión eléctrica a los motores de las ruedas.
- **Acción:** El retardo dinámico aún estará disponible si es necesario para disminuir la Velocidad del camión o para detenerlo.

Detener el camión lo más rápido que pueda en un área segura y aplicar el freno de estacionamiento. APAGAR EL MOTOR DE INMEDIATO.

Es posible que se produzcan más daños al motor si el camión sigue funcionando.

Algunas condiciones que harían que la luz de detención del motor se encienda, se enumeran a continuación:

- *Baja Presión de Aceite* - se enciende la luz roja de advertencia, pero el motor no se apaga.

- *Bajo Nivel de Refrigerante* - se enciende la luz roja de advertencia, pero el motor no se apaga.

- *Baja Presión de Refrigerante* – La luz roja de advertencia se enciende, pero el motor no se apaga.

- ***Alta Temperatura del Refrigerante*** - La luz roja de advertencia se enciende, pero el motor no se apaga.

Figura 41

- **Significado: Falla del Motor de Partida**
- **Consecuencia:** Esta luz indicadora ámbar se encenderá cuando uno de los motores de partida (de dos) no arranque el motor, dejando que sólo uno de los motores arranque el motor.

Con sólo un motor departida haciendo el trabajo de los dos, se reducirá la vida útil del motor.

- **Acción:** Si se enciende este motor, puede continuar operando el motor, pero se debe avisar lo antes posible al personal de mantenimiento.

Luces de Retroceso Manual

Figura 42

Este indicador ámbar se enciende cuando se activa el interruptor de retroceso manual manualmente operado

Temporizador de Detención del Motor - Ralentí de 5 Minutos

Figura 43

Cuando el interruptor del temporizador de detención del motor se ha activado, esta luz indicadora se enciende para señalar que ha comenzado la secuencia del tiempo de detención. La información que detalla la operación de este interruptor se destaca en esta sección.

Indicador de Control de Velocidad de Retardo RSC)

Figura 44

Esta luz ámbar se enciende cuando el interruptor RSC ubicado en la consola se pone en la posición ON. La luz indica que el retardador está activo. Es sólo para retroalimentación y no indica un problema.

Revisar Motor

Figura 45

Este indicador ámbar revisar motor se enciende si se detecta una falla mediante el sistema de control electrónico del motor.

Si se enciende este indicador, puede continuar operando el camión, pero notifique al personal de mantenimiento lo antes posible.

Sin Energía

Figura 46

Esta luz indicadora roja “sin retardo/sin propulsión” indica que se ha producido una falla que ha eliminado la capacidad de retardo y propulsión. También sonará una bocina de advertencia.

Si se produce esta condición, el operador debe detener el camión en forma segura, mover el interruptor selector a NEUTRO, aplicar el freno de estacionamiento, detener el motor, e informar inmediatamente al personal de mantenimiento.

Advertencia del Sistema de Propulsión

Figura 47

Cuando se enciende este indicador de color ámbar, la luz indica que un evento de “sin propulsión” o “sin retardo” puede estar a punto de ocurrir.

Está destinado a informar estos eventos con anticipación, en lo posible. No requiere que el operador detenga el camión, pero puede sugerir que se modifique convenientemente la operación del camión, en caso que se produzca una alarma roja.

Temperatura del Sistema de Propulsión

Figura 48

Esta luz ámbar de advertencia de temperatura del sistema de mando CA indica que la temperatura del sistema de mando está por sobre cierto nivel.

Cuando se produce esta situación, el operador debe considerar modificar la operación del camión para bajar la temperatura del sistema. No es necesario que el operador detenga el camión en este momento.

Alta Temperatura del Aceite de Freno Hidráulico

Figura 49

Esta luz de advertencia roja indica una alta temperatura del aceite en el estanque hidráulico.

Varias cosas se producen antes que la luz roja se encienda:

- Si el camión está en movimiento, y la temperatura del aceite excede 221°F (105°C), la velocidad mínima en ralentí será de 1200 rpm (normalmente 1050).
- Si el camión está en movimiento, y la temperatura del aceite excede 230°F (110°C), la velocidad mínima en ralentí será de 1700 rpm (normalmente 1050).
- Si el camión está detenido, y la temperatura del aceite excede 212°F (100°C), la velocidad mínima en ralentí será de 1000 rpm (normalmente 750).

NOTA: Una vez que el aceite se enfría al rango de operación normal, las rpm del motor volverán a velocidad normal.

La luz de advertencia roja se encenderá si la temperatura del aceite excede 248°F (120°C).

Si se continúa operando podría dañar los componentes en el sistema hidráulico.

- Si se produce esta condición, el operador debe detener el camión en forma segura, mover el interruptor selector a NEUTRO, aplicar le freno de estacionamiento, y operar el motor a 1200 – 1500 rpm para reducir la temperatura del sistema.

- Si el medidor de temperatura no se mueve al rango verde después de unos minutos, y la luz indicadora superior roja no se apaga, avisar al personal de mantenimiento inmediatamente.

Sin Propulsión

Figura 50

- La luz roja “sin propulsión” indica que se ha producido una falla que ha eliminado la capacidad de propulsión.

- Si se ha producido esta condición, el operador debe detener el camión en forma segura, mover el interruptor selector a NEUTRO, apagar el motor, e informar inmediatamente al personal de mantenimiento.

Sistema de Propulsión @ rest

Figura 51

- La luz “sistema de propulsión @ rest” se usa para indicar que el sistema de mando CA está desenergizado y que la propulsión no está disponible.
- Esta luz se activa cuando el interruptor rest del panel de instrumentos se gira a ON y se desenergiza el sistema de mando CA.

- Las tres luces energizadas de enlace (una en la parte posterior de la consola central en la cabina del operador, y dos en los gabinetes de control montadas en la cubierta) NO deben estar encendidas en este momento.

Sistema de Propulsión No Preparado

Figura 52

- La luz indicadora ámbar funciona durante el arranque como ícono del reloj de un computador.
- Esta luz indica que el computador está en proceso de realizar las funciones de auto-diagnóstico en el arranque. En este momento la propulsión no estará disponible.

Propulsión Reducida

Figura 53

- La luz ámbar “propulsión reducida” se usa para indicar que el rendimiento del sistema de mando AC en propulsión no está disponible.

- En este momento, el único evento que debe activar esta luz es el uso del “modo cojeando a casa”. Este modo de operación requiere la participación de un técnico.

Retardo a Nivel Continuo

Figura 54

- La luz ámbar de “retardo continuo” indica que el esfuerzo de retardo está en nivel continuo.

- El operador debe controlar la velocidad del camión de acuerdo con las velocidades “continuas” en el **CUADRO DE RETARDO DE VELOCIDAD/PENDIENTE**

2.6 Control de levante de tolva

Figura 55

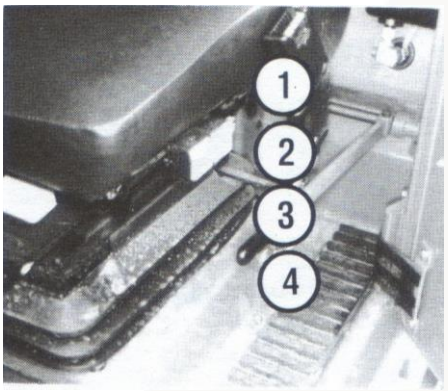
Desde esta perspectiva es posible apreciar la parte trasera de la tolva. En general, tienen un doble fondo, con forma de “V” en el centro, con el objetivo de centrar la cargar y evitar derrames.

Encima de la tolva, se encuentra la plataforma, el estanque que suministra aire comprimido para la partida del motor diesel y también para el sistema retardador y frenos de servicio.

La palanca de control de levante que se revisó anteriormente (ubicada a la izquierda del asiento del operador), tiene 4 posiciones:

- Levantar.
- Sostener.
- Flotar.
- Bajar.

Figura 56



Mientras el camión es operado, la palanca debe ir en la posición flotante con el objetivo de asegurar la presión de lubricación de frenos en el interior del vástago de los cilindros de levante para evitar que la tolva golpee contra la superficie del chasis. **Control de Elevación (Descarga Trasera)**

Levantar (1) – Tirar la palanca hacia arriba para levantar la tolva y vaciar la carga. Liberar la palanca y volverá al estado “sostener”.

Fija (2) – La tolva no se moverá.

Libre (3) – Tirar la palanca hacia abajo a la posición “libre”. La tolva buscará su propio nivel. La palanca se quedará en esta posición hasta que se mueva de manera manual.

Bajar (4) – Tirar la palanca hacia abajo para bajar la tolva. Liberar la palanca y volverá a la posición “libre”.

Actividad N° 10

Cabina del operador del camión eléctrico

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

Objetivos de aprendizaje

- Conocer los principales elementos que componen la cabina del operador del camión eléctrico.

Descripción de la actividad

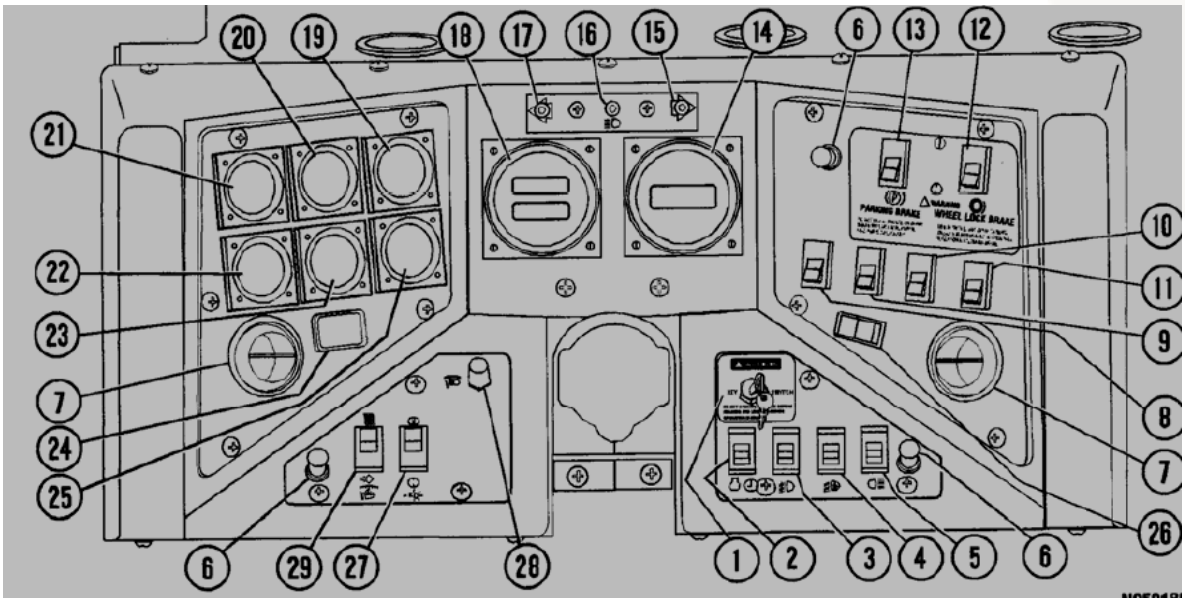
Los participantes guiados por el instructor reconocerán los principales componentes de la cabina del operador del camión de alto tonelaje eléctrico. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con los controles principales y sus características.

Materiales y recursos

Material didáctico (imágenes)

Desarrollo

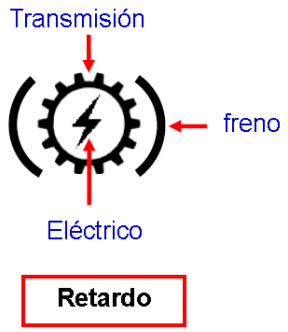
1) El instructor les solicitará a los participantes que identifique en la imagen cada uno de los indicadores. Para esto se adjunta una lista con estos indicadores y el participante deberá indicar el número a lo que corresponde.



Interruptor Neblineros (N./O.)	3
Interruptor de Luz de Escalera (3 Vías)	4
Luz (ces) de Encendido del Panel	6
Respiradero(s) Calefactor /Aire Acondicionado	7
Repuesto	8
Interruptor de partida	1
Interruptor Luz Baliza Giratoria (N./O.) (Opcional)	9
Interruptor de Detención del Motor con Temporizador de Retardo	2
Interruptor Desempañador de Espejos (N./O.) (Opcional)	10
Repuesto	11
Interruptor de Bloqueo de Freno de las Ruedas	12
Interruptor Freno de Estacionamiento (N./O.)	13
Tacómetro Digital	14

Luz Indicadora Luces Delanteras Altas	16
Indicador de Señal de Viraje a la Izquierda	17
Interruptor de Luz de Retroceso	5
Velocímetro Digital / Medidor de Carga Útil	18
Medidor Voltímetro	19
Medidor de Presión de Aceite del Motor	20
Medidor de la Temperatura del Agua del Motor	21
Medidor de Combustible	22
Temperatura del Sistema de Mando CA	23
Medidor de Horas del Motor	24
Temperatura del Aceite Hidráulico/Freno	25
Luz Indicadora de Señal de Viraje a la Derecha	15
Interruptor Rest CA	26
Interruptor Luces Delanteras	27
Reóstato del Atenuador de Luces de Encendido del Panel	28
Interruptor del Medidor de Carga Útil	29

El instructor podrá explicarles a los participantes que en relación a la simbología de emergencia, siempre se debe buscar el símbolo primario, luego los secundarios o construidos sobre el primario. Ejemplo:



De acuerdo a los conocimientos adquiridos durante esta unidad y siguiendo la lógica mencionada en el ejemplo, en relación a la composición de los símbolos de advertencia, el instructor solicitará a los participantes que dibujen los siguientes símbolos

1) Temperatura Refrigerante Motor

2) Presión motor

El instructor podrá solicitar que los participantes dibujen otros símbolos que considere pertinente a la actividad.

El instructor solicitará a los participantes que respondan en parejas, grupos o individualmente:

¿Qué significa que haya luces de color rojo y de color ámbar en el tablero?

Las luces indicadoras de color AMBAR alertan al operador de que la función señalada del camión requiere una precaución en la operación o al encender.
Las luces indicadoras de color ROJO alertan al operador de que la función señalada requiere la acción inmediata del operador. Detenga con seguridad el camión y pare el motor.

1

2

3

4

5

El participante deberá identificar y mencionar a que símbolo de advertencia corresponde, de izquierda a derecha por fila:

Fila 1:

- Alta temperatura de aceite hidráulico
- Bajo nivel de aceite hidráulico
- Frenos de estacionamiento aplicado
- Falla en el motor arranque
- Sin energía
- Sin propulsión

Fila 2

- Baja presión de la dirección
- Baja presión de lubricación automática
- Freno servicio aplicado
- Luces de marcha atrás
- Advertencia en el sistema de propulsión
- Sistema de propulsión en descanso

Fila 3

- Baja presión de los acumuladores de dirección
- Disyuntor abierto
- Tolva levantada
- Temporizador del motor
- Temperatura del sistema de propulsión
- Sistema de propulsión no preparada

Fila 4

- No se usa
- Filtro hidráulico saturado
- Retardo dinámico - actuando
- Control de velocidad de retardo
- Advertencia en el módulo de interface
- Propulsión reducida
- Chequeo de frenos

Fila 5

- Baja presión del freno
- Bajo nivel combustible
- Detener motor (diésel)
- Chequeo motor (diésel)
- Falla en el sistema de carga
- Retardo a nivel continuo
- Servicio de mantenimiento

El participante deberá explicar en sus propias palabras. De qué nos advierte los siguientes símbolos y que acciones se deben realizar:

Símbolo	Advertencia
	Problemas en el sistema hidráulico de dirección, continuar con la operación del camión, podría quedar sin dirección. Acción: Detener el camión en forma segura, parquear, rest, cerrar contacto y solicitar asistencia técnica inmediatamente.

	Fallas en circuito hidráulico de frenos de servicio, de continuar la operación puede quedar sin frenos de servicio. Acción: Detener el camión en forma segura, parquear, rest, cerrar contacto y solicitar asistencia técnica inmediatamente, de no realizar esta acción los frenos se aplicaran automáticamente.
	Advertencia: Mover el camión con tolva levantada, puede dañar gravemente la estructura del camión, podemos dañar pasadores, cilindros de levante, tolva y chasis.
	Advertencia: Posible fallas en el sistema de inyección por contaminación y pérdida de potencia del motor, estanque está por debajo del 25 %.Acción: Abastecer combustible de inmediato

Cierre

El instructor recordará a los participantes que la cabina del operador es como su oficina de trabajo y una representación de la actitud del operador frente a su equipo de trabajo. Debe respetar las condiciones de seguridad y limpieza, es responsabilidad del operador mantener despejada y limpia de su cabina.

El participante deberá recordar que hay muchos componentes importantes dentro de la cabina y que durante la realización del oficio deberá manejar muy bien las señales de advertencia, ya que no hacerlo podría traer graves consecuencias para el equipo y para la seguridad del operador.

3. Fundamentos de operación del camión eléctrico

3.1 Puesta en marcha y desplazamiento del camión

El procedimiento de puesta en marcha que se describe puede variar de acuerdo a los procedimientos de operaciones mina, en la propia compañía minera, pero describe la secuencia correcta de pasos que el operador debe seguir para evitar daños y accidentes en el equipo.

Energizar el sistema

Verificar el funcionamiento de los instrumentos:

Figura 57

Con el freno de estacionamiento aplicado.

Figura 58

Selector de velocidad en Neutro.

Interruptor en ON.

Figura 59

Luces de advertencia.

Figura 60

Partida del motor

Gire el switch de partida, actuará el pre lubricador y mantener accionado hasta que el motor arranque.

Realizar un toque de bocina, esperar a lo menos 10 segundos antes de conectar el interruptor de encendido

Figura 61

Figura 62

Conectar el interruptor de encendido, el motor partirá después que funcione el pre lubricador.

Figura 63

Verificar funcionamiento luces de advertencia:

En esta etapa, después de la puesta en marcha, es normal, que las luces de advertencia de color rojo queden encendidas algunos segundos mientras se cargan los sistemas, posteriormente deben apagarse automáticamente.

Figura 64

Observar indicadores de operación:

ADVERTENCIA: Si permanece alguna luz roja encendida, avisar al personal de mantenimiento y no mover el equipo.

Al mover el equipo:

Al poner en movimiento el equipo, OBSERVE SU ENTORNO, el área debe estar despejada, toque la bocina de acuerdo a procedimiento.

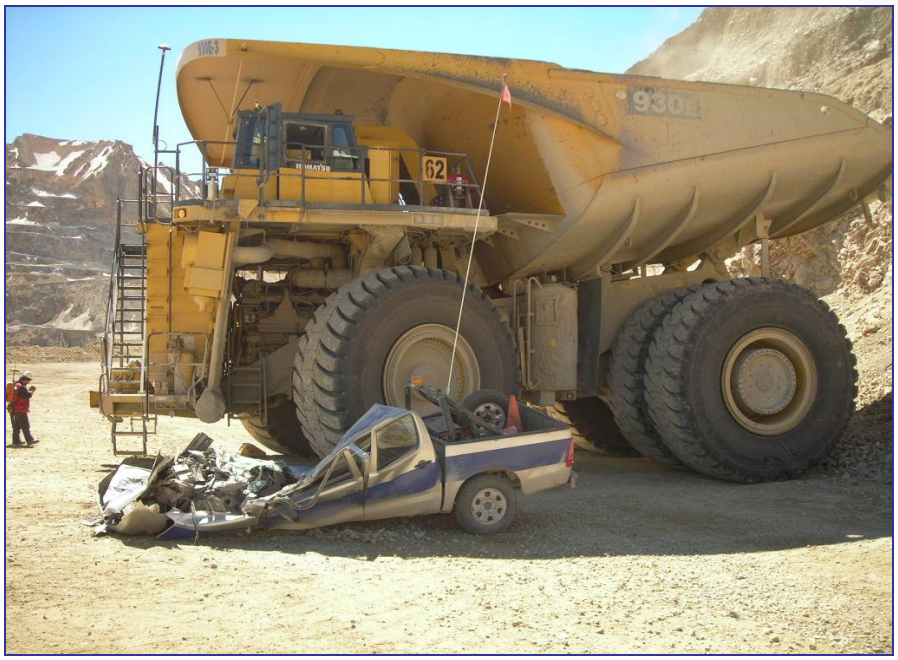


Figura 65

Es responsabilidad del operador verificar que no exista ningún vehículo en el lado ciego.

Figura 66

Poner en operación

Una vez encendido el motor y conocida la asignación de servicio del camión realizar el siguiente procedimiento para poner en operación el camión.

Activar el control del reset, para energizar el sistema de propulsión del camión.

Figura 67

Presionar el pedal de servicio hasta su máximo recorrido, el control del camión ahora será de este freno.

Figura 68

Liberar el freno de servicio.

Figura 69

Conectar el selector de velocidad, el camión es de tren de potencia eléctrico, solo tiene tres posiciones: avanzar, neutro retroceder.

Figura 70

Soltar el freno de servicio y aplicar potencia necesaria con el acelerador, evitar aceleraciones bruscas.

Figura 71

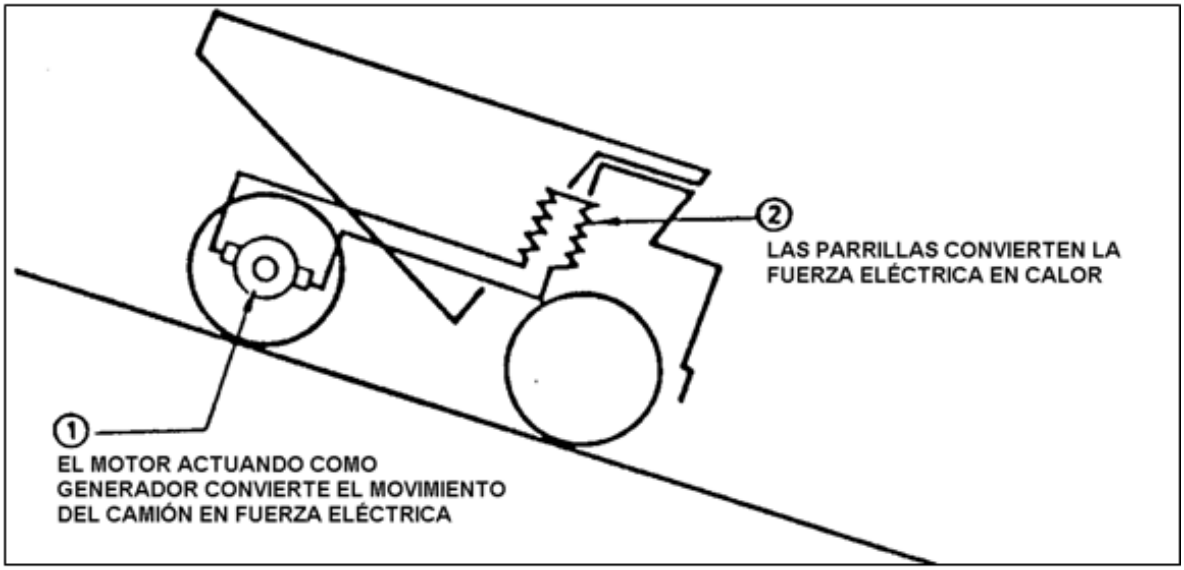
3.2 Técnicas de Operación

Retardo dinámico

El retardo dinámico es un torque de freno (no un freno), que se produce por generación eléctrica a través de los motores de la rueda cuando el movimiento del camión (impulso) es la fuerza de propulsión.

Para operación normal del camión, el retardo dinámico se debe usar para reducir y controlar la velocidad del camión.

Figura 72



El retardo dinámico está disponible en AVANCE/RETROCESO en todas las velocidades del camión sobre 0 mph/kph, sin embargo, a medida que la velocidad del camión cae por debajo de 3 mph (4.8 km/h), la fuerza de retardo disponible puede no ser efectiva. Usar los frenos deservicio para detener completamente el camión.

El retardo dinámico no sostendrá un camión detenido en una pendiente. Para esto, usar el freno de estacionamiento o el bloqueo de freno de la rueda.

El retardo dinámico está disponible en NEUTRO sólo cuando la velocidad del camión está por sobre los 3 mph (4.8 km/h). Cuando el retardo dinámico está en operación, las rpm del motor automáticamente pasarán al ajuste de velocidad de retardo avanzado. Estas rpm variarán dependiendo de la temperatura de varios componentes del sistema eléctrico. El retardo dinámico se aplicará automáticamente, si la velocidad del camión

alcanza el ajuste de velocidad máxima programado en el software del sistema de control.

Cuando el retardo dinámico se activa, se enciende una luz en la pantalla superior. El cuadro de retardo de pendiente/velocidad siempre se debe usar para determinar las velocidades seguras al bajar una pendiente.

Palanca de Control de Retardo

La palanca de control de retardo ubicada al lado derecho de la columna de dirección se puede utilizar para modular el esfuerzo de retardo. La palanca comandará el rango total de retardo y permanecerá en una posición fija al soltarla.

- Cuando la palanca se gira a la posición completamente hacia “arriba” (a la izquierda), está en la posición OFF/sin retardo. Un tope ajustable mantiene la palanca en la posición OFF.
- Cuando la palanca se gira a la posición completamente hacia “abajo” (a la derecha), está en la posición ON/ retardo.
- Para descensos prolongados por una pendiente, la palanca se puede posicionar para proporcionar el esfuerzo de retardo deseado y permanecerá en esa posición.

NOTA: *La palanca de control de retardo se debe volver a colocar en la posición OFF antes de que el camión reasuma el modo de operación de propulsión.*

Figura 73

La palanca y el pedal del freno de servicio/retardo operada con el pie se pueden usar en forma simultánea o independiente. El Controlador del Sistema de Propulsión (PSC) determinará qué dispositivo está solicitando el mayor esfuerzo de retardo y aplicará esa cantidad.

Ajuste del Control de Velocidad de Retardo (RSC)

El dial de ajuste RSC permite al operador variar la velocidad del camión en descenso, el cual el sistema de control de velocidad de retardo mantendrá al descender por una pendiente.

- Cuando se gira el dial a la izquierda hacia el símbolo tortuga, el camión descenderá la pendiente a baja velocidad.
- Cuando el dial se gira a la derecha hacia el símbolo conejo, aumentará la velocidad del camión.

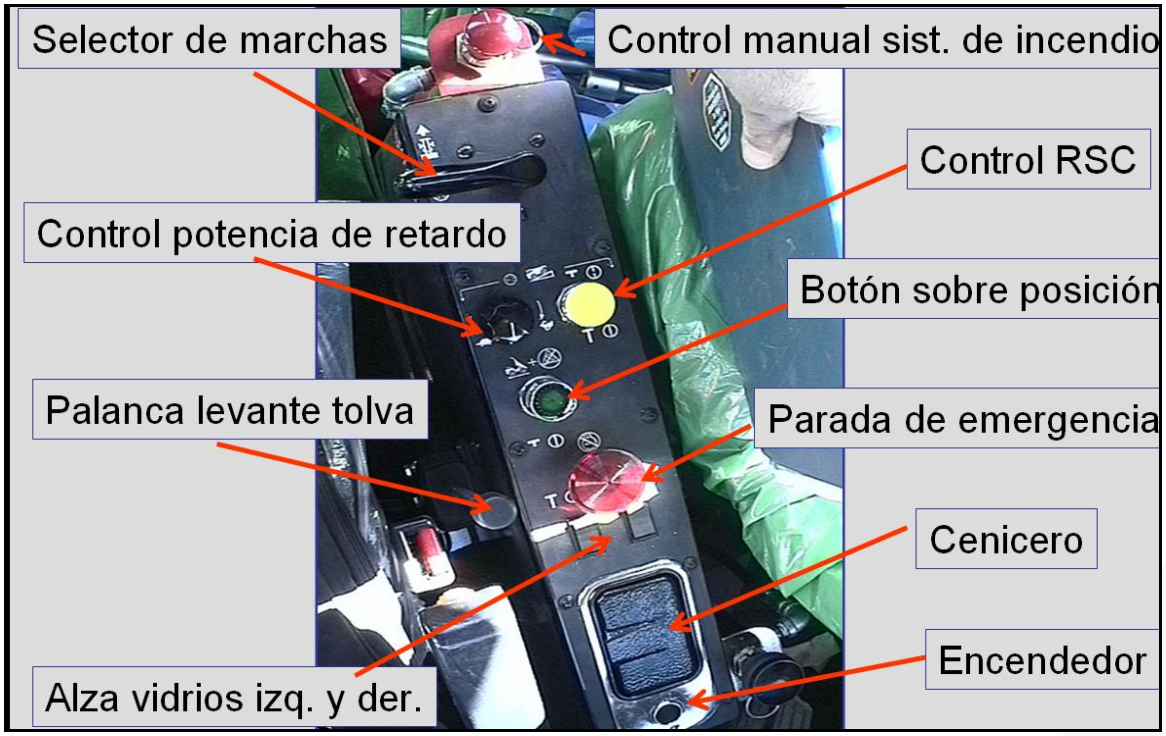


Figura 74

Siempre consulte el Cuadro de Retardo de Velocidad/Pendiente en la cabina del operador y siga las recomendaciones para la operación del camión. No exceder estas recomendaciones de velocidad MÁXIMA al bajar con un camión cargado.

La posición del pedal del estrangulador anulará el ajuste RSC. Si el operador presiona el pedal del estrangulador para aumentar la velocidad del camión, no aparecerá el retardo dinámico a menos que se alcance el ajuste de sobrevelocidad del camión o se accione el pedal de retardo que se opera con el pie. Al liberar el pedal del acelerador y el interruptor RSC está en on, aparecerá el retardo dinámico por sobre la velocidad del dial RSC y ajustará y mantendrá la velocidad del camión a la velocidad especificada.

Para ajustar el control RSC, colocar el interruptor en ON y partir con el dial girado hacia la velocidad máxima mientras conduce el camión a la velocidad máxima deseada.

Soltar el pedal del estrangulador para dejar que el camión avance por inercia y gire el dial de ajuste RSC lentamente hacia la izquierda hasta activar el retardo dinámico. El retardo dinámico se activará en forma automática cada vez que se alcance la velocidad "programada", el interruptor RSC esté en ON y el pedal del acelerador esté liberado.

Con el interruptor RSC en on y el dial ajustado, el sistema funcionará de la siguiente forma: A medida que aumenta la velocidad del camión a la velocidad "programada" y se libera el pedal del acelerador, se aplicará el retardo dinámico.

A medida que la velocidad del camión trata de aumentar, la cantidad de esfuerzo de retardo se ajustará automáticamente para mantener la velocidad seleccionada.

Cuando la velocidad del camión baja, se reduce el esfuerzo de retardo para mantener la velocidad programada. Si la velocidad del camión continúa bajando a aproximadamente 3 mph (4.8 km/h) por debajo de la velocidad “programada”, el retardo dinámico se desconectará en forma automática.

Si se debe reducir aún más la velocidad del camión, el operador puede girar el dial de ajuste hacia una nueva programación o presionar el pedal de retardo que se opera con el pie.

Si el operador presiona el pedal de retardo operado por el pie y el esfuerzo de retardo que se necesita es mayor que el del sistema automático, el retardo del pedal de pie anulará el RSC.

Figura 75

Pedal de Freno de Servicio/Retardo Dinámico

El pedal de Freno de servicio/retardo dinámico es un pedal único que se opera con el pie que controla tanto las funciones de retardo como de freno de servicio.

- La primera parte del recorrido del pedal comanda el esfuerzo de retardo a través de un potenciómetro rotatorio.
- La segunda parte del recorrido del pedal modula la presión del freno de servicio directamente a través de una válvula hidráulica.

Figura 76

Así, primero el operador debe aplicar y mantener el retardo dinámico completo para aplicar los frenos de servicio. Al soltar el pedal devuelve el freno y el retardador a la posición OFF. Cuando se presiona parcialmente el pedal, se acciona el retardo dinámico.

A medida que se presiona aún más el pedal, hasta donde el retardo dinámico queda totalmente aplicado; los frenos de servicio se accionan (mientras mantiene totalmente presionado el retardo) a través de una válvula hidráulica que modula la presión a los frenos de servicio**.**

Al presionar completamente el pedal se aplica completamente tanto el retardo dinámico como los frenos de servicio. Una luz indicadora en el panel superior se encenderá, y se sentirá un aumento en la resistencia del pedal al aplicar los frenos de servicio.

Para la operación normal del camión, el retardo dinámico (palanca de control que se opera con el pie) se debe utilizar para disminuir y controlar la velocidad del camión.

Los frenos de servicio se deben aplicar cuando el retardo dinámico requiera fuerza de frenado adicional para disminuir rápidamente la velocidad del camión o al detenerlo completamente.

Pedal del Estrangulador/Acelerador

El pedal del acelerador es operado con el pie, el cual permite al operador controlar las rpm del motor, dependiendo de la presión ejercida sobre el pedal. Es utilizado por el operador para solicitar torque de los motores en avance o retroceso.

En este modo, el controlador del sistema de propulsión ordena la velocidad del motor correcta para la potencia requerida. En NEUTRO, este pedal controla la velocidad del motor directamente.

Cuadro de pendientes/velocidad

El cuadro de retardo de velocidad/pendiente proporciona los límites MÁXIMOS de retardo recomendados a diversas velocidades del camión y pendientes con un camión totalmente cargado. Esta calcomanía en el camión puede ser diferente a la que se muestra a continuación debido a los equipos opcionales como: relaciones del tren de mando del motor de rueda, rejillas del retardador, tamaño de los neumáticos, etc. El operador debe consultar este cuadro antes de descender por una pendiente con el camión cargado. El uso correcto del retardo dinámico le ayudará a mantener una velocidad segura.

Figura 77

"Velocidad v/s Pendiente"

Se proporcionan dos listas, una para retardo *continuo*, y la segunda para retardo de *corto plazo* (aproximadamente tres minutos). Ambas listas concuerdan con el camión en Peso Bruto del Vehículo (GVW). Las dos clasificaciones sirven como referencia para el uso correcto de la función de retardo al bajar pendientes.

Los números "cortos" que aparecen en el cuadro indican la combinación de velocidades y pendientes que el vehículo puede manejar en forma segura por un corto tiempo antes que los componentes del sistema alcancen la temperatura máxima permitida durante el retardo. Estas velocidades son superiores a los valores "continuos", que reflejan la capacidad térmica de los diversos componentes del sistema. Los componentes del sistema pueden aceptar calentamiento a una tasa superior a la continua por un corto periodo. Después de esta corta duración, el sistema se sobrecalentará.

Si el vehículo es operado a límites de pendiente y velocidad de "corto plazo" por un período que exceda la capacidad térmica, el Controlador del Sistema de Propulsión (PSC) gradualmente reduce el esfuerzo de retardo de "corto plazo" a "continuo". La luz

indicadora “retard @ continuous” se encenderá alertando al operador de la reducción de retardo y de la necesidad de reducir la velocidad. El operador debe usar los frenos de servicio para llevar **rápidamente** el camión a los límites máximos de retardo “continuo” o menos.

Los números de “corto plazo” se ajustarán exitosamente en la mayoría de las pendientes con carga. Es necesario dividir el largo del segmento de pendiente del camino de acarreo por la velocidad permitida para determinar el tiempo real en una pendiente. Si el tiempo real de la pendiente excede los límites permitidos, la pendiente deberá acomodarse a la velocidad “continua”.

Los números “continuos” en el cuadro indican la combinación de velocidades y pendientes que el vehículo puede acomodar en forma segura por un tiempo o distancia ilimitados durante el retardo. NO exceda estas velocidades MÁXIMAS recomendadas al descender pendientes con un camión cargad

Al intentar reducir la velocidad del camión en una pendiente, no aplique LEVEMENTE los frenos de servicio. Los frenos se pueden sobrecalentar. Aplicar COMPLETAMENTE los frenos (dentro de los límites seguros para las condiciones del camino) para detener rápidamente el camión a los límites máximo de retardo “continuo” o menos.

NOTA: *La curva de “tres minutos” es un MÍNIMO; el límite de tiempo real podría ser superior. La temperatura ambiente, la presión barométrica y los recientes niveles de potencia del motor pueden afectar esta cifra.*

Medidores de Vacío del Depurador de Aire

Los medidores de vacío del depurador de aire proporcionan una lectura constante de la restricción máxima del depurador de aire alcanzada durante la operación.

Se debe realizar servicio al(los) depurador(es) de aire cuando el(los) medidor(es) muestre(n) la restricción máxima recomendada de 25 pulgadas de vacío de H2O.

NOTA: *Después del servicio, presione el botón de reseteo, ubicado en el frente del indicador para que vuelva a cero.*

Interruptor de sobreposición

Este interruptor vuelve a la posición OFF por medio de un resorte. Al presionar y mantener presionado, se puede utilizar este interruptor para varias funciones.

1.- El interruptor permite al operador anular el interruptor límite de tolva arriba y mover el camión cuando el interruptor selector está en AVANCE, la tolva está levantada y los frenos están liberados.

2.- El botón desactiva la función del pedal de retardo cuando la velocidad del camión es inferior a 3 mph (4.8 km/h).

3.- El interruptor de anulación también se usa para resetear una falla del sistema eléctrico cuando así lo indica una luz de advertencia roja.

¡El uso del interruptor de anulación para este propósito se encuentra restringido sólo para situaciones de emergencia!

Interruptor de Detención del Motor con Temporizador de Retardo de 5 Minutos

El interruptor de detención del motor con temporizador de retardo es un interruptor oscilante de 3 posiciones: APAGADO, ENCENDIDO y TEMPORAL. Cuando se usa, el motor queda en ralentí por aproximadamente 5 minutos antes que se detenga realmente. La función de detención con retardo permite al motor enfriarse lentamente, reduciendo las temperaturas internas a medida que el refrigerante circula a través del motor.

Interruptor Rest

El interruptor rest es un interruptor oscilante con un dispositivo de bloqueo para la posición OFF (lado izquierdo). Cuando está en esta posición, se debe empujar una pequeña lengüeta negra a la izquierda para liberar el interruptor antes de presionar el interruptor a ON (lado derecho). El interruptor se debe activar para desenergizar el sistema de mando AC cada vez que el motor se debe apagar o estacionar por un período prolongado con el motor funcionando.
El interruptor selector debe estar en NEUTRO y el vehículo detenido para habilitar esta función. Esto permitirá que el motor siga funcionando mientras se desenergiza el sistema de mando AC.

La activación del interruptor rest NO asegura completamente que el sistema de mando sea seguro para trabajar en él.

Revisar todas las luces indicadoras de "enlace activado" o "enlace energizado", para verificar que el sistema de mando AC esté desenergizado antes de dar mantenimiento al sistema de mando. NO activar el interruptor rest mientras el camión se esté moviendo. El camión puede ingresar casualmente al modo "rest" después de detenerse.

3.3 Operación del equipo

Procedimiento ingreso a la frente de carguío

En el siguiente esquema se muestra cómo funciona el carguío por ambos lados. En la ilustración se muestra el circuito y movimiento de los camiones.

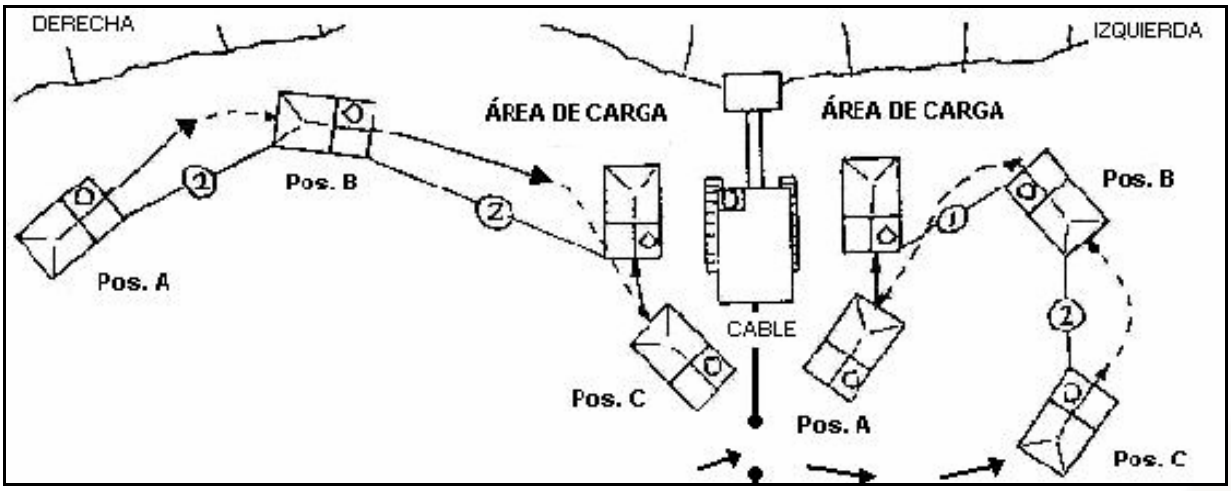


Figura 78

El camión del lado derecho de la pala:

- Entra a la zona de carga.
- Se apuntala lineal al balde de la pala, mirando por el espejo retrovisor.
- Retroceder en forma recta al balde de la pala y se detenerse cuando el balde calza el centro de la tolva.

El camión del lado izquierdo de la pala:

- Entra a la zona de carga, mientras el camión del lado derecho es cargado.
- Se apuntala paralelo al radio de giro del contrapeso de la pala.
- Retrocede por la línea imaginaria, mirando por el espejo retrovisor, apuntando en forma paralela al contrapeso de la pala (3 a 4 mts. de distancia).
- El momento exacto para retroceder, es cuando la pala está descargando al camión que está del otro lado.

ADVERTENCIA: Si no respeta el procedimiento de retroceso por el lado ciego de la pala, puede provocar accidentes graves con lesiones o muerte.

1. Seguir el patrón de tráfico por la mano izquierda, siguiendo el sentido horario en la zona de carga de las palas. Para estar siempre visible en el espejo del camión de adelante, espere detrás en línea a una distancia de por lo menos 20 metros y a la izquierda del camión de adelante.

2. Si en la Zona de Carga no existen obstrucciones o derrames de roca, avance el camión a la Zona de Carga.

NOTA: Detener el camión totalmente antes de mover el interruptor selector de marcha a "Retroceso".

3. Si la Zona de Carga está ocupada, el operador debe esperar en la posición "B".

NOTA: Ocupado quiere decir, otro camión de extracción, equipo de apoyo, equipo de mantenimiento, personal, etc.

La razón de esperar en la posición B es para mantener visibilidad del área de carguío.

4. La distancia entre la posición "B" y la Zona de Carga deberá ser de por lo menos 20 metros.

5. Cuando el camión en la posición "B" se mueve, éste debe moverse por lo menos el largo de un camión hacia delante, antes de doblar a la derecha en la posición "C".

6. La distancia entre la Zona de Carga y la posición "C" deberá ser de por lo menos 20 metros.

7. El tiempo estándar para retroceder desde la posición "C" a la Zona de Carga es de diez (10) segundos en la pala.

8. La distancia entre la posición “A” y la posición “B”¨ deberá ser de por lo menos 20 metros.

9. Cuando el camión en la posición “A” se mueve, éste debe moverse por lo menos 20 metros hacia adelante y esperar en la posición “B” hasta que la Zona de carga esté despejada.

10. Cuando se acerque bajo el balde de la pala, siga las señales del “operador de la pala”.

NOTA: Detener el camión totalmente antes de mover el interruptor selector de marcha a “Retroceso”.

NOTA: Cuando no sea posible mantener una distancia de 20 metros entre los camiones que esperan, llame al supervisor; él tomará la decisión de mantener una distancia más corta, en cuyo caso el operador debe extremar las precauciones.

11. No retroceder a la posición de cargar, si la pala está perpendicular (mirando) el banco.

Esperar a que el operador de la pala gire la pala, para que el operador del camión pueda calcular su posición si fuera sin balde, o bien que la pala ponga o suspenda el balde antes de retroceder.

Aculatamiento en la pala

a.- Cuando la pala está lista con el balde lleno y lo tenga suspendido, retroceder el camión alineando la tolva con el mango de la pala.

b.- Continuar retrocediendo lo más rápido posible y seguro, hasta que el operador de la pala abra el balde y dejar caer el material o haga sonar la bocina para detener el camión.

c.- Los camiones deberán estacionarse lo más cerca posible del área excavación debiendo:

- Mantener el camión en concordancia con la frente de la pala.
- Evitar daños a los neumáticos al retroceder en el área de carguío por derrames de rocas de camiones cargados previamente.
- Mantener el camión un terreno plano reduciendo los daños por las torsiones en la suspensión del camión.

NOTA: El camión deberá estar ubicado en el terreno lo más plano posible y no subirlo a la frente del banco sobre un desnivel. De esta forma se minimiza el daño de los neumáticos y del sistema de suspensión.

Figura 79

En la pala, el operador del camión debe considerar dos puntos de referencia importantes para el carguío correcto.

Figura 80

1. Angulo de aculatamiento o línea. **2. Distancia camión v/s pala.**

Figura 81

1. Angulo de aculatamiento o línea. **2. Distancia camión v/s Cargador**

d.- Cuando retroceda usando el contrapeso como guía, ubicar el camión en el área de carguío, fuera del radio de giro de la pala, cuadrando el camión con el contrapeso. Mantener una distancia mínima entre la tolva y el contra peso.

Procedimiento para cargar por un solo lado:

Los tiempos de aculatado son los que mayormente afectan el rendimiento de los equipos de carguío, especialmente cuando se carga por un solo lado y en frentes estrechas, por lo tanto, el siguiente procedimiento debe aplicarse para esta condición.

Figura 82

1. Mientras la pala carga el camión A, el camión B debe esperar preaculatado a una distancia de 3 largos de camión y siempre debe tener control visual, a través de los espejos retrovisores otros mecanismos como cámaras para puntos ciegos instalados opcionalmente), el camión que está siendo cargado y cuando éste comience a salir del área de carguío.

2. El camión C espera de frente al área de carguío y ubicado a 3 largos de camión del camión B.

3. Cuando el camión A sale del área de carga y el operador del camión B se debe asegurar a través de los espejos que éste salió, el camión B procede a aculatarse para ser cargado.

4. Una vez que el operador del camión C se aseguró a través de los espejos retrovisores que el camión A salió del sector y que el camión B tomó posición de carga, procede a pre aculatarse y tomar la posición del camión B.

5. La actuación del equipo de apoyo es muy importante para la aplicación segura y eficiente de este procedimiento, por lo tanto debe regirse de acuerdo con lo siguiente:

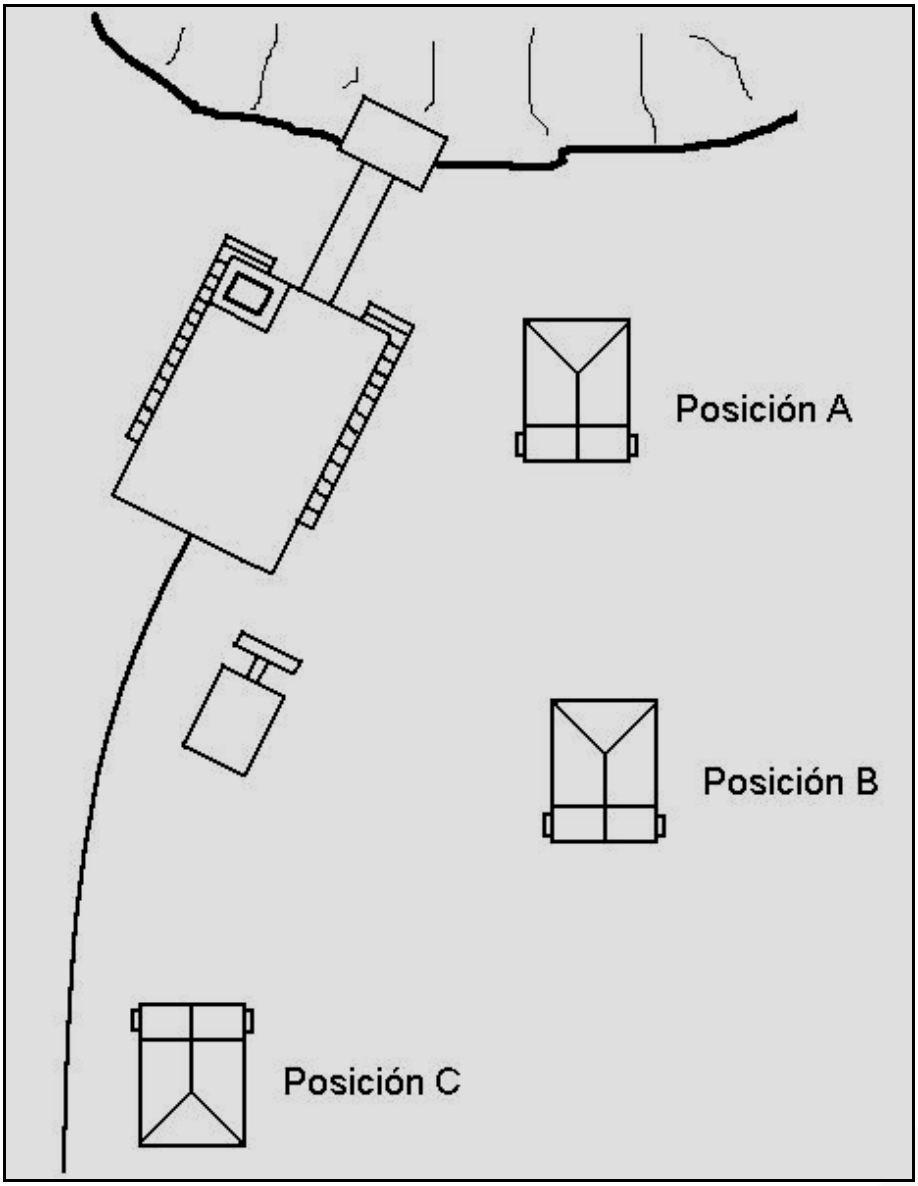


Figura 83

5.1 El operador del equipo de apoyo debe situarse en un sector donde no moleste o intervenga en las posiciones de los camiones A, B y C.

5.2 Debe entrar al área de carga si y sólo sí el operador de la pala/cargador, solicita limpieza a través de la radio de comunicación.

5.3 Una vez que se estableció la comunicación radial con el operador de la pala/cargador y el camión B se encuentra pre aculatado y confirmada la comunicación del operador del camión B con el operador del equipo de apoyo, éste procede a entrar al área a limpiar.

Realizada la limpieza, el operador del equipo de apoyo debe avisar al operador de la pala la salida del sector vía radio y también comunicar al operador del camión de la posición B que proceda a aculatarse para ser cargado.

IMPORTANTE: La operación del retroceso en camiones de extracción es una condición que presenta varios riesgos asociados, por lo tanto, el operador debe permanecer siempre atento a la esta operación y debe utilizar los espejos retrovisores, la radio de comunicación u otro mecanismo para asegurarse que la maniobra de aculatamiento se realizará en forma eficiente y segura.

NOTA: Las comunicaciones deben cerrarse. Un emisor y un receptor deben confirmar la acción en común a realizar. El no respeto a este procedimiento desencadenará accidentes importantes con eventuales daños a las personas y a los equipos.

Operación en botadero:

1. Seguir el patrón de tráfico de la mina por la izquierda, en el sentido horario de las agujas del reloj en el área del botadero.

- Los camiones retroceden al talud del botadero, de derecha a izquierda.
- Realizan un giro, quedando perpendicular al talud.
- Debe aculatarse paralelo al camión del lado izquierdo, a una distancia de 20 metros.
- Descargar.

Figura 84

2. Seleccionar su posición para descargar mientras se encuentre en el sentido y dirección de tráfico.

3. Cuando se acerque al área de descarga, el operador del camión debe inspeccionar visualmente el área por derrames de materiales que puedan dañar los neumáticos, grietas en la superficie o material no consolidado como resultado del asentamiento del área de vaciado.

Deje un mínimo de 6 metros entre el camión y la berma. Mirar la altura y el ancho de la berma de seguridad. Si la altura o el ancho son inadecuados, no retroceder contra la berma. Descargar sobre la plataforma.

4. El operador del equipo de apoyo debe revisar y mantener el área para asegurarse que hay una inclinación en contra de un 2%, y una buena berma. El camión debe siempre retroceder a 5 MPH (8 km/h) y seguro, sin golpear la berma en la medida que se acerque a ella.

5. El operador debe extremar las precauciones mientras este en el área de descarga. No proceda a descargar cuando exista cualquier grieta en el botadero, sólo proceda cuando la grieta haya sido inspeccionada por el supervisor. Si existe duda, descargue dentro de una grieta pero en la superficie, sin acercarse al borde.

6. Baje la velocidad a 5 MPH (8 km/h) antes de llegar al botadero para evitar derrames excesivos y de esta forma provocar daños a los neumáticos.

7. La descarga debe comenzar al lado derecho del botadero (al lado derecho cuando se tiene de frente a la berma) y debe continuar a la izquierda, en la medida que se vaya llenando el botadero.

Figura 85

NOTA: Asegurar que el equipo de apoyo está por el lado visible del operador del camión (izquierdo) antes de retroceder.

8. Si el área de descarga no está ocupada, el operador debe retroceder a posición “A”.

9. Si la posición “A” está ocupada, el operador debe retroceder en la posición “B”.

10. Si la posición “B” está ocupada, el operador debe retroceder en la posición “C”.

11. El tiempo estándar de retroceso es 30 segundos de la posición “D” (comienzo de círculo) a la posición “B”.

12. Asegurar que el área trasera donde se aculatará está libre, antes de retroceder.

13. Revisar los frenos antes de retroceder al borde del botadero, no usar la berma como medio para detener el camión, ya que ésta acción provoca daños en los motores de tracción del camión.

14. Retroceder el camión en un ángulo recto (perpendicular) al borde del botadero, de manera de asegurar que ambos conjuntos de ruedas tocarán al mismo tiempo la berma.

15. Retroceder el camión al borde del botadero, toque la berma de seguridad, para descargar apropiadamente, para que la carga ruede hacia el vacío, en vez de que caiga arriba del botadero**.**

Figura 86

PRECAUCIÓN: La berma de descarga es de protección y/o seguridad, no para detener el camión. Los neumáticos traseros deben tocar suavemente la berma. Use freno de servicio.

16. Los camiones no deberán descargar si la plataforma se encuentran disparejas o desnivelada o la inclinación es excesiva hacia el vacío o borde, en favor de la descarga (No hay contra pendiente).

17. Levantar la tolva, según el procedimiento indicado.

18. Los operadores no deberán comenzar a descargar en la esquina derecha del botadero otra vez, hasta que éste haya sido llenado por completo.

Si el operador del equipo de apoyo empuja hacia afuera, deberá dejar una cola, o un camellón de referencia, indicando donde los operadores deberán continuar descargando hacia la izquierda.

19. El operador del equipo de apoyo empujará solamente en las áreas que necesitan ser llenadas para cuadrar el botadero. Estas áreas deberán ser llenadas desde el lado derecho al izquierdo.

20. Cuando está trabajando un equipo de apoyo en el botadero, los operadores deben asegurarse que está por el lado del operador (izquierdo o lado visible), cuando se está retrocediendo hacia la berma, nunca por el lado no visible, a menos que éste se encuentre a más de 50 metros de distancia.

3.4 Apagado y aparcado con seguridad de la máquina

Se deben observar las señales de advertencia de la faena minera antes de impulsar la máquina. Las señaléticas más comunes son las siguientes, pero asegurar de que se entiendan y tenga acceso a las señaléticas antes de mover la máquina.

- Un toque: Detención.
- Dos toques: Movimiento Hacia Adelante.
- Tres toques: Reversa.

Antes de mover, asegurar realizar una inspección en 360º en búsqueda de peligros potenciales, revisar los puntos ciegos del camión.

Se debe practicar los siguientes ejercicios al momento de las operaciones durante el día y la noche y bajo diferentes condiciones meteorológicas:

- Conducir el camión de manera segura en el circuito de producción.
- Operar el camión en rampas hacia dentro y fuera del lugar de extracción.
- Poner el camión en reversa hacia la posición de carga.
- Operar el camión en caminos de transporte y rampas secas y mojadas.
- Descargar el material en pilas de acopio y en tolvas.

Figura 87

Figura 88

Figura 89

Figura 90

Figura 91

Las instrucciones específicas en relación al movimiento y operación del camión de carga son de responsabilidad del instructor de la faena.

Estacionamiento y Apagado

La Política de la empresa regulará normalmente los requerimientos de estacionamiento seguro. Es de responsabilidad del operador del camión de carga conocer estas regulaciones y obedecerlas en todo momento.

La siguiente información es sólo una visión general del estacionamiento seguro de la faena:

- Cuando los camiones ingresan a la estación de estacionamiento designada o al área de superficie firme deben estar al tanto de todos los otros vehículos operando o estacionados en el área.
- Los camiones deben ingresar al área de estacionamiento a la velocidad límite indicada. (máx. 30 km/h).
- Si no hubiese ningún límite de velocidad indicado, el camión debe viajar a una velocidad tal que no sea riesgo para otros.
- El camión debe ser estacionado lejos de áreas de entrada y salida, puntos de carga de combustible y depósitos de combustible y aceite.
- La caja basculante debe bajarse.
- El camión de carga debe estar vacío.

- Colocar la rueda trasera o delantera del camión en el drenaje en v suministrado en el área de estacionamiento.
- Aplicar el freno de estacionamiento.
- El apagado del motor debe llevarse a cabo de acuerdo a las instrucciones del fabricante en el manual de operación.

Al bajar del camión de carga, ubicar de frente al camión y usar los pasamanos si el camión cuenta con una escalera, de lo contrario utilizar los peldaños.

Actividad N° 11

Fundamentos de operación del camión mecánico

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades:

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

Objetivos de aprendizaje

- Realizar maniobras de arranque y detención de la máquina
- Reforzar las habilidades, corregir errores de operación y adquirir la confianza y experiencia de operación mediante la práctica de conducción guiada.

Materiales y recursos:

- Simulador de camión de alto tonelaje
- EPP

Descripción de la actividad:

Los participantes realizarán una segunda práctica en un simulador camión de alto tonelaje con EPP, siguiendo las instrucciones de: Puesta en marcha y desplazamiento del camión, accionamiento y operación del camión y apagado y aparcado con seguridad de la máquina.

Antes de realizar el ejercicio práctico en el simulador, el participante deberá responder a una serie de preguntas de técnica de operación. El instructor podrá indicar si los participantes trabajarán en pares, grupos o individualmente.

1. ¿Qué es el retardo dinámico?

El retardo dinámico es un torque de freno (no un freno), que se produce por generación eléctrica a través de los motores de rueda cuando el movimiento del camión (impulso) es la fuerza de propulsión. Para operación normal del camión, el retardo dinámico se debe usar para reducir y controlar la velocidad del camión.

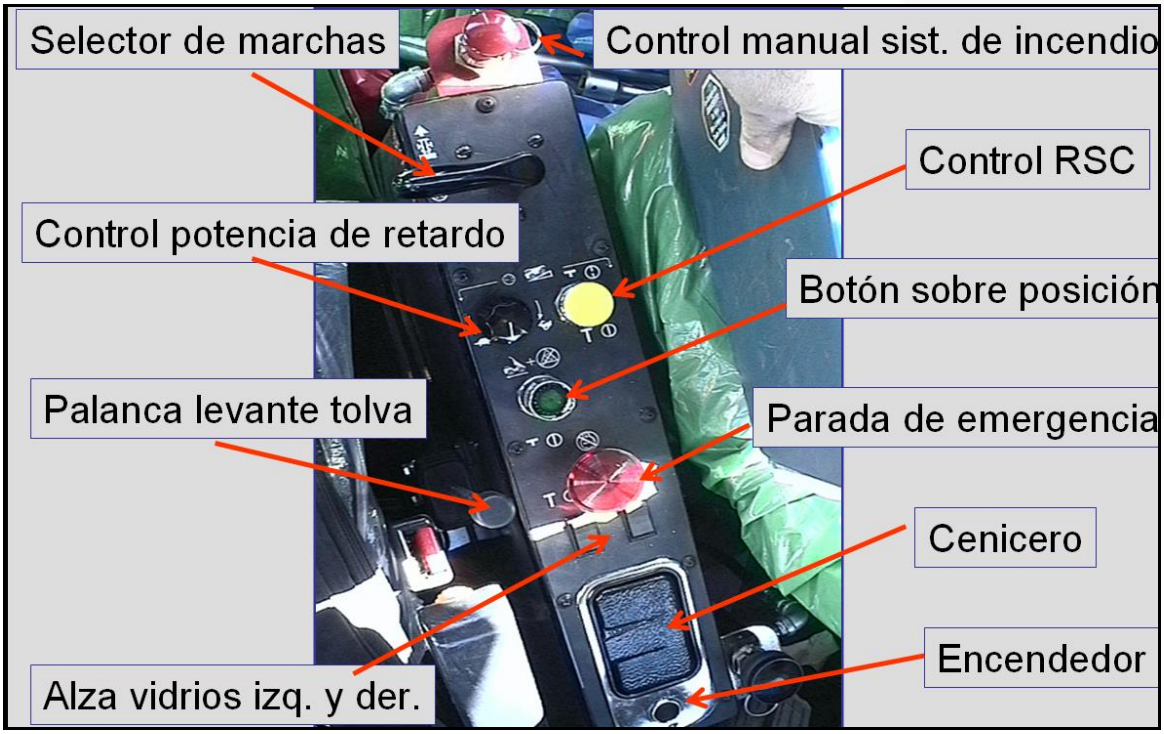
2. ¿Dónde se ubica la palanca de control de retardo?

La palanca de control de retardo ubicada al lado derecho de la columna de dirección se puede utilizar para modular el esfuerzo de retardo. La palanca comandará el rango total de retardo y permanecerá en una posición fija al soltarla.

3. El participante deberá explicar los movimientos que se pueden realizar con la palanca de retardo y su función en descensos.

- Cuando la palanca se gira a la posición completamente hacia “arriba” (a la izquierda), está en la posición OFF/sin retardo. Un tope ajustable mantiene la palanca en la posición OFF.
- Cuando la palanca se gira a la posición completamente hacia “abajo” (a la derecha), está en la posición ON/ retardo.
- Para descensos prolongados por una pendiente, la palanca se puede posicionar para proporcionar el esfuerzo de retardo deseado y permanecerá en esa posición.

4. El participante deberá mencionar en la imagen los nombres de los controles y explicar como tiene que ajustar los controles para descender una pendiente o aumentar la velocidad del camión.



- Cuando se gira el dial a la izquierda hacia el símbolo tortuga, el camión descenderá la pendiente a baja velocidad.
- Cuando el dial se gira a la derecha hacia el símbolo conejo, aumentará la velocidad del camión.

3. Simulación

Al igual que en la simulación anterior el participante bajo dirección del Instructor realizará el siguiente ejercicio en el simulador de camión de alto tonelaje o en un camión de alto tonelaje eléctrico, siguiendo las instrucciones que recibe. El instructor podrá copiar la guía de acuerdo al número de participantes (si lo considera necesario) y marcar si el participante logra los objetivos. El participante en su cuaderno recibirá las mismas instrucciones de uso del simulador. Asegúrese que las instrucciones sean entendidas.

Se recomienda que el instructor en esta segunda simulación logré que el participante realice en especial maniobras de operación que presentan riesgos como son la operación de retroceso y de botadero.

Participante: _____

Instrucciones	El participante logra el objetivo (si/no/ otros comentarios)
1. OPERACIÓN	
1. Asegurarse de dar 2 toques de bocina antes de moverse hacia adelante.	
2. Accione el retardador	
3. Suelte el freno de estacionamiento	
4. Seleccione el cambio deseado	
5. Suelte el retardador	
6. Presione el acelerador y muévase lentamente e intégrese al tránsito	
7. Conduzca el camión de manera segura en el circuito de producción, respetando los límites de velocidad en la faena.	
8. Aproximarse lentamente al sitio de carga del camión.	
9. Realice la maniobra de acercamiento hacia la pala, posicionándose paralelo a la misma y a una distancia indicada por las demarcaciones del terreno.	
10. Utilice el radio para confirmar que puede moverse hacia la zona de carga (en terreno esté atento a las indicaciones del personal de tierra).	
11. Recibida la confirmación informe a través de la bocina que se moverá en reversa (3 toques).	
12. Cambie la marcha a reversa y desplácese al punto de descarga cuidadosamente.	
13. Una vez alcanzado el punto de descarga nuevamente utilice la radio y confirme que se encuentre en la posición correcta. En caso de no ser así ajústela de acuerdo a las indicaciones del personal auxiliar.	
14. Ya en el punto correcto de descarga utilice la secuencia de detención:	
15. Use el use el freno de servicio o la palanca manual de retardo para detener la máquina.	
16. Ponga la palanca selectora de la transmisión en neutral.	
17. Ponga el control de freno de estacionamiento.	
18. Esperar la indicación para moverse una vez que el camión ha sido completamente cargado.	

19. Utilice la secuencia de puesta en marcha y diríjase hacía el punto de descarga.	
20. Conduzca el camión de manera segura en el circuito de producción, respetando los límites de velocidad en la faena.	
21. Si el camino presenta pendientes utilice el retardador dinámico de la máquina según corresponda.	
22. Al llegar al punto de descarga posiciónese paralelo al botadero y de forma adecuada para iniciar el retroceso hacía el botadero.	
23. Toque 3 veces la bocina y retroceda hasta el lugar seleccionado para ala descarga.	
24. Realice un giro en 90°, quedando perpendicular al talud.	
25. Debe aculatarse paralelo al camión del lado izquierdo, a una distancia aproximada de 20 metros.	
26. Una vez posicionado, comience el procedimiento de descarga	
27. Neutro, Freno de traba aplicado.	
28. Palanca, levante tolva hacia atrás	
29. Rpm. a 1900 hasta final de la segunda etapa del vástago, luego rpm en ralentí bajo, hasta completar la descarga.	
30. Palanca, levante tolva hacia adelante flotación para la descarga.	
31. Utilice la secuencia de puesta en marcha y retírese del botadero.	

Repítase la secuencia de este ejercicio las veces que el instructor considere necesarias. Asegúrese que el participante practique las maniobras en diversas condiciones:

- Terrenos con pendientes fuertes
- Operación nocturna
- Operación con lluvia o nieve
- Operación con niebla o baja visibilidad

Instrucciones	El participante logra el objetivo (si/no/ otros comentarios)
Estacionamiento y apagado	
32. Antes de ingresar al estacionamiento realice un chequeo visual de las condiciones de otros equipos en movimiento.	
33. Ingresar al estacionamiento a la velocidad límite indicada (máx. 30 km/h).	
34. El camión debe ser estacionado lejos de áreas de entrada y salida, puntos de carga de combustible y depósitos de combustible y aceite.	
35. Chequear que la tolva este abajo y libre de carga.	
36. Coloque la rueda trasera o delantera del camión en el drenaje en v suministrado en el área de estacionamiento.	
37. Asegúrese de aplicar el freno de estacionamiento.	
38. El apagado del motor debe llevarse a cabo de acuerdo a las instrucciones del fabricante en el manual de operación.	

Cierre

La operación del camión de alto tonelaje que se acaba de emplear en el simulador requiere de muchas más horas de aprendizaje y de adquisición de experiencia, la cual sólo se puede adquirir en un puesto de trabajo. Recordemos que “la práctica hace al maestro”.

El simulador es una práctica ideal de operación en donde el participante no corre ningún riesgo importante, muy por el contrario en el ambiente minero las condiciones son extremadamente diferentes y muy riesgosas. Como por ejemplo:

- Caída de rocas y ocasionalmente explosión de rocas
- Proyecciones de partículas
- Ruidos, polvo y humedad
- Apretamientos
- Golpes por equipos o partes
- Atrapado por componentes en movimiento
- Choque con otros equipos
- Atropellos
- Volcamientos

Es importante que además de la práctica de ejecución se repase y se refuerce diariamente las prácticas de trabajo seguro asociadas a este equipo y los protocolos de seguridad internos de la mina.

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD