



PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

Cuaderno del Instructor

Operador Avanzado Equipos Mina Rajo

**Módulo IV: Estructura y Funcionamiento del
Bulldozer**

PFERA-3-01/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 del 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
Christel Lindhorst F., 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
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Rizzo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., 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 ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile - Innovum, con la colaboración técnica del Centro Tecnológico Minero, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero - del cual pasa a ser propiedad -.

Este material 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 Chile Ltda., Anglo American Sur S.A., Antofagasta Minerals S.A., Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA), Asociación Gremial de Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin), BHP Chile Inc., Compañía Contractual Minera Candelaria., Compañía Minera Cerro Colorado Limitada., Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM., Consejo Minero de Chile A.G., Corporación Nacional del Cobre de Chile, CODELCO CHILE., Finning Chile S.A., Glencore Chile SA., Kinross Minera Chile Ltda., Komatsu Chile S.A., Minera Escondida Limitada., Minera Freeport-McMoRan South America Ltda., Minera Spence S.A., Sierra Gorda SCM., Sociedad Contractual Minera El Abra., Teck Resources Chile Limitada.; 2016.

Índice

4	Módulo IV Estructura y Funcionamiento del Bulldozer	5
4-1	Capítulo 1 Chequeo Pre-Operacional	5
4.1.1	Componentes del equipo	5
4.1.2	Condiciones operacionales.....	6
4.1.3	Estructura del equipo.....	7
4.1.4	Acceso al equipo	9
4.1.5	Chequeo de cabina.....	9
4.1.6	Tren de rodado (orugas).....	11
4.1.7	Motor	12
4.1.8	Tren de potencia.....	14
4.1.9	Elementos de desgaste	16
	Actividad N°9: Confección y Aplicación de una Pauta de Inspección Pre-Operacional	18
4-2	Capítulo II. Chequeo de sistemas	19
4.2.1	Sistema de iluminación	19
4.2.2	Sistema de dirección y frenos.....	19
4.2.3	Sistema de comunicación	21
4.2.4	Sistema mecánico	22
4.2.5	Sistema de levante	24
4.2.6	Sistema de lubricación.....	26
4.2.7	Sistema aire acondicionado.....	27
4.2.8	Sistema contra incendios.....	28
4.3	Capítulo III Detección de síntomas de fallas en la operación del equipo .	29
4.3.1	Tipos de alarmas e interpretación.....	29
4.3.2	Parámetros de los sistemas	32
4.3.3	Elementos de desgaste	34
4.3.4	Pérdida de fuerza o potencia	36
4.3.5	Informar fallas.....	37
	Actividad N°10 : Comparación de Equipos	40

4 Módulo IV Estructura y Funcionamiento del Bulldozer

4-1 Capítulo 1 Chequeo Pre-Operacional

4.1.1 Componentes del equipo

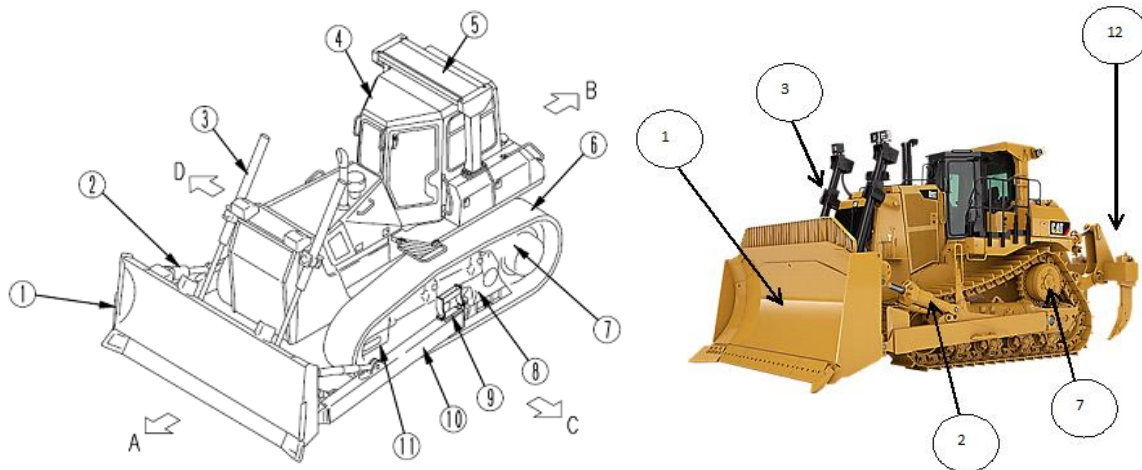
El bulldozer o tractor orugas, es un equipo que cumple una valiosa función en la operación minera. Es el encargado de los trabajos pesados gruesos, como : rebaje de pisos, inicio y continuación de botaderos, rampas de pala o de acceso, emplantillado, limpieza y arreglos del frente de carguío, limpieza de cortes, sacar patas, cortes de viseras, sacar bolones, rutear terrenos duros, alimentación de buzones del stock-pile, hacer piscinas, taludear, hacer rampas o canales, etc. Los principales modelos utilizados en minería, se pueden apreciar en las tablas siguientes:

Fabricante	Modelo	Potencia [HP]
Komatsu	D575-3	1150
Komatsu	D475A-5E0	890
Komatsu	D375A-5	605
Komatsu	D275AX-5E0	449
Komatsu	D155AX-6	354
Komatsu	D85EX-15E0	264
Komatsu	D65EX-15E0	205
Komatsu	D61EX-15	155
Komatsu	D51EX-22	130

Fabricante	Modelo	Potencia [HP]
Caterpillar	D11T	850
Caterpillar	D10T	580
Caterpillar	D9T	410
Caterpillar	D8T	310
Caterpillar	D7E	235
Caterpillar	D6T	200
Caterpillar	D6N	150
Caterpillar	D6K	125
Caterpillar	D5K	96
Caterpillar	D4K	84
Caterpillar	D3K	74

A continuación, se enumeran los componentes principales encontrados en la mayoría de los equipos bulldozers:

- 1) Hoja (Topadora, Cuchilla)
 - 2) Cilindro de volteo
 - 3) Cilindro de izado
 - 4) Cabina
 - 5) Protección ROPS ("Roll Over Protection Structure": Estructura protectora de volcamiento)
 - 6) Zapata de la oruga
 - 7) Cabrestante (Mando Final, Rueda Motriz)
 - 8) Chasis de orugas
 - 9) Escalón
 - 10) Bastidor
 - 11) Rodillo tensor
 - 12) Ripper (Desgarrador)
-
- A. Parte delantera
 - B. Parte posterior
 - C. Izquierda
 - D. Derecha



4.1.2 Condiciones operacionales

Para el funcionamiento seguro del bulldozer, el operador debe ser calificado y autorizado. Para estar calificado, debe comprender las instrucciones escritas proporcionadas por el fabricante, poseer formación que incluya el funcionamiento real de la máquina y conocer las reglas de seguridad y normativas para el lugar de trabajo.

En el trabajo, el operador no debe utilizar medicamentos o alcohol que puedan alterar su capacidad de atención o coordinación. Un operario en tratamiento o que

haya consumido medicamentos sin receta, precisa consejo médico acerca de si puede o no manejar la máquina de forma segura.

El operador debe conocer su máquina. Debe saber cómo manejar todo el equipamiento de la máquina y conocer la finalidad de los controles, sondas e indicadores. También conocer la capacidad de carga nominal, régimen de velocidad, características de frenado y dirección, radio de giro y distancias de conducción. No debe olvidar que condiciones como lluvia, nieve, hielo, gravilla suelta, terreno blando, etc. alteran las capacidades operativas de su máquina.

Antes de poner la máquina en marcha, se debe estudiar el manual respectivo. Si no entiende alguna parte del manual, solicitar al supervisor mayores explicaciones.

4.1.3 Estructura del equipo

La estructura está definida como el conjunto de piezas, componentes y elementos que proporcionan durabilidad y el soporte necesario para el equipo en su totalidad.



En el chasis, bastidor o marco principal van instalados: El motor y radiador, la transmisión, el equipo de trabajo y el ripper (desgarrador), el estanque hidráulico y el estanque de combustible. Lo que está fuera del chasis, pero conectado a él, es el sistema de tracción compuesto por orugas, rodillos superiores e inferiores y rueda tensora.

El marco está construido para que pueda absorber altas cargas de choque de impacto y fuerzas de torsión. Generalmente, tienen las siguientes características estructurales:

- 1) Los rieles del bastidor son de sección en forma de caja completa, diseñados para mantener los componentes rígidamente alineados.

- 2) Fundiciones de acero pesado confieren fortaleza adicional a la caja principal, al soporte de la barra compensadora, al travesaño delantero y al muñón del tirante estabilizador.
- 3) Los rieles superior e inferior son de secciones cilíndricas continuas, sin maquinado ni soldaduras, para obtener mayor vida útil del bastidor principal.
- 4) La caja principal eleva los mandos finales bien por encima del área de trabajo para protegerlos contra impactos, abrasión y contaminantes.
- 5) La presencia de un eje pivote y una barra compensadora sujeta por pasadores mantienen el alineamiento del bastidor de rodillos inferiores.
- 6) Diseño de caja y bastidor con una caja fundida de una pieza con desgarrador y montaje para la ROPS. El depósito de aceite está incluido en la caja fundida de una pieza.
- 7) Soporte de montura más pesado y con fundiciones más fuertes y nervaduras para aumentar la resistencia a la fatiga.
- 8) Los montajes de protección del radiador, los montajes del motor y las conexiones del tirante estabilizador utilizan un soporte delantero fundido de una pieza para reducir la cantidad de soldadura necesaria en la sección delantera del bastidor. El tirante estabilizador está construido con menos piezas para reducir el desgaste y acercar la hoja a la máquina para permitir trabajos de explanación con mayor precisión y mejor control de la carga. El diseño del tirante estabilizador proporciona sólida estabilidad lateral y mejor posición de los cilindros para alcanzar una fuerza de apalancamiento constante independientemente de la altura de la hoja.



Por el tipo de trabajo de la máquina, la participación del operador es directa en los daños que pueda sufrir el chasis. Se debe mantener la máquina limpia ya que esto ayudará a visualizar las roturas oportunamente.

4.1.4 Acceso al equipo

Para subir o bajar, se debe mirar siempre hacia la máquina y mantener tres puntos de apoyo (ambos pies y una mano, o ambas manos y un pie) con los pasamanos y escalones (incluida la zapata de la oruga), para asegurar que tiene donde apoyarse con seguridad.

Se debe comprobar siempre si hay aceite, grasa o barro en pasamanos y escalones. En caso de que exista suciedad, se debe limpiar antes de utilizarlos.

Se debe reparar cualquier daño que exista y apretar los pernos que se hayan aflojado.



No se debe subir o bajar nunca de la máquina mientras tenga alguna herramienta en la mano.

No se debe agarrar a ninguna de las palancas de control para subir o bajar de la máquina, porque podrían moverse.

No se debe saltar nunca ni para subir a la máquina ni para bajar de ella. El operador podría resbalar y caer, pudiendo resultar gravemente lesionado o podría incluso romperse algún hueso o sufrir lesiones graves al tocar el suelo.

Nunca se debe subir ni bajar con la máquina en movimiento. El operador podría no ser capaz de sujetarse en los pasamanos y escalones y caer de la máquina, resultando lesionado. Incluso si la máquina se pone en marcha sin operador, no debe saltar para subirse e intentar detenerla.

4.1.5 Chequeo de cabina

La cabina del operador cuenta con todos los controles necesarios para operar el tractor. Antes de entrar en este compartimiento, el operador debe limpiar siempre todo el barro y el aceite de las suelas de sus zapatos. Si se intentan accionar los pedales con barro o aceite en las suelas de los zapatos, los pies podrían resbalar

y la máquina podría moverse de forma inesperada, causando lesiones graves al operador o a otros.

No se deben dejar tiradas en el compartimiento del conductor herramientas o piezas de la máquina. Si las herramientas o piezas entran en el equipo, podrían dificultar el funcionamiento y provocar un movimiento inesperado de la máquina, con resultado de lesiones graves.

No se deben fijar ventosas al cristal de la ventana. Las ventosas actúan como una lente y podrían causar un incendio.



No se debe utilizar teléfono móvil al conducir o manejar la máquina. Podría provocar errores en el funcionamiento que causarían lesiones graves al operador o a otros.

No se debe guardar en el compartimiento del operador artículos peligrosos, como explosivos o elementos ignífugos.

Las ventanas deben estar siempre limpias para garantizar buena visibilidad. Los artículos de comodidad, como, por ejemplo, el asiento, deben ajustarse para minimizar la fatiga del conductor. Se debe informar a mantención de cualquier artículo que presente un riesgo en la cabina y colaborar por mantener el área de trabajo limpia y segura.

Por las amplias ventanillas de las puertas, de un solo panel, el operador puede ver cómodamente las zonas más próximas, a ambos lados de la máquina.

El asiento es ajustable y diseñado para el confort del operador. El asiento grueso y con cojines, que proporcionan apoyo para la espalda y muslos, permite un movimiento sin restricción de brazos y piernas. Los apoyabrazos ajustables uniformes, proporcionan el confort adicional para el operador.

El tablero de mandos, de fácil lectura y lámparas de alarmas, mantienen al operario enterado de cualquier problema potencial. Todos los pilotos (luces) y lecturas de salida, son fácilmente visibles en la luz directa del sol.

4.1.6 Tren de rodado (orugas)

El tren de rodado proporciona una potencia hidráulica eficiente y un control superior del movimiento de las cadenas. El tren de rodado es un grupo de piezas que se fabrican como conjunto y se gastan como un todo. Su valor es aproximadamente el 40% del valor del equipo, por lo tanto las malas prácticas aplicadas en los traslados, giros incorrectos, el patinar o trabajar con cadenas destensadas, acorta la vida útil al rodado. Algunos componentes del tren de rodado son los siguientes: zapata, eslabón, bastidores, rodillos, ruedas guías, resorte tensor, rueda motriz, barra ecualizadora.



El tren de rodado soporta las orugas y está conectado al marco principal. Los trenes de rodado (localizados uno en cada lado) son apoyados por una suspensión ecualizadora del tipo oscilación. Esto consiste en una escotilla de pivote y barra que permite que el tren de ambos lados suba o baje mientras se está pasando por sobre terreno desnivelado. El bastidor de los rodillos de las orugas, es la estructura que contiene los rodillos, las ruedas guías y las ruedas motrices, por donde circulan las orugas. Cada lado generalmente cuenta con 8 rodillos inferiores y 2 rodillos superiores.

La tensión de las orugas es un factor importantísimo en la vida útil del tren de rodado. La tensión de las orugas debe observarse todos los días y si no cumplen con las especificaciones, deben ser reportadas. La tensión de las orugas se modifica utilizando una pistola engrasadora a presión, para ajustar la toma. También se debe informar sobre cualquier zapata que se encuentre suelta o doblada.

4.1.7 Motor

Componente en el cual todas sus piezas funcionan de manera sincronizada y tiene la capacidad de hacer funcionar un sistema/equipo, transformando la energía calórica producida durante la combustión de la mezcla oxígeno (aire) - petróleo, en energía mecánica útil para la ejecución de un trabajo determinado (fuerza que produce un movimiento).

El motor cuenta con cinco sistemas para trabajar:

- Sistema de lubricación
- Sistema de refrigeración
- Sistema de inyección
- Sistema de admisión y escape
- Sistema eléctrico



Con el cuidado adecuado, el motor debería rendir miles de horas sin tener que hacer alguna reparación. El servicio y la mantención apropiada son importantes para determinar la vida útil del motor, pero el operador también tiene la responsabilidad de darle el cuidado apropiado al motor.

El petróleo diésel se bombea desde el estanque de combustible a los inyectores y a los cilindros del motor. Se mezcla con el aire de inducción para formar una mezcla de combustión. Es importante recordar que la bomba de combustible y los inyectores son componentes de precisión y dependen del diésel para su lubricación. Si el estanque de combustible se vacía mientras el motor se encuentra en marcha, las partes metálicas trabajarán sin recibir la lubricación adecuada, resultando en averías al sistema de inyección.

El operador nunca debe permitir que el motor se quede sin combustible. La bomba, los inyectores y otros componentes pueden resultar averiados.

La combustión del combustible y el aire crea calor en los cilindros que se convierte en energía mecánica a través de los pistones, el vástago del émbolo y el cigüeñal. El calor generado por la combustión se disipa por intermedio del sistema de enfriamiento. El sistema de enfriamiento depende del agua que circula por el motor y el radiador. Posteriormente, el agua es enfriada por el aire proveniente del ventilador del radiador. Por lo tanto, el sistema de enfriamiento depende del calor que se transfiere del motor al agua de enfriamiento y por el radiador a la atmósfera. Es importante comprender que cualquier cosa que impida la transferencia de calor a través del sistema puede resultar en un recalentamiento y por lo tanto en una avería seria al motor.

Hay mecanismos de advertencia o apagado del motor para prevenir un recalentamiento del motor. El operador debe seguir los procedimientos apropiados cuando los niveles del calor sobrepasen los niveles aceptables.

El operador nunca debe intentar anular o producir un corto circuito en cualquiera de los mecanismos de protección del motor. El sistema debe ser revisado por personal de mantención y la causa de la advertencia debe ser corregida.

El aire de inducción que se usa para la combustión es aspirado por los filtros de aire. Estos separan la tierra del aire antes de entrar al motor. Aún una cantidad muy pequeña de tierra que entre en el motor resultará en un desgaste rápido del motor y una disminución considerable de la vida útil del mismo. De igual forma, si los filtros de aire se llenan de tierra, el flujo de aire al motor disminuirá y resultará en una reducción de potencia. Los filtros de aire deben ser monitoreados para asegurarse que operen eficientemente. Si el operador nota cualquier perforación o fuga en el sistema de aspiración de aire, debe informar al personal de mantención de inmediato, antes que resulte en una avería de seriedad para el motor.

Se debe revisar el sistema de inducción de aire del motor, incluyendo los indicadores de filtro de aire, al comienzo de cada turno para asegurarse que el motor reciba aire adecuado y limpio.

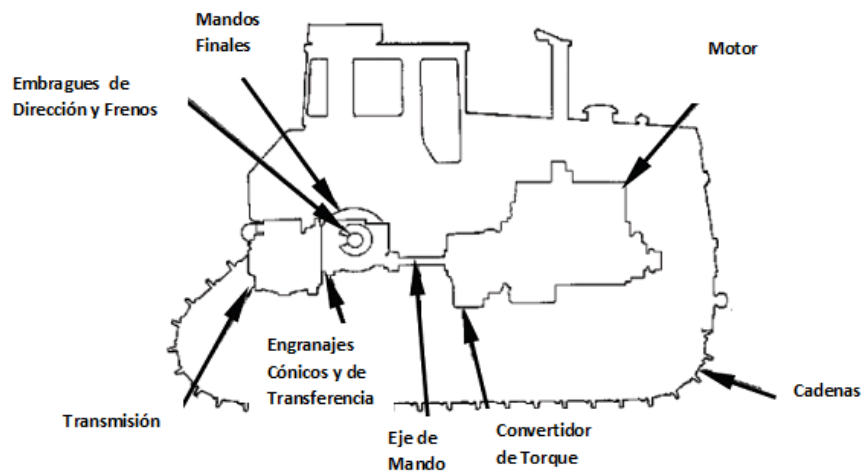
El motor depende del aceite para su lubricación y enfriamiento. El nivel del aceite debe mantenerse en los niveles aceptables. Se debe tener mucho cuidado de evitar que algún residuo de tierra penetre en el motor mientras se está agregando aceite. Si el nivel del aceite es significativamente más alto del que debe ser, el operador debe informar al personal de mantención antes de poner en marcha el motor.

Se debe revisar el nivel del aceite en el motor al comienzo de cada turno y tan frecuentemente como sea posible. Si es estrictamente necesario, agregue aceite, asegurando que sea almacenado en un lugar libre de suciedad para evitar que tierra entre en el motor.

4.1.8 Tren de potencia

El tren de potencia (o fuerza), es aquel conjunto de dispositivos encargado de convertir la energía en movimiento, ya sea para trasladarla o desarrollar cierta acción. En otras palabras transmite la fuerza al terreno. El tren de fuerza en los bulldozers está definido principalmente por los siguientes componentes:

- Convertidor de Torque
- Transmisión
- Engranajes Cónicos y de Transferencia
- Embragues de Dirección y Frenos
- Mandos Finales



A través del tren de potencia, la energía proveniente del motor, suministra fuerza a las orugas que impulsan el tractor. La potencia del motor se transmite a través de un convertidor de torque. El convertidor de torque es un elemento del tren de potencia que hidráulicamente multiplica el torque del motor y que además entre sus componentes posee un embrague hidráulico que acopla a determinadas velocidades. Las funciones principales de este elemento son: aumentar el torque en las puestas en movimiento de la máquina, aumentar el torque cuando la máquina trabaja con carga a poca velocidad y disminuir los impactos desde el motor a la transmisión.



Posteriormente, la fuerza se transmite a las cajas de mando traseras y los engranajes cónicos y de transferencia, cambian la dirección del giro del eje hacia un eje perpendicular. Hacen girar los ejes internos que envían potencia a los embragues de dirección y frenos. Éstos permiten que el operador controle la dirección del tractor.

La máquina de cadenas es dirigida haciendo que una cadena gire más rápido que la otra. Existen dos sistemas ampliamente utilizados, a saber: embrague de dirección o dirección con diferencial. En el sistema de embrague de dirección, un embrague de dirección interrumpe el flujo de potencia a una de las cadenas. En el sistema de dirección con diferencial, el diferencial de dirección utiliza la entrada de potencia de un motor hidráulico para aumentar la velocidad de una cadena e igualmente reducir la velocidad de la otra cadena.

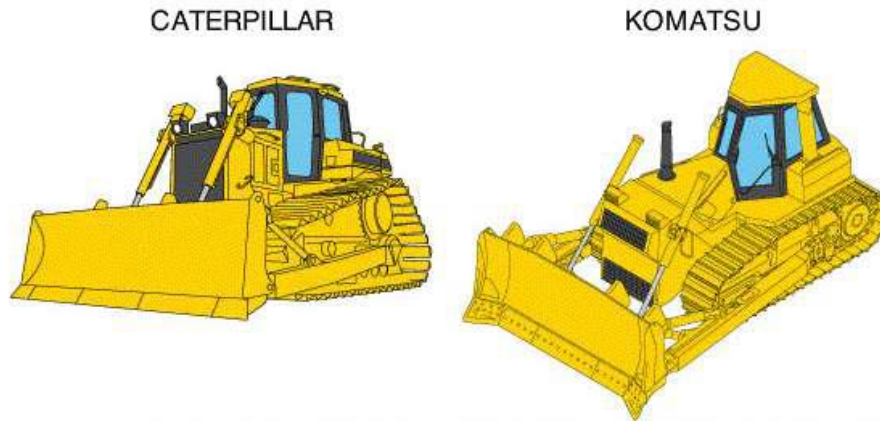


El tren de mando inferior incluye los frenos de servicio para reducir la velocidad o detener la máquina. En el sistema de embrague de dirección, los frenos son parte del conjunto del embrague de dirección y también ayudan a hacer girar la máquina. En el sistema de dirección con diferencial, los frenos forman parte del grupo diferencial de dirección en lado izquierdo del tractor y el grupo planetario en el lado derecho del tractor. Los frenos no ayudan a girar el tractor con sistema de dirección con diferencial.



Los mandos finales proporcionan la última reducción de velocidad e incremento del par en el tren de mando. Los mandos finales pueden ser engranajes principales o juegos de engranajes planetarios (sistema de modulación que permite cambios rápidos de sentido y velocidad). Éstos reciben potencia desde el eje del engranaje solar y la transfieren a la rueda motriz que acciona la cadena. En algunos modelos de equipos (Caterpillar), los mandos finales elevados están

aislados del suelo y de las cargas de impacto inducidas por los implementos, para una mayor duración del tren de fuerza. En otros (Komatsu), la rueda guía y rodillos inferiores se balancean libremente a lo largo de la superficie desigual del terreno, absorbiendo los impactos del tren de rodado.



4.1.9 Elementos de desgaste

Constituyen gran parte de los costos de operación de las maquinarias, motivo por el cual se han considerado “Metales Desechables”. Los elementos de desgaste están en contacto con pisos duros, abrasivos, ásperos, rocosos, durante largos períodos de operación. A esto se agrega la velocidad de desplazamiento (a veces muy alta), generando mayor deterioro. Los principales elementos de desgaste en el bulldozer son:

- Cuchilla
- Cantonera
- Diente Ripper
- Canillera del Ripper
- Canillera Topadora
- Ripper

Elementos de desgaste específicos del rodado:

- Zapata
- Bujes
- Eslabón
- Rodillos
- Rueda guías
- Pasadores
- Segmentos

La cuchilla y el ripper o desgarrador, están diseñados para ser totalmente controlados por el operador. La cuchilla cuenta con bordes cortantes y puntas

reemplazables. Asimismo, el ripper también cuenta con elementos reemplazables. Estos artículos tales como los bordes cortantes, protectores y las puntas deben reemplazarse cuando el desgaste llegue al límite determinado.

El no reemplazar estos artículos resulta en un desgaste del metal en donde se encuentran instalados. Si se permite que esto continúe por mucho tiempo, se dificultará o imposibilitará la tarea de instalar nuevas partes. Tal problema se evita reemplazando estos artículos cuando así la situación lo requiera.



La causa principal de las fallas de la cuchilla son la fatiga del metal y el desgaste del metal donde se instalan dichos artículos. La fatiga puede evitarse sin sobrecargar la cuchilla o aplicarle demasiada fuerza. Cualquier desgaste excesivo de la cuchilla debe ser informado por el operador para su reparación antes que el daño se expanda demasiado y se transforme en una tarea difícil y larga. Se debe informar cualquier artículo que presente desgaste, tales como los bordes cortantes, los protectores y las puntas del ripper cuando hayan alcanzado (o estén a punto de alcanzar) el límite de desgaste.



Actividad N°9: Confección y Aplicación de una Pauta de Inspección Pre-Operacional

Lo que hay que hacer

En grupos, los participantes deberán confeccionar una pauta donde se pueda chequear el equipo bulldozer, previo a la operación. A través de un análisis de la estructura y sus componentes, tendrán que confeccionar un listado de puntos a revisar.

Para qué sirve

A través de la realización de esta actividad, los participantes podrán aplicar los contenidos desarrollados hasta el momento, así como también recurrir al trabajo en equipo.

Materiales

Lápices
Hojas

Manos a la obra

Según lo revisado hasta el momento y aplicando los contenidos del capítulo anterior, se deberá discutir, analizar y confeccionar un listado de los principales componentes a revisar en el equipo bulldozer, antes de iniciar su operación.

Puesta en común

El instructor le pedirá a un representante por grupo que comente las conclusiones y acuerdos a los que llegaron, comparando las respuestas entre los grupos, indagando el nivel de dificultad de la actividad y qué se aprendió de ella.

Finalmente, cada grupo deberá entregar la pauta de inspección pre-operacional escrita que generaron, con el detalle de integrantes que participaron en su elaboración.

4-2 Capítulo II. Chequeo de sistemas

4.2.1 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación forma parte del sistema eléctrico del bulldozer. Considera los siguientes subsistemas:

Alumbrado interno

El equipo cuenta con una con iluminación interna, la que iluminará la cabina, mientras que también tiene iluminación para la parte superior del equipo y la escalera.

Luces en el tablero de instrumentos

El tablero se encuentra completamente iluminado, las cuales entregarán información al operador del equipo, sobre advertencias, niveles y otros.

Luces intermitentes de peligro

El equipo cuenta con luces y alarmas de emergencias, las cuales se encenderán cuando el equipo detecte alguna falla en el sistema.

Faros delanteros

Como todo equipo y/o vehículo, tiene las respectivas luces de iluminación, contando con luces altas y luces bajas, las que son alimentadas por una corriente continua de 12 ó 24 V.

Luces de posición y parada

El equipo cuenta con sus respectivas luces de estacionamiento, luces de aviso de emergencia (intermitente doble).

El operador no debe trabajar de noche si está quemado o no enciende uno de los focos de trabajo. Debe dar aviso inmediatamente al personal de mantención o supervisores.

4.2.2 Sistema de dirección y frenos

El sistema de dirección es el conjunto de mecanismos mediante los cuales se pueden orientar las orugas a voluntad del operador. Permite dirigir sobre el lugar, transitar con exactitud, tanto para tomar curvas como para estacionarse. Las acciones del operador son ejecutadas sobre los controles de dirección; se efectúa la conducción de la máquina, y es necesario un solo control para efectuar los giros.

El sistema de frenos está diseñado para que a través del funcionamiento de sus componentes se pueda detener el equipo a voluntad del conductor. Mediante un pedal, el bulldozer puede frenarse y por otro lado el freno de estacionamiento mantiene al equipo en condiciones de frenado mientras se enciende el motor.

Los embragues de dirección son activados por unas palancas que se encuentran en la cabina del operador. Se aplican mediante resortes y se liberan hidráulicamente. Los frenos pueden ser aplicados por pedal o por una palanca de mando que se encuentra en la cabina del operador. Los frenos también son aplicados mediante resortes y se liberan hidráulicamente. Tanto los embragues como los frenos son del tipo disco mojado y múltiple. Los embragues y los frenos se interconectan para una operación fácil.

El control de la dirección combina la propia dirección, el sentido de desplazamiento de la máquina y la selección de marchas, en un sistema operado con una mano para aumentar la comodidad y productividad del operador. La dirección funciona de casi igual manera que el tradicional sistema de frenos y embrague, pero con menos tiempo y esfuerzo.

En algunos modelos de equipo, la dirección y marchas de la máquina se controlan por un mango montado sobre un eje que puede operarse por el dedo pulgar de la mano izquierda.

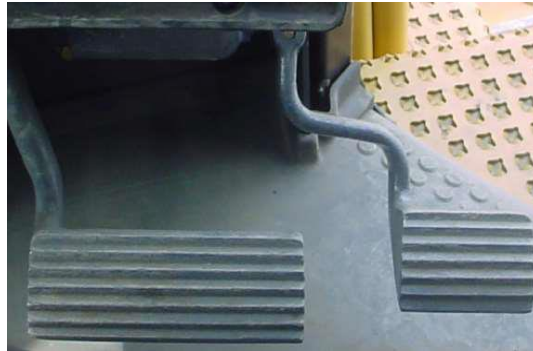


Rotando el mango adelante cambia la transmisión de la máquina hacia adelante, rotando el mango hacia abajo la transmisión es marcha atrás. La posición intermedia pone la transmisión de la máquina en neutro. El botón superior hace un cambio a alta del tractor, una gama de velocidad a la vez y el botón inferior hace un cambio a baja del tractor, una gama de velocidad a la vez.

Otros modelos utilizan el sistema de dirección por palanca. Un mando manual (joystick) tiene injerencia en los dos paquetes de discos de frenos (izquierdo y derecho), en una posición del mando manual, actúa primeramente sobre el paquete de discos direccionales permitiendo un leve giro de la máquina en esa dirección; sin embargo si la acción sobre el mando va más al costado, se libera el paquete direccional y actúa el paquete de freno deteniendo la rueda motriz y con ello la oruga de ese lado, obteniendo de esa manera un giro más efectivo, más instantáneo, y porque no decirlo, también más violento. El operador nunca debe

realizar esta acción con la máxima velocidad de la máquina, ya que puede perder el control sobre ella.

Los frenos se aplican en las ruedas motrices al pisar el pedal, logrando con ello la detención total de la máquina. Los frenos son del tipo de discos múltiples y su acción de frenados está dada por unos resortes que comprimen estos discos. Existe un paquete de discos por cada rueda motriz. Si se quisiera definir el freno, se podría decir que es mecánico en su acción, pero que para liberarlos es necesaria una presión hidráulica.



En relación al freno de estacionamiento, éste se aplica con una palanca exclusiva permitiendo tener frenada ambas ruedas motrices aún con el motor andando. Este freno (de estacionamiento) usa el mismo conjunto de discos que el freno de servicio.

4.2.3 Sistema de comunicación

El sistema de comunicación está compuesto básicamente por un radio transmisor de uso exclusivo del operador, quien es además el responsable del mismo.

Si se detecta alguna anomalía durante el funcionamiento o las operaciones de inspección o mantenimiento (ruido, olores, vibraciones, indicadores con visualizaciones incorrectas, humo, pérdidas de aceite o visualizaciones anómalas en indicadores, dispositivos de advertencia o monitores), el operador debe detener la máquina sobre un terreno plano y notificar a través del sistema de comunicación radial, al supervisor correspondiente. Si se opera la máquina sin solucionar el problema, podrían producirse accidentes de graves consecuencias.

Toda vez que se le da arranque al bulldozer, el operador debe indicar a la supervisión, a través del sistema de comunicación radial, que el equipo está en condiciones de comenzar a trabajar; además de informar al centro de despacho de equipos mina, que se encuentra próximo al servicio.

El operador nunca debe ingresar al área donde otros equipos son los de mayor jerarquía operacional sin solicitar autorización. Esta autorización debe solicitarse vía radial bajo el siguiente esquema:

- Detenerse a una distancia mínima de 50 metros respecto al otro equipo
- Utilizar canal radial respectivo para solicitar autorización de ingreso al área
- Identificar claramente el equipo mediante su número o código interno
- Informar la maniobra a efectuar en forma clara y precisa

Una vez autorizado, el operador deberá evaluar constantemente las condiciones del área y las operaciones de las maquinarias del sector, de tal forma que le permita un completo control del equipo en todo momento.

4.2.4 Sistema mecánico

El sistema mecánico está constituido por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan a partir de la transformación de energía efectuada previamente. Los componentes del tren de fuerza del bulldozer cumplen con este enunciado.

El motor diésel es el generador de fuerza motriz encargado de suministrar la potencia necesaria para mover la máquina. La fuerza que viene del motor, pasa por el dâmpfer ubicado en el volante del motor y desde aquí mediante un cardán con crucetas (juntas universales) se comunica con el sistema de transmisión.

El dâmpfer es un amortiguador de los efectos torsionales del motor sobre la transmisión o de las ruedas motrices al motor. En su construcción se han considerado unos topes de goma que amortiguan el efecto torsor de salida o de entrada al motor.

El eje cardan es el conector entre el conjunto motor-dâmpfer y la transmisión. Las crucetas que tiene en cada extremo permiten un desalineamiento entre los conjuntos que une.

El convertidor de torque es un acoplamiento hidráulico compuesto por dos (2) turbinas; una conductora y otra conducida. La conductora toma movimiento del motor, recoge aceite de su propio embalse y lo centrifuga. Por la forma de la turbina, también llamada "bomba", el aceite no sale con dirección radial, sino, con dirección axial, lo que permite llegar a la turbina conducida, también llamada solamente "Turbina". Esta se mueve por la fuerza cinética del aceite y pone en movimiento la transmisión, puesto que va conectada a ella por un eje.

La forma de la turbina conductora y conducida permite el desalojo del aceite de una y del empuje con chorro de aceite en la otra. Una pieza llamada estator que va ubicada entre las dos turbinas permite una retroalimentación del aceite, ahora desde la conducida a la conductora. El principio básico es crear varios chorros de aceite en una turbina para que se descarguen en la otra.

El convertidor de torque de algunos modelos de bulldozer, tiene la posibilidad de dejar acoplada la fuerza desde el d mper a la caja de velocidades sin usar el convertidor entregando de esta manera toda la potencia del motor a la transmisión. Al desactivar esta operación, el conjunto convertidor de torque queda trabajando en forma normal.

La caja de velocidades es del tipo semi-automática de 3 velocidades para adelante y 3 velocidades para atrás, comandada desde la cabina.

Se dispone de cinco paquetes de embrague de disco para realizar las siguientes funciones:

- 1 paquete 1^a
- 1 paquete 2^a
- 1 paquete 3^a
- 1 paquete marcha atrás
- 1 paquete marcha adelante

El acoplamiento de cada paquete se hace por intermedio de una prensa hidráulica interna existente en cada uno de ellos.

Todas las cajas de velocidades automáticas y semi-automáticas no cuentan con engranajes desplazables, por lo que la operación se hace con engranajes en toma constante o permanente y son los ejes los que se acoplan y se desacoplan hidráulicamente. Esta situación debe tenerla presente el operador para el estacionamiento de la máquina. Se debe recordar que una máquina con convertidor de torque y caja semi-automática no se quedará jams enganchada a través de la caja.

Como la caja no permite un enganche el operador cometer  un grave error con peligro de accidente si abandona la máquina sin bajar hasta el suelo la pala y el ripper, para que sean estos componentes los que trabajen como freno de estacionamiento.

El puente trasero es la zona que recibe el giro de la transmisión o caja de velocidades y se entrega a cada una de las ruedas motrices. Técnicamente la potencia que viene de la caja de velocidades en línea longitudinal se cambia a lateral para abastecer con giro a las ruedas.

Los mandos finales están ubicados cerca de las ruedas motrices y albergan en su interior un conjunto de satélites y planetarios, que permiten cuando ambas ruedas giran y el tractor hace una curva, que una rueda gire más que la otra sin perder tracción. En este conjunto (mandos finales) también se encuentran engranajes reductores de giro.

La tracción de la máquina está dada por un conjunto de componentes que permiten a la máquina desplazarse por sobre una cadena cerrada. Se puede decir, al igual que una locomotora se desplaza por rieles metálicos fijos, el tractor también se desplaza por rieles metálicos (la cadena), con la garantía que estos "rieles" no son fijos y la máquina los lleva consigo siempre permitiéndole con ello moverse en cualquier dirección y en cualquier tipo de terreno que permita soportar su peso.

Algunos modelos de tractor tienen doce carriles (seis por lado), que son los apoyos de la máquina sobre la cadena. Los carriles son las ruedas que ruedan sobre la cadena, su diseño tiene una pestaña a cada orilla que trabajan de guía y obliga al carril a calzar en la cadena impidiendo su salida.

El carril en su interior aloja aceite para lubricar sus descansos por lo que un sistema de retenes metálicos permiten un hermetismo tal que nada entre y nada sale del interior del carril.

La cadena es el componente por el cual se desliza la máquina y como toda cadena es eslabonada, esta pieza es la que le da su flexibilidad. Por la parte interior de la cadena funcionan todos los componentes del rodado.

Las zapatas son planchas con una figura especial apernada a cada uno de los eslabones de la cadena. La zapata es la pieza de contacto de la cadena con el terreno, por lo que le corresponde ser el componente que se afirma en el terreno para la operación de la máquina. Es también el componente de desgaste de la cadena. Las zapatas y la cadena forman la "oruga".

La rueda tensora, en la parte central de su periferia, tiene una pestaña que entra en la parte central del eslabón de la cadena y actúa también como guía de ella. Esta rueda no tiene tracción. En algunos modelos va montada en un conjunto que lleva un resorte para absorber los impactos. En el extremo del resorte contrario a la rueda se encuentra el conjunto tensor de la cadena. Este es un cilindro donde al adicionarle grasa con una engrasadora manual, un pistón sale y empuja al alojamiento del resorte para desplazar la rueda y tensar la cadena.

La rueda motriz forma parte de la transmisión y está ubicada al final de la línea en este sistema y como punto final es la única visible. En su periferia tiene unos dientes que permiten el engrane con los pasadores de los eslabones de la cadena provocando el desplazamiento de la máquina.

4.2.5 Sistema de levante

El sistema de levante de la topadora (también llamada cuchilla u hoja) y del ripper (o desgarrador) es hidráulico, son independientes como sistema, y al estar trabajando cualquiera de los dos, el bulldozer debe mantener las revoluciones al máximo. Así se obtiene un buen levante dentro de los tiempos del ciclo. Se debe recordar evitar trasladarse con la topadora a su altura máxima por seguridad.

La energía hidráulica se consigue con un conjunto de elementos compuesto por:

- Estanque
- Aceite hidráulico
- Bomba hidráulica
- Filtros
- Caja de válvulas
- Mandos manuales
- Cilindros hidráulicos

La bomba hidráulica saca aceite del estanque, lo pasa por el filtro y luego lo envía a la caja de mandos. Desde esta caja y por intermedio de mandos a voluntad del operador envía aceite a los cilindros hidráulicos para realizar los distintos trabajos. Un mando es usado en el equipo de trabajo (hoja) y otro mando es usado en el ripper (desgarrador).

Los circuitos hidráulicos contienen muchas válvulas y otros componentes que son muy sensibles a la tierra o contaminación del líquido. El operador debe tener cuidado de no permitir que la tierra penetre en el sistema hidráulico por donde se llena el estanque o por ninguna otra fuente, e informe cualquier problema que pueda presentarse como resultado de la contaminación del líquido hidráulico. Se debe reportar inmediatamente cualquier contaminación o condición que resulte en la contaminación del líquido, (como, por ejemplo, surtidores de aceite sucios o tapas de estanques faltantes).

El circuito hidráulico de la cuchilla tiene dos cilindros de levantamiento y uno de inclinación para controlar el movimiento de la cuchilla.

El circuito hidráulico del ripper tiene dos cilindros de levantamiento y dos de inclinación para controlar el movimiento del mismo.



El circuito de elevación de la hoja se compone de un carrete que tiene cuatro posiciones: elevar, sostener, bajar y flotar. El carrete de elevación se maneja manualmente por la palanca de control de la hoja. El movimiento de la palanca hacia atrás manda presión de aceite a la punta del vástago del cilindro de elevación produciendo que la hoja se eleve. El movimiento hacia delante de la palanca de la hoja manda aceite de presión a la punta del cabezal de los cilindros de elevación, haciendo que la hoja baje. Si la palanca se empuja hacia adelante más allá de la posición “bajar”, la hoja se ira a la posición “flotar”. Esta posición es la única con freno mecánico. En la posición “flotar”, la hoja está libre para moverse hacia arriba o abajo de acuerdo a fuerzas externas.

En la posición “sostener” (o posición central), el aceite desde la sección del extremo impulsor de la bomba se dirige hacia el carrete de elevación, donde se junta con el aceite del circuito de inclinación. Cuando el carrete de elevación está en la posición “elevar”, la válvula de verificación de carga (load check valve) es utilizada para impedir el flujo inverso de aceite de los cilindros que pueden producir “desviación de los cilindros”.

El carrete de elevación del ripper funciona con presión de aceite piloto y tiene tres posiciones: elevar, sostener y bajar. El movimiento hacia la izquierda de la palanca de control del ripper hace que el ripper se eleve y el movimiento hacia la derecha hace que el ripper baje. Cuando la palanca de control del ripper se mueve hacia adelante, el desgarrador se mueve hacia la máquina. El tirar hacia atrás la palanca de control del ripper hace que el desgarrador se aleje de la máquina. Cuando la palanca de control del ripper es liberada, el aceite piloto que se encuentra en la parte superior de la cámara de los resortes es drenado. Los resortes más bajos hacen que el carrete de elevación del ripper regrese a la posición “sostener”. El aceite es bloqueado y mantiene al ripper en posición hasta que la palanca de control del ripper se mueva otra vez.

El operador puede ajustar la profundidad del diente, desde su asiento. La gran abertura en el bastidor superior mejora la visibilidad de la punta del desgarrador. El porta desgarrador estrecho mejora la visibilidad hacia la parte trasera. Las barras espaciadoras termo tratadas que forman parte del porta desgarrador extienden la vida útil y reducen el desgaste irregular del diente. Los cilindros de ajuste hidráulico del ataque varían el ángulo del diente para obtener la mejor penetración de manera que el material rocoso pueda ser levantado y fragmentado.

4.2.6 Sistema de lubricación

El sistema de lubricación está ubicado en un compartimento aislado, que puede ser calefaccionado en operaciones de climas fríos. Los principales puntos de lubricación asistida están en los pasadores, articulación central, sección del ripper y pasadores de la hoja. Los otros puntos de lubricación son alimentados de manera automática.

La función de este sistema es de limpiar, enfriar, lubricar partes y piezas; y específicamente en el caso del motor de la máquina, mantener una película que sella las paredes de los cilindros, impidiendo el trasvasije de los gases tanto en la carrera de compresión como en la carrera de trabajo. Para ejecutar estos trabajos el aceite (lubricante) debe cumplir con el tiempo de permanencia en el cárter del motor (horas de trabajo) y debe estar su nivel dentro del rango indicado por el fabricante. Esta última observación es la más importante. Una línea de agua del motor pasa por un enfriador de aceite y lo refrigera. Alarmas y sensores indican bajo nivel o temperatura muy alta del aceite. El sistema trabaja con una presión llamada “presión normal” que es determinada por el fabricante y debería estar en el rango de 30 – 60 PSI o 2,1 a 4,2 kg./cm².

El operador debe revisar el nivel de aceite del motor al comienzo de cada turno. Se debe aumentar el nivel si está bajo. Se debe añadir sólo aceite limpio. Si el nivel se encontró muy alto, se debe reportar a mantención.

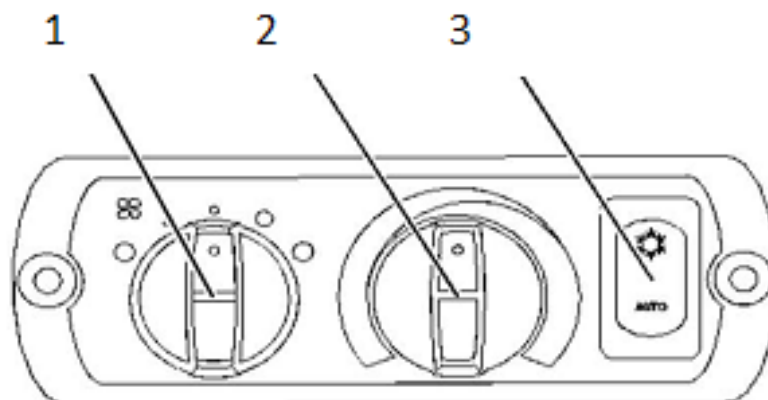
El aceite debe cumplir además con la viscosidad S.A.E. y la calidad A.P.I. que el fabricante del motor solicite.

4.2.7 Sistema aire acondicionado

Es un sistema exclusivo en la cabina de operación y resulta fundamental durante la operación con temperaturas altas.

Los controles HVAC (ventilador de calefacción y aire acondicionado) generalmente están ubicados en la consola del operador. Este sistema cuenta con tres funciones principales: enfriamiento, calefacción y presurización. Los controles en la mayoría de los casos son los siguientes:

- 1 Interruptor de velocidad del ventilador, con 3 o 4 posiciones de velocidad
- 2 Control de temperatura
- 3 Interruptor selector del aire acondicionado



El interruptor del ventilador puede accionarse a la izquierda para apagarlo o hacia la derecha para seleccionar su velocidad en nivel bajo, medio o alto.

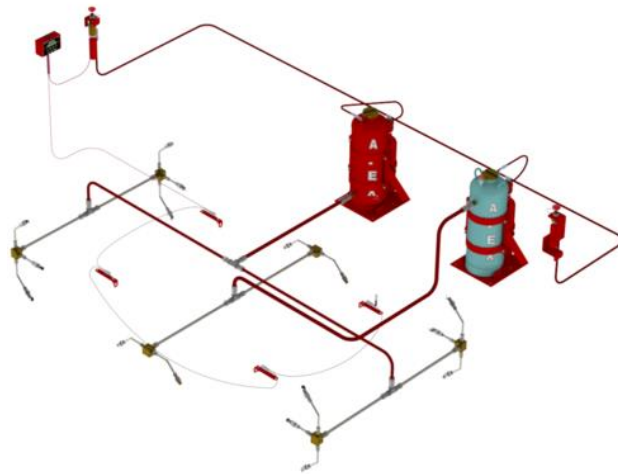
La palanca para ajustar la temperatura se mueve hacia la izquierda para enfriar y hacia la derecha para calentar.

El interruptor para control del aire puede disponer de tres posiciones, la superior para ajustar el sistema a la modalidad manual; la central para modalidad desconectada; y la inferior para control de temperatura automático.

En otros equipos, este interruptor puede incluir la opción de presurización, utilizada cuando no se desee calefacción o aire acondicionado, pero sí se requiera impedir la entrada de polvo a la cabina.

4.2.8 Sistema contra incendios

Es un sistema instalado en la mayoría de los equipos, de una capacidad de funcionamiento muy preciso y amplio, con una distribución en todos aquellos lugares donde se puede producir altas temperaturas que pueden llevar a que se produzca un incendio, actuando automáticamente por la alta temperatura en algún punto.



El control de este sistema de supresión de incendios, se encuentra en la cabina del operador o en la parte externa de la máquina. Puede activarse en forma manual o automática y tiene la propiedad de liberar nitrógeno, polvo químico, agentes líquidos o mixtos contra incendios, liberando los seguros de los extintores.

En aquellos casos donde no se encuentre este sistema, se recomienda que el operador revise y mantenga siempre los extintores cargados, cerciorándose que estén en zonas fáciles de acceso y uso. Recordar que se deben utilizar los extintores químicos sobre fuegos de gas, aceite o eléctricos.

4.3 Capítulo III Detección de síntomas de fallas en la operación del equipo

4.3.1 Tipos de alarmas e interpretación

El operador debe estar preparado para reconocer una alarma, saber interpretarla, reconocer el evento determinado y tomar la decisión adecuada.

Los sistemas de alarmas constan de tableros de monitoreo y luces de acción con indicadores de alertas individuales, para los diferentes sistemas de la máquina.

Generalmente se trabaja con tres tipos de alarmas. La primera categoría requiere sólo que el operador esté al tanto de la situación. La segunda categoría requiere que el operador responda a la advertencia. La tercera categoría requiere que el operador apague los sistemas de la máquina de inmediato.

➤ Alarmas Tipo 1

En esta categoría, sólo destellará el indicador de alarma. Esta categoría alerta al operador de que el sistema de la máquina necesita atención.

Sistema eléctrico:

Indica que hay un desperfecto en el sistema eléctrico. Si este indicador destella, significa que el voltaje del sistema está demasiado alto o demasiado bajo para operar la máquina.

Si las cargas eléctricas son altas, se debe aumentar la velocidad del motor a alta, en vacío. Las cargas eléctricas son el aire acondicionado y/o la iluminación. Un alternador generará más corriente cuando el motor está a velocidad alta en vacío. Si el indicador de alarma del sistema eléctrico se detiene dentro de un minuto, quiere decir que el sistema eléctrico está funcionando normalmente. Durante los períodos de baja velocidad del motor, el alternador se sobrecarga. Se debe modificar el ciclo de operación, esto impedirá que el sistema eléctrico descargue las baterías. También se pueden reducir las cargas sobre el sistema eléctrico, usando la velocidad media del ventilador en la cabina en vez de usar la velocidad alta, operando el motor a la velocidad normal y el sistema eléctrico con carga ligera. Si la luz permanece encendida, se debe detener la máquina en un lugar apropiado. La causa del problema podría ser una correa de alternador floja o rota, una batería defectuosa, un alternador defectuoso u otras.

Admisión de aire del motor:

Este indicador muestra que el filtro de la admisión de aire del motor se debe cambiar. Si este indicador destella, se debe cambiar el filtro de la admisión de aire del motor.

Comprobar el motor:

Este indicador avisa que hay información de diagnóstico presente en el sistema de control del motor. Esto no indica un problema con la operación del motor. Si se enciende el indicador, el operador debe comprobar el motor lo antes posible.

Freno de estacionamiento:

Este indicador avisa que el freno de estacionamiento está conectado. Si este indicador destella, se debe desconectar el freno de estacionamiento.

Sistema de transmisión:

Este indicador avisa que hay un problema en el sistema electrónico de la transmisión. Si el indicador sigue destellando, se debe comprobar el sistema lo antes posible.

Sistema de frenos:

Este indicador avisa que hay un problema en la electrónica del sistema de frenos. Si el indicador sigue destellando, se debe comprobar el sistema lo antes posible.

Sistema de dirección:

Este indicador muestra que hay un problema en la electrónica del sistema de dirección. Si este indicador sigue destellando, se debe comprobar el sistema lo antes posible.

➤ Alarmas Tipo 2

En esta categoría, el indicador de alarma y la luz de acción destellan. Esta categoría advierte al operador de que la máquina necesita un cambio en su operación. A través de esto, se reducirá el exceso de temperatura en uno o más de los sistemas y/o también se disminuirá el exceso de velocidad del motor. En caso de que el indicador de alarma y/o la luz de acción sigan destellando, el operador deberá dejar de trabajar con el equipo.

Filtro de aceite de la transmisión:

Este indicador muestra que se debe cambiar el filtro de aceite de la transmisión.

Exceso de velocidad del motor:

El exceso de velocidad del motor le da al operador una alarma visual señalando que está violando los límites recomendados. Esto indicará que el operador debe

modificar la operación para poder controlar la velocidad del motor, lo cual reducirá el riesgo de daño al mismo.

Temperatura del aceite hidráulico:

La aguja en la zona roja del medidor indica excesiva temperatura del aceite hidráulico. Se debe cambiar la operación de la máquina para bajar la temperatura del aceite. Si no baja la temperatura del aceite hidráulico, se debe detener la máquina en un lugar apropiado.

Temperatura del refrigerante:

La aguja en la zona roja del medidor indica excesiva temperatura del refrigerante. Se debe modificar la operación de la máquina para bajar la temperatura del refrigerante. Si no baja la temperatura del refrigerante, se debe detener la máquina en un lugar apropiado.

Temperatura del aceite de la transmisión:

La aguja en la zona roja del medidor indica excesiva temperatura del aceite de la transmisión. Se debe modificar la operación de la máquina para bajar la temperatura del aceite de la transmisión. Si no baja la temperatura del aceite de transmisión, se debe detener la máquina en un lugar apropiado.

➤ Alarmas Tipo 3

En esta categoría, el indicador de alarma y la luz de acción destellan, además de sonar la alarma de acción. Esta categoría requiere que se detenga la operación de inmediato para evitar graves daños al sistema o a la máquina. No se debe operar el equipo hasta que se haya corregido la causa del problema.

Sistema eléctrico:

Este indicador señala un desperfecto en el sistema eléctrico de la máquina. El voltaje del sistema puede estar demasiado alto o demasiado bajo. Es posible causar daño a la máquina. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Flujo de refrigerante:

Este indicador avisa que no existe flujo de refrigerante en el motor. Si este indicador destella, el operador debe detener el equipo inmediatamente.

Freno de estacionamiento:

Este indicador avisa que el freno de estacionamiento y la transmisión están conectados. El operador debe desconectar el freno y poner la transmisión en neutro.

Sistema de transmisión:

Este indicador avisa que hay un problema grave en el sistema electrónico de la transmisión. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Sistema de frenos:

Este indicador avisa que hay un problema grave en la electrónica del sistema de frenos. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Sistema de dirección:

Este indicador avisa que hay un problema grave en la electrónica del sistema de dirección. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Presión de aceite del motor:

Este indicador avisa que hay baja presión de aceite. Si este indicador destella, el operador debe detener el equipo inmediatamente.

4.3.2 Parámetros de los sistemas

Todos los sistemas tienen sus parámetros de funcionamiento, mínimos y máximos, asociados a variables específicas para lograr el máximo rendimiento de cada modelo de equipo en particular.

Dentro de los parámetros más importantes para el funcionamiento del bulldozer, se pueden enumerar los siguientes:

- Temperatura del líquido refrigerante del motor, en °C
- Velocidad del motor, en RPM
- Temperatura de aceite hidráulico, en °C
- Temperatura de aceite del convertidor de torque, en °C
- Presión del aceite del motor, en kPa
- Temperatura de entrada de aire (admisión del motor), en °C
- Nivel de combustible, en %
- Voltaje del sistema, en Volts

Parámetros específicos motor:

- Presión de combustible, en kPa
- Temperatura de combustible, en °C
- Presión de entrada de aire, en kPa
- Presión atmosférica, en kPa
- Flujo del líquido refrigerante, en L/h
- Tiempo de funcionamiento del motor, en min
- Nivel de aceite, en %
- Velocidad ventilador motor, en RPM
- Presión bomba ventilador motor, en kPa

Parámetros específicos tren de potencia:

- Presión de salida convertidor de torque, en kPa
- Temperatura de aceite del tren de potencia, en °C
- Velocidad de salida convertidor de torque, en RPM
- Presión de lubricación de la transmisión, en kPa
- Presión de entrada convertidor de torque, en kPa
- Presión embrague de velocidad, en kPa
- Presión embrague de dirección, en kPa
- Posición palancas de dirección y frenos, en %
- Posición pedal freno de servicio, en %
- Activación freno secundario, on/off
- Activación freno de estacionamiento, on/off

Parámetros específicos sistema de implementos:

- Presión bomba principal, en kPa
- Presión bomba de inclinación, en kPa
- Posición palanca de control de la hoja, en %
- Posición palanca de control del ripper, en %
- Temperatura aceite hidráulico, en °C
- Presión filtros de retorno sistema hidráulico, en kPa
- Presión circuito levante de la hoja, en kPa
- Presión circuito de inclinación de la hoja, en kPa
- Presión circuito levante del ripper, en kPa
- Presión circuito de inclinación del ripper, en kPa

4.3.3 Elementos de desgaste

Los elementos de desgaste tienen su vida útil y se puede calcular en horas de trabajo. Cuando no se aplican las técnicas adecuadas de operación, su vida útil se ve disminuida. Los síntomas de fallas en estos elementos, se pueden detectar al realizar las inspecciones y chequeos previos al desarrollo de los trabajos.

Al inspeccionar cuidadosamente el bulldozer, se podría detectar cualquier anomalía leve o grave, y debe realizarse antes que el operador comience su turno de trabajo.



Se debe revisar la estructura del tractor desde lejos así se podrá apreciar mejor la posible existencia de daño estructural. Chequear la posible existencia de desgaste, avería o pernos sueltos o faltantes en la cuchilla y las puntas.

Se deben inspeccionar los pasadores del cilindro hidráulico y tapas, buscando la existencia de desgaste, lubricación adecuada, pernos sueltos y, en general, que las conexiones se encuentren en buen estado. Revisar que todo elemento esté firmemente afianzado en su lugar. También se deben examinar las mangueras hidráulicas y conexiones buscando fugas, conexiones sueltas y desgaste.

Otro elemento que se debe revisar son las orugas, buscando pernos sueltos o zapatas faltantes. El operador debe chequear que las orugas tengan la tensión necesaria, además revisar que no existan pasadores sueltos o eslabones rotos o trizados. La mantención del tren de rodaje del tractor es sumamente importante para llevar a cabo una operación eficiente y controlar los costos de reparaciones. La vida útil del tren de rodaje puede variar mucho dependiendo de las condiciones de operación.



El operador debe procurar reducir al mínimo el patinaje de las orugas, en la medida que sea posible. En caso que las orugas patinen, se debe reducir la carga. También se deben evitar paradas y movimientos bruscos. Se debe considerar llevar a cabo giros amplios y controlados. Se tiene que observar si existen zapatas faltantes o sueltas, pasadores sueltos y eslabones de las orugas que se encuentren desgastados o rotos.

Las garras de las orugas y las cadenas deben ser medidas por técnicos de mantenimiento capacitados para determinar su desgaste y condición; y para planificar su mantención preventiva, con el fin de evitar tiempos de para y gastos innecesarios.

Se deben revisar los rodillos superiores e inferiores buscando fugas en los sellos de aceite y pernos faltantes. El operador debe tomar las precauciones necesarias para evitar pasar por sobre rocas de gran tamaño. Se debe recordar evitar la operación en una pendiente que no sea necesaria.

Los viajes largos a altas velocidades pueden causar un desgaste excesivo de las orugas. El operador debe transitar en una velocidad mediana y se debería remolcar el tractor cuando se estén cubriendo largas distancias.

Siempre se debe limpiar toda acumulación de tierra y lodo de las orugas del tractor al término del turno para evitar averiar los rodillos.

Se puede reducir el desgaste del tren de rodaje, utilizando la inclinación de la cuchilla para girar cuando se acarrean cargas pesadas en vez de usar los embragues de dirección, lo cual puede resultar en impactos innecesarios. Revisar el rodillo superior buscando la existencia de desgaste, pernos sueltos, fugas de aceite y estado general.



Se debe chequear el ripper por daño o desgaste de la punta, o si se encuentra con algún protector del vástago suelto o faltante, por posibles fugas de los cilindros o cualquier otra anomalía que se pueda detectar. Revisar la punta cuidadosamente, verificando que no se encuentren sueltos o faltantes los pasadores. También verificar el desgaste de la punta y canillera.



Finalmente, también resulta conveniente revisar el cilindro de inclinación, por posibles fugas o estructura dañada o cualquier otra anomalía que se pueda observar.

4.3.4 Pérdida de fuerza o potencia

La pérdida de potencia se puede presentar por problemas hidráulicos y/o por otras variables que afectan al motor (trabajar el equipo a bajas presiones y/o por temperaturas fuera de parámetros entre otros).

El principal problema de este tipo (y cuya solución está al alcance del operador) se produce cuando el equipo realiza “arrollamiento” durante el acarreo de materiales.

El “arrollamiento” se produce cuando la hoja del bulldozer permanece cortando continuamente mientras avanza el equipo.

Como resultado de esta mala práctica se producen pérdidas de potencia del motor, mayor consumo de combustible, mayor desgaste de herramienta de corte, mayor desgaste del tren de rodados, pérdidas de material y ciclos de operación más extensos.

Para sortear el problema anterior, el operador debería deslizar la hoja durante el acarreo, evitando cortar nuevo material. Esto conlleva a un menor consumo de combustible, menor derrame de material, ciclos de operación más cortos, menor desgaste de la herramienta de corte, menor desgaste en el tren de rodados y mayor producción.

Otra causa menos común, pero de probable ocurrencia, y que genera baja en la potencia del motor del equipo, es la saturación de los filtros de aire de admisión. El oxígeno usado en la combustión del petróleo se encuentra en el aire atmosférico, por lo que es este aire el que usa el motor. El aire atmosférico debe descontaminarse de los sólidos que arrastra y antes de entrar al motor se hace pasar por unos filtros que realizan este trabajo.

Una entrada de aire sin filtrar, por filtro roto o por sellos en mal estado del cuerpo del filtro, producirá un deterioro muy rápido del motor. Los filtros tapados provocarán disminución en la potencia del motor, por lo cual el operador debe estar alerta e indicar a personal de mantención, cuando los indicadores de saturación de éstos indiquen tal anomalía.

4.3.5 Informar fallas

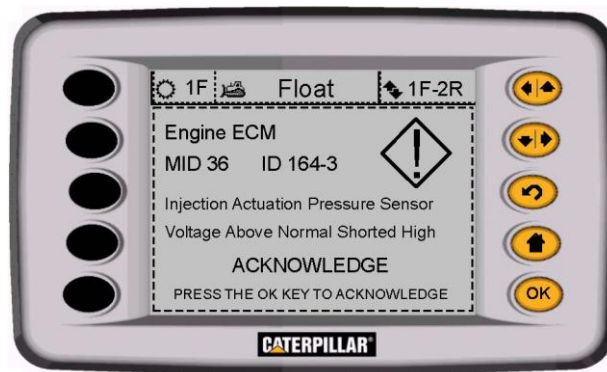
En la mayoría de los equipos se incluye un sistema de monitoreo, diagnóstico e información; que está conectado directamente al centro de control de la operación de la mina. Este sistema alerta al operador y a la supervisión para evitar trabajar con temperaturas altas, bajas presiones, problemas de frenos, con fugas de fluidos, cadenas destensadas y otros parámetros fuera de rango.

Pantalla de advertencias

El sistema de información de fallas puede incluir una pantalla donde se despliegan las advertencias o eventos que son detectados por los diferentes sensores de la máquina. Cada pantalla de advertencia debe ser reconocida por el operador (generalmente presionando algún botón específico). Estas pantallas de advertencia pueden incluir información como la que a continuación se lista:

- Sistema que genera la advertencia
- Código de la falla o ID
- Componente que falla
- Modo de falla
- Aviso para que el operador reconozca la advertencia

Estas advertencias pueden repetirse a pesar del reconocimiento por parte del operador, dependiendo de la severidad de la alarma (ver tipos de alarma en sección 3.1).



Pantalla de funcionamiento de la máquina

Una vez que las advertencias se hayan reconocido, la pantalla exhibirá la información del funcionamiento del equipo. La información vital sobre los sistemas principales de la máquina puede ser fácilmente monitoreada usando estas pantallas y el panel de instrumentos.

Dentro de la información más comúnmente desplegada se puede encontrar:

- Temperatura del Líquido refrigerante del Motor
- Velocidad Del Motor
- Temperatura de Aceite Hidráulico
- Temperatura de Aceite del Convertidor del Torque
- Presión del Aceite de Motor
- Temperatura de entrada de aire (temperatura del aire de admisión del motor)
- Nivel de combustible
- Voltaje del sistema

Indicadores analógicos / electrónicos

Otros modelos de equipos pueden incluir indicadores analógicos electrónicos, que muestren la siguiente información:

- Temperatura del refrigerante del motor
- Temperatura del aceite de la transmisión
- Temperatura del aceite hidráulico y el nivel de combustible
- Velocímetro/ tacómetro (incluye lecturas de un tacómetro analógico, velocidad de desplazamiento y marcha/sentido de desplazamiento)



- Presión de aceite del motor
- Presión de refuerzo del motor
- Temperatura del aceite del tren de fuerza
- Presión de la bomba hidráulica principal
- Altura de la hoja
- Centro de mensajes (proporciona una variedad de información de componentes y sistemas por medio de un indicador analógico universal y una pantalla de lectura de mensajes digitales)
- Luz indicadora de alerta (también está ubicada en el centro de mensajes)

La luz indicadora destella para indicar una condición anómala grave o crítica en el equipo, además de sonar una alarma de alerta cuando existe tal eventualidad.

Puede incluir un teclado que permite el acceso a la información de diagnóstico registrada en el sistema.

Actividad N°10 : Comparación de Equipos

Lo que hay que hacer

En grupos, los participantes deberán elegir un modelo de equipo bulldozer específico y buscar la mayor cantidad de información en relación a su estructura y funcionamiento (web/bibliografía técnica/catálogos/manuales). Luego deberán confeccionar una presentación, indicando en forma muy resumida, los principales sistemas que lo conforman, sus principales características y diferencias con los modelos elegidos por los otros grupos.

Para qué sirve

A través de la realización de esta actividad, los participantes podrán aplicar los contenidos desarrollados hasta el momento, así como también recurrir al trabajo en equipo.

Materiales

Lápices
Hojas
Conexión a Internet
Acceso a Bibliotecas
Acceso a Manuales/Catálogos de Equipos

Manos a la obra

Según lo revisado hasta el momento y aplicando los conocimientos de estructura y funcionamiento del equipo bulldozer, se deberá discutir, analizar y confeccionar una presentación resumida considerando un equipo específico, y luego será expuesto en clases hacia el curso.

Puesta en común

El instructor le pedirá a un representante por grupo que comente las conclusiones y acuerdos a los que llegaron, comparando las respuestas entre los grupos, indagando el nivel de dificultad de la actividad y qué se aprendió de ella.

Finalmente, cada grupo deberá entregar la presentación que generaron, con el detalle de integrantes que participaron en su elaboración.



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

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

