CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor
Módulo 8: “Mantenimiento de sistemas neumáticos”
PFMME-3-02/V.1-[PE01-M08/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
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., Jefe de Proyecto Empresas
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

Módulo VIII: Mantenimiento de Sistemas Neumáticos 8
1. Operación y Funcionamiento del sistema Neumático 9
1.1 Operación y funcionamiento de sistemas neumáticos en perforadoras. 9
1.2 Control del sistema neumático de perforadora. 14
1.3 Operación y funcionamiento del sistema neumáticos de frenos..... 53
2. Mantenimiento preventivo de sistema neumático de frenos. 101
Actividad N°23 109

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 Avanzado Equipos Fijos.

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 indican 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 objetivos planteados para 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, favoreciendo también el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

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

Módulo VIII: Mantenimiento de Sistemas Neumáticos

1. Operación y Funcionamiento del sistema Neumático

1.1 Operación y funcionamiento de sistemas neumáticos en perforadoras.

Introducción a la perforación

Se entiende como perforación en minería la acción o acto que, a través de medios mecánicos, tiene como finalidad construir un pozo. Para que esto se logre debe extraerse todo el material destruido dentro del agujero mediante la utilización de aire comprimido o agua. En este punto es donde se produce la diferencia entre lo que es la perforación de exploración y la de producción. En el primer caso la materia que se extrae sirve con el propósito de analizar y poder determinar tipos, calidades y cantidades de mineral para la eventual explotación del yacimiento. La perforación de producción, en tanto, tiene por finalidad cargar el pozo con explosivos y generar la tronadura para poder quebrar la roca y así ir avanzando con la explotación de la mina.

Sondaje o perforación de exploración

En la perforación de sondaje se puede definir dos grandes rubros:

- **Diamantina**, en la que al producirse la perforación lo que se extrae es un testigo de roca.
- **Circulación Reversa**, donde se destruye absolutamente la roca y se saca un detrito.

La circulación reversa está más orientada a una primera etapa, donde se han definido algunos objetivos y se quiere chequear qué minerales hay y su ley. Después la exploración pasa a una segunda etapa que es más avanzada; el hecho que se pueda recuperar un trozo de roca con la perforación diamantina, entrega una cantidad información mucho más grande que no solamente se limita a las leyes, sino también a las estructuras que hay. Asimismo, ambos métodos tienen valores y velocidades de ejecución distintos. Normalmente los rendimientos que se obtienen con la circulación reversa son tres veces mayores que con la diamantina, mientras que en costos ésta última es dos a tres veces superior.

Ocasionalmente se combinan ambos métodos en yacimientos que tienen una sobrecarga estéril donde no es necesario muestrear la primera parte del pozo, por tanto se recurre primero a la perforación con circulación reversa, que es más rápida y económica, para posteriormente continuar con la diamantina.

Características de los equipos

Dentro de los equipos para perforación de circulación reversa existe la posibilidad de perforar tanto con martillo de fondo (dth), como con tricono (rotary).

Este último se caracteriza por requerir de una buena capacidad de empuje y rotación, a diferencia del primero, donde el empuje y la rotación son considerablemente menores. El equipo diamantino es básicamente más pequeño, con un motor de menor tamaño.

Además, como genera un corte cilíndrico hueco, para la obtención del testigo, no requiere de mucho empuje. Sin embrago, trabaja a altas revoluciones, en el rango de las 800 hasta las 1.600 revoluciones por minuto.

La perforación diamantina se utiliza tanto en superficie como en interior mina, mientras que la aire reverso siempre ha sido principalmente de superficie, por los malos resultados desde el punto de vista de la calidad de la información de la muestra cuando se ha utilizado en minas subterráneas ya que se debe trabajar con agua.

Condiciones

Geográficamente, los yacimientos en el país, se encuentran distribuidos desde los pocos metros sobre el nivel del mar a alturas extremas de 5.400 más. Sobre el nivel del mar. Esto influye de manera importante, porque a mayor altura hay menor cantidad de aire, y la capacidad de los equipos se ve mermada respecto a su condición normal de operación. Cada mil metros de altura la eficiencia mecánica disminuye en 10%, por lo tanto, en un proyecto ubicado a 5.000 mts. de altura, la eficiencia mecánica de los motores petroleros puede disminuir hasta en un 50% y en el caso de los compresores entre un 35% y 40%. Por este motivo, una de las principales innovaciones, especialmente en circulación reversa, es la utilización de compresores auxiliares y boosters, lo que permite compensar la pérdida de eficiencia de los compresores, asegurando así mejores rendimientos y obteniendo un barrido más eficiente de la muestra. Asimismo, esta tecnología es aplicable en perforaciones con presencia de agua, toda vez que el líquido también implica una pérdida de eficiencia por la contra presión que genera una columna de agua, lo que es contrarrestado con estos implementos. Otros desarrollo importante en circulación reversa lo constituye el sistema de entubado continuo, que evita que los pozos se derrumben en zonas de condición no consolidada. Todo ello se suma a los avances en los diversos materiales empleados en ambos tipos de perforación.

Perforación de producción

La perforación de las rocas dentro del campo de las voladuras tiene como finalidad abrir agujeros con la distribución y geometría adecuadas dentro de los macizos, para alojar las cargas de explosivos y sus accesorios iniciadores

Perforación rotativa con tricono

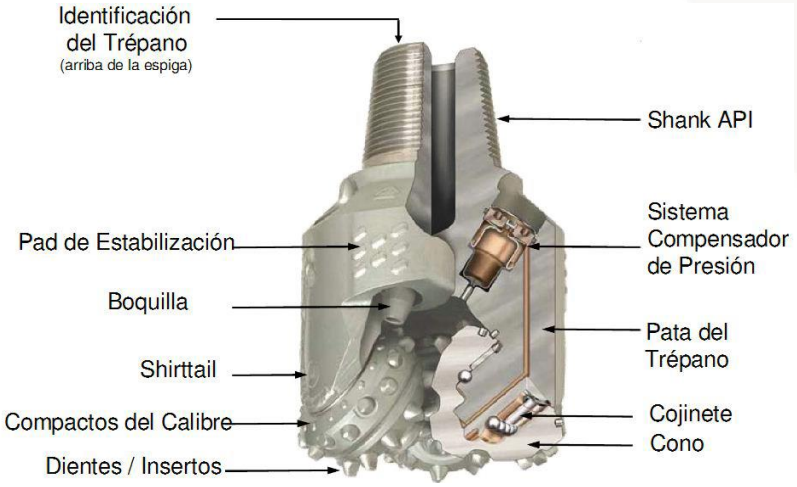


Figura 1

Hasta 1949, señala, la mayor parte de los barrenos para voladura eran realizados mediante perforadoras ha roto percusión y sólo en el caso de rocas muy blandas era aplicable la perforación a rotación mediante bocas de corte o trepano.

La apertura en Estados Unidos de grandes explotaciones de carbón a cielo abierto, con espesores de recubrimiento que alcanzaban hasta 40 mts. y la aparición en el mercado de un explosivo a granel barato y de gran eficiencia energética como el ANFO, fueron acontecimientos que impulsaron a los fabricantes de perforadoras a diseñar equipos de gran capacidad, capaces de alcanzar elevadas velocidades de penetración.

Simultáneamente, se comenzaron a utilizar de forma generalizada en la minería las bocas denominadas triconos, desarrolladas en el campo del petróleo desde 1907, y a aplicar el aire comprimido como fluido de evacuación del detritus formado durante la perforación. Los diámetros de los barrenos varían entre las 2" y las 17 1/2" (50 a 444 mm), siendo el rango de aplicación más frecuente en minería a cielo abierto de 6" a12 1/4" (152 a 311 mm). Este método de perforación es muy versátil, ya que abarca una amplia gama de rocas, desde las muy blandas, donde comenzó su aplicación, hasta las muy duras. La perforación rotativa con triconos es la más extendida en estos tiempos, ya que con grandes equipos son capaces de ejercer elevados empujes sobre la boca del tricono. Las perforadoras rotativas están constituidas principalmente por una fuente de energía, una columna de barras o tubos, individuales o conectados en serie, que transmiten el peso, la rotación y el aire de barrido a una boca con dientes de acero o insertos de carburo tungsteno que actúa sobre la roca. Hay dos sistemas de montaje para las perforadoras rotativas: sobre oruga o sobre neumáticos. Los factores que influyen en la elección de un tipo u otro son las condiciones del terreno y el grado de movilidad requerido. La mayoría de las grandes perforadoras van montadas sobre orugas planas, ya que éstas pueden soportar mayores cargas y transmitir menor presión al suelo en desplazamiento.
El principal inconveniente del montaje sobre orugas es su baja velocidad de traslación, por lo que si la máquina debe perforar en varios bancos de la explotación distantes entre sí, es más aconsejable seleccionar un equipo montado sobre camión cuya

velocidad media de desplazamiento es diez veces superior. Sin embargo, en las grandes operaciones los equipos se desplazan poco, ya que perforan un gran número de barrenos en reducido espacio.

Perforación ha roto-percusión

Este sistema es el más clásico de perforación de barrenos y su aparición en el tiempo coincide con el desarrollo industrial del siglo XIX. Las primeras máquinas prototipos de Singer (1838) y Couch (1848) utilizaban vapor para su accionamiento. Pero fue con la aplicación posterior del aire comprimido como fuente de energía. Este hecho unido a la aparición de la dinamita constituyeron los acontecimientos decisivos en el vertiginoso desarrollo del arranque de rocas en minería y obras públicas a finales del siglo pasado. El principio de perforación de estos equipos se basa en el impacto de una pieza de acero (pistón) que golpea un útil que, a su vez, transmite la energía al fondo del barreno por medio de un elemento final (boca). Los equipos de roto-percusión se clasifican en dos grandes grupos según dónde se encuentre colocado el martillo; en cabeza o en fondo.

Martillo en cabeza.

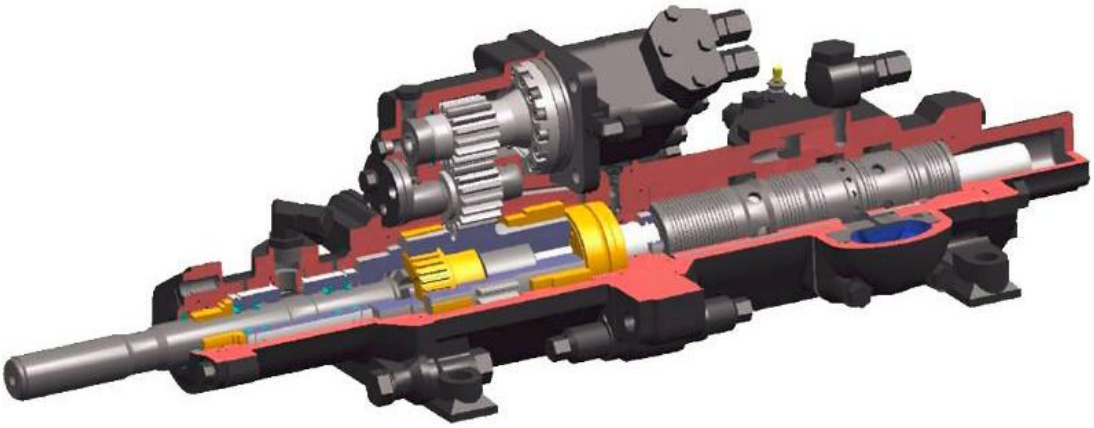


Figura 2

Este sistema de perforación se puede calificar como el más clásico o convencional, y aunque su empleo por accionamiento neumático se vio limitado por los martillos en fondo y equipos rotativos, la aparición de los martillos hidráulicos en la década de los setenta ha hecho resurgir de nuevo este método complementándolo y ampliándolo en su campo de aplicación.

Martillo de fondo.

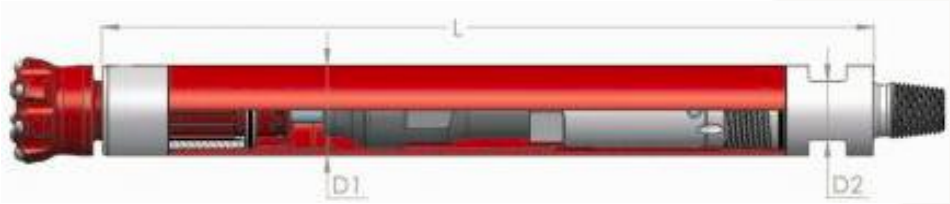


Figura 3

Figura 4

La extensión de este sistema a trabajos subterráneos es relativamente reciente, ya que fue a partir de 1975 con los nuevos métodos de barrenos largos y de cráteres invertidos cuando se hizo popular en ese sector. En la actualidad, en obras de superficie este método de perforación está indicado para rocas duras, en competencia con la rotación, debido al fuerte desarrollo de los equipos hidráulicos con martillo en cabeza. La perforación ha roto-percusión se basa en la combinación de las siguientes acciones:

- **Percusión**: los impactos producidos por el golpeo del pistón originan unas ondas de choque que se transmiten a la boca a través del varillaje (en el martillo en cabeza) o directamente sobre ella (en el martillo en fondo)
- **Rotación:** con este movimiento se hace girar la boca para que los impactos se produzcan sobre la roca en distintas posiciones
- **Empuje**: para mantener en contacto el útil de perforación con la roca se ejerce un empuje sobre la sarta de perforación.
- **Barrido:** el fluido de barrido permite extraer el detritus del fondo del barreno.

Los equipos de perforación que más se utilizan en labores de interior son los siguientes:

- **Jumbos** para excavación de túneles y galerías, explotación por corte y relleno, por cámaras y pilares, etc.
- **Perforadoras** de barrenos largos en abanico en el método de cámaras por subniveles
- **Perforadoras** de barrenos largos para sistemas de cráteres invertidos y cámaras por banqueo.

1.2 Control del sistema neumático de perforadora.

Compresor de alta presión
Características

Un compresor es considerado de alta presión si la presión descarga es 250 psi o más. Todos los compresores de alta presión INGERSOLL RAND tienen presión de descarga de 350 psi. Ellos están diseñados como cualquier HR2 o HR2.5. Estos modelos describen el tamaño del rotor. Por ejemplo, el HR2 tiene dos sets de rotores, uno 226 mm y otro de 127.5 mm. El HR2.5 es de 226 mm x 2\127.5 mm.

El tamaño de los rotores y su velocidad determinan el volumen de aire del air end. Hay tres tamaños, 900, 1050 and 1250 cfm.

Hay tres sistemas en un compresor de tornillo, el sistema de lubricación, el sistema de separación y el sistema de regulación. Cada sistema es crítico para la operación del air end y los sistemas están todos inter-relacionados. Examinaremos cada uno separadamente.

Sección de lubricación
Componentes
El equipamiento usado en la sección de lubricación incluye el tanque separador, una válvula mezcladora, enfriador de aceite, válvula bypass, colador, filtros, bomba de aceite, válvula de alivio, válvula check de descarga y aceite especial.

Tanque separador- almacenador
El tanque almacenador contiene el aceite de lubricación para el compresor. El aceite es removido desde el aire por fuerza centrífuga, gravedad, velocidad y filtración. El tanque tiene un nivel de vidrio que muestra el nivel de aceite en todo momento. El nivel debe estar a la mitad o lleno cuando la perforadora está detenida y el aceite debe cubrir el vidrio cuando está trabajando.

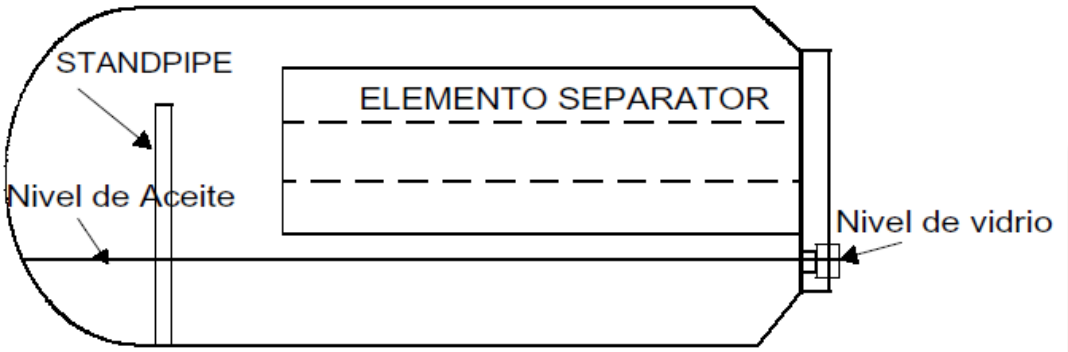


Figura 5
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

La bomba de aceite es una bomba tipo engranaje, conducida por la parte trasera de uno de los rotores del compresor

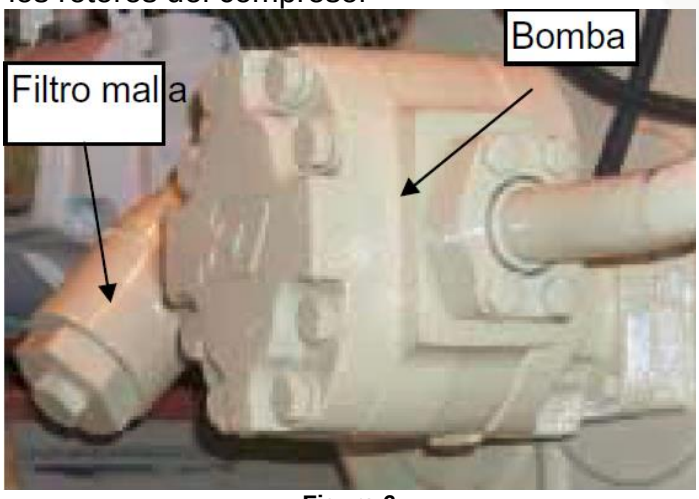


Figura 6
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Este opera sin embargo cuando el compresor está girando. Esta es sensible a la velocidad y las bombas están saeteadas solo cuando el compresor está a máxima RPM. Esta actúa como una bomba normal cuando el aceite esta frio pero se vuelve una restricción para mantener un flujo de aceite del tanque cuando el compresor está trabajando a una presión y temperatura normal. Esto previene que todo el aceite sea forzado fuera del tanque de una vez e inundando los rotores del compresor. No hay sello de eje en esta bomba, este comienza a ser lubricado por el mismo aceite que está bombeando.

Filtro de malla
Un filtro de malla, (150: micrón) está montado justo antes de la entrada de la bomba de aceite. Ver la Figura 2. Este protege a la bomba y captura cualquier partícula extraña, como los pedazos de la manga y partes del termostato que pueden dañar la bomba. El filtro de malla de metal debe ser removido, limpiado y re-instalado cada 500 horas.

Válvula mezcladora
La válvula mezcladora contiene un termostato que detiene el flujo de aceite en una dirección cuando esta frio y permite el flujo de aceite de otra dirección cuando este alcanza la temperatura de trabajo. Cuando este está frio, debajo de 145F (63C), el aceite fluye del puerto ‘B’ al puerto ‘A’, desviando todo el aceite del enfriador. Cuando la temperatura incrementa a 160E F (71E C), (71C), el termostato está completamente abierto y todo el aceite fluye desde el puerto ‘C’. Al puerto ‘A’ y detiene todo el flujo a ‘B’. En temperaturas entre 145E y 160E F, algunos ‘B’ aceites fluyen a través del puerto ‘B’ al puerto ‘A’ y algunos aceites fluyen a través del enfriador y desde ‘C’ to ‘A’. Bajo operación normal, algunos aceites están fluyendo a través’. De ambos ‘B’ y ‘C’. La temperatura normal que sale del aceite de compresor debe ser entre 180F y 220EF (83EC - 104E C).

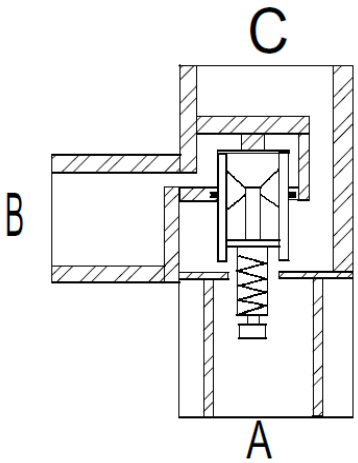


Figura 7
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Enfriador de aceite
El enfriador es una unidad de paso único con H aceite caliente entrando por el debajo y aceite frio saliendo por arriba. Esto previene cualquier burbuja de aire, que haya sido arrastrado con el aceite, atrapándose arriba y creando una barrera de vapor. El enfriador es fabricado de dos secciones. La sección más grande es de aceite compresor y la pequeña de aceite hidráulico. E

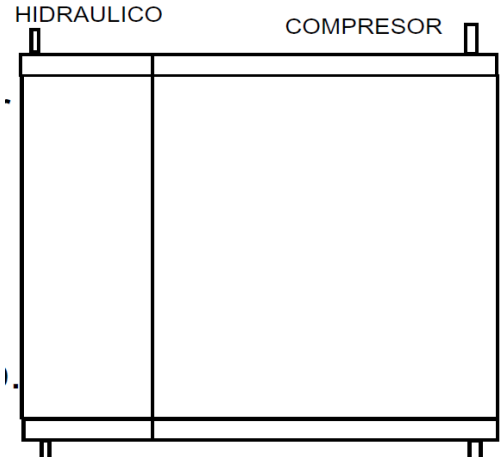


Figura 8
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Valvular de alivio/válvula check
Una válvula de alivio de 50 psi (75 psi en HR2.5) era conectada entre la entrada y la salida del enfriador en perforadoras anteriores. Si el enfriador es taponeado, y la presión de entrada se vuelve mayor a 50 psi que la presión de salida, la válvula de alivio abre y permite al aceite desviar el enfriador. Cuando la presión diferencial es reducida por debajo de los 50 psi, la válvula cerrara y reanudara el flujo normal.

En los air ends HR2.5, la presión de alivio está regulada a 75 psi para permitir la caída de presión extra a través del enfriador.

En las perforadoras nuevas, la válvula de alivio está siendo reemplazada por una válvula check de 65 psi. Esto para permitir al nuevo enfriador el apropiado funcionamiento.

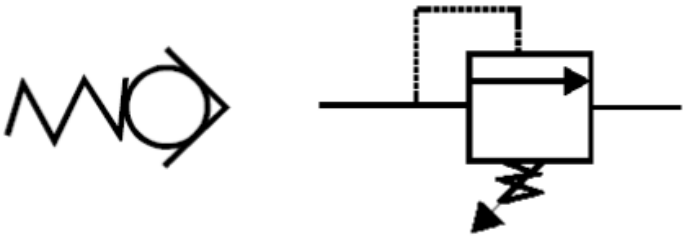


Figura 9

Filtros de aceite y filtro de malla

Dos filtros de 10: (micrón) están instalados en la salida de la bomba antes que el aceite alcance los rodamientos del compresor. Esto captura cualquier partícula contaminante que entre al sistema y previene que se tapen los orificios en la entrada a los rodamientos.

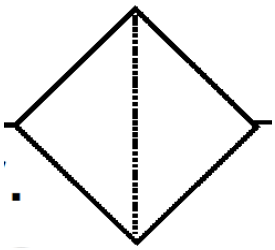


Figura 10

Valvular check de descarga

La válvula check de descarga tiene un propósito para dos elementos, aire y aceite. Esto previene que el aire y aceite, bajo presión retorne al compresor. Cuando la perforadora es detenida, la presión en el compresor cae a cero. Hay todavía presión en el tanque hasta que sea totalmente despichado. Si la válvula check no estuviera hay, la presión de aire forzaría a aire y aceite devolverse a través del compresor válvula de admisión e inundando los filtros de admisión. La figura 9 muestra la válvula siendo mantenida abierta.

Figura 11

(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Esta tiene un solo resorte. La bisagra debe ser montada en la parte superior para prevenir que la válvula se mantenga abierta cuando la perforadora es detenida. Note que el anillo de nylon que forma un sello apretado para prevenir que el flujo se

devuelva cuando la perforadora es detenida. Sea totalmente despichado. Si la válvula check no estuviera hay, la presión de aire forzaría al aire y aceite devolverse a través del compresor.

Válvula check

Válvula de admisión e inundando los filtros de admisión.

La figura 9 muestra la válvula siendo mantenida abierta. Esta tiene un solo resorte. La bisagra debe ser montada en la parte superior para prevenir que la válvula se mantenga abierta cuando la perforadora es detenida. Note que el anillo de nylon que forma un sello apretado para prevenir que el flujo se devuelva cuando la perforadora es detenida.

Aceite compresor

La presión muy alta creada en estos compresores requiere un aceite especial y este no es compatible con ciertos tipos de "O" rings, por consiguiente nosotros usamos "O" rings tipo "Viton" en los fittings y filtros. El aceite también NO es compatible con otros aceites y nunca deben ser mezclados con cualquier otro aceite. Use el aceite IR XHP505, o Mobil SHC 626. Asegure el cambio de filtros a 500 horas.

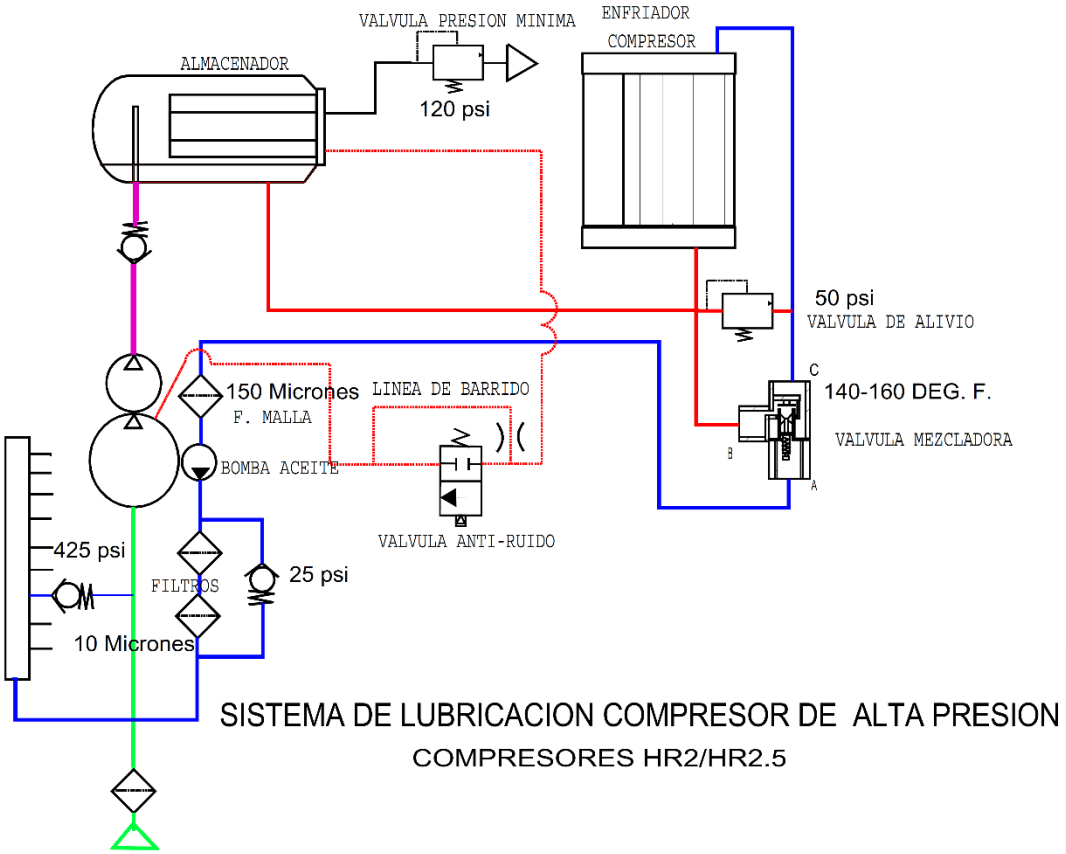


Figura 12

(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Operación del sistema de lubricación

El aceite es inyectado al interior del compresor bajo presión. El aceite cumple tres propósitos:

- **Enfría** los rotores y rodamientos del compresor.
- **Lubrica** las partes móviles.
- **Sella** la distancia entre los rotores macho y hembra, y entre los rotores y el housings y platos finales.

La válvula check de descarga previene que el aire y aceite bajo presión reingrese al compresor cuando la perforadora es detenida.
El estanque separador cumple dos propósitos:

- Almacenar aire comprimido para ser usado.
- Separar el aceite desde el aire.

El aceite es forzado desde el tanque por presión de aire, fluyendo a través de cañerías hacia el enfriador de aceite. El aceite tiene tres caminos siendo los siguientes:

- Cuando el aceite esta frio, la **válvula mezcladora** permite al aceite bypasear el enfriador e ir directamente a la bomba de aceite. (B a A)
- Cuando el aceite se calienta a 145EF (63EC), el **termostato,** en la válvula mezcladora, comienza a cerrar y algunos flujos de aceite comienza a subir a través del enfriador. La mayoría del aceite todavía fluye a través del bypass. (B a A, y algunos C a A).
- Cuando la temperatura del aceite alcanza 160EF (71EC), la válvula es cerrada completamente y todo el aceite fluye a través del **enfriador** (C a A). La válvula se queda parcialmente abierta durante la operación normal y la temperatura de descarga del aceite queda entre 140EF y 160EF.

Si el **enfriador de aceite** se comienza a bloquear, y la presión diferencial por el enfriador sube a 50 psi, la válvula de alivio abre y permite al aceite bypasear en enfriador.

Este fluye todavía desde C a A en la **válvula mezcladora**. La válvula de alivio está ajustada a 75 psi en compresores HR2.5.

Cuando el aceite sale de la **válvula mezcladora**, esta pasa por un filtro de malla 40 mesh (150:) ingresando a la admisión de la **bomba de aceite.** Cuando el aceite esta frio o el tanque están operando a baja presión, la bomba trabaja como una bomba regular, forzando al aceite entrar al compresor, pero como la temperatura y presión incrementa, la bomba actúa para prevenir el exceso de aceite entrando al compresor e inundarlo.
Sin embargo el aceite llega a la bomba, este pasa a través de un filtro de malla de 150 micrones que mantiene las partículas grandes. Después que el aceite pasa a la bomba y antes de llegar a los rodamientos, este pasa a través de dos filtros de 10 micrones y

luego fluye a través de un manifold de metal que manda aceite a todas las áreas del compresor. Cada rodamiento tiene una línea, de suministro.

Una válvula de alivio de **425 psi** está localizada entre la bomba de aceite el compresor y rodamientos que previene daños al sistema en caso de que surja una alta presión durante las partidas en frio y/o bloqueos en las líneas de lubricación de rodamientos. Cuando la temperatura del aceite suba, la válvula de alivio cierra.

Sistema de separación

El aceite de lubricación es forzado a través del compresor para enfriar, sellar y lubricar los rotores. Cuando el aceite es bombeado al interior del tanque separador, este debe ser separado del aire que va ingresa a la línea de perforación. Esto es logrado en tres pasos.

Tanques horizontales

La mezcla de aceite con aire entra al tanque a través de la cañería vertical y choca contra las paredes interiores. Esto fuerza a la mayoría del aceite caer al fondo del tanque y permanecer hay. Refiérase a la Figura 12.

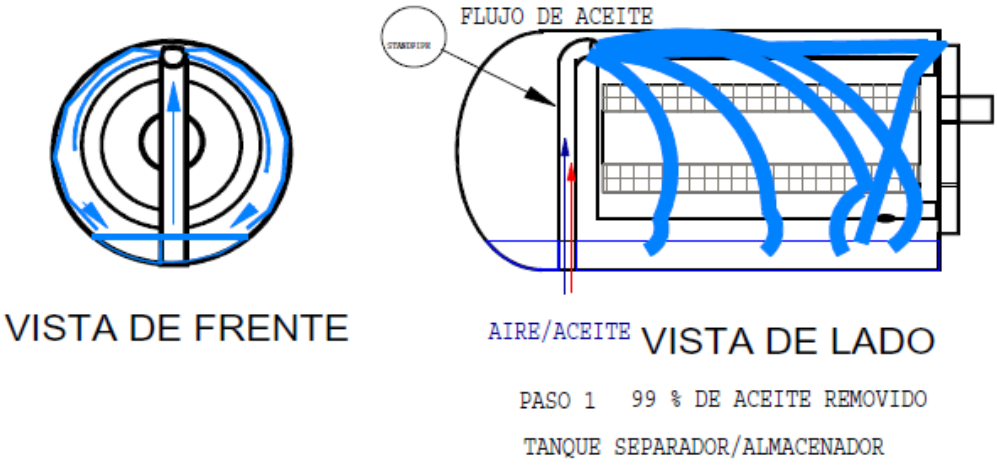


Figura 13

(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Cuando la línea de aire es abierta aguas abajo, y el flujo de aire baja al pozo, aceite permanece en el aire y es acarreado al interior del filtro. Un canastillo de metal previene que el aceite ingrese directamente al interior del filtro. La mezcla de aire/aceite ingresa al borde exterior del elemento y lo mueve hacia el centro. Como el aceite pasa a través del elemento, este disminuye la velocidad por fricción y gravedad empujando este hacia abajo. La mayoría del aceite cae al fondo del elemento y se retira al tanque, vea figura 13

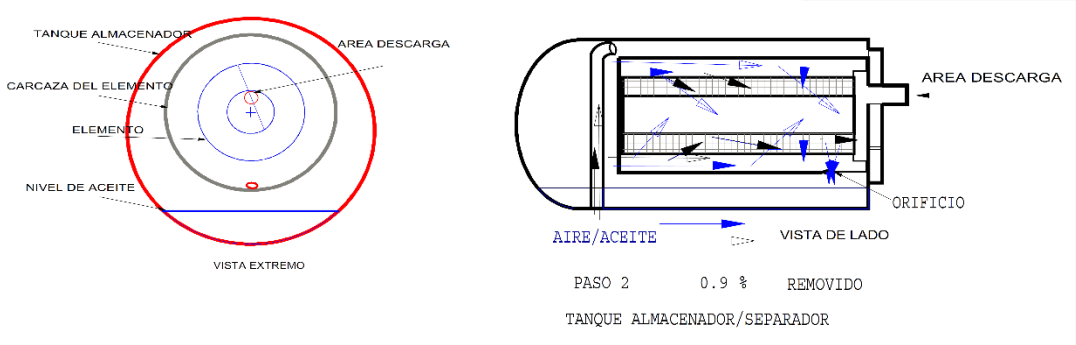
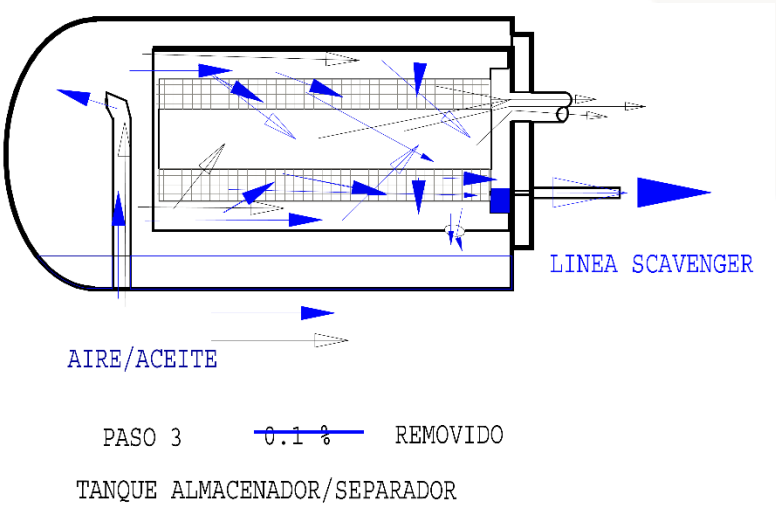
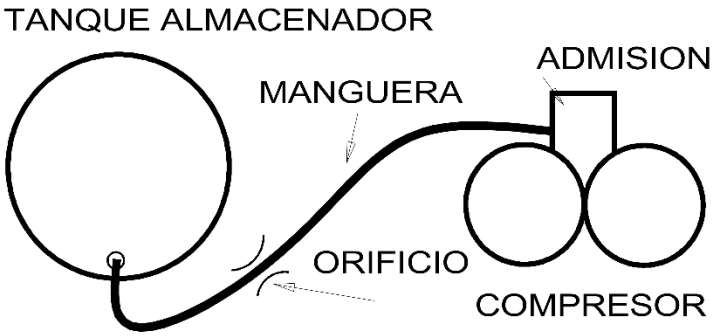


Figura 14
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

El paso final en el proceso de separación es remover cualquier aceite que permanece en el elemento para que este no sea acarreado al pozo por el aire. Cuando bastante exceso de aceite es acarreado al interior del centro del elemento, una serie de orificios en el final del elemento permite al aceite drenar afuera. Desde hay una presión diferencial entre el tanque y el área de baja presión del compresor, el aceite y el aire es forzado a través de la línea **scavenger** al área de admisión del compresor, quitando el ultimo aceite acarreado. Un orificio en la línea previene una excesiva cantidad de perdida de aire.





SISTEMA SCAVENGER

Figura 15

(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Sistema de regulación - alta presión

El sistema de regulación controla la presión y volumen que va al pozo pasando por el bit. Ciertos tipos de perforadoras pueden operar a una presión inferior que 350 psi. Nosotros usamos la válvula UL88 para controlar la presión de descarga y volumen.

UL88 **(válvula descargadora)**

El sistema de regulación en el compresor de alta presión está diseñado alrededor de la válvula de modulación UL88. Este controla la presión en el almacenador para abrir y cerrar la válvula de admisión acorde a la presión de descarga en el tanque.

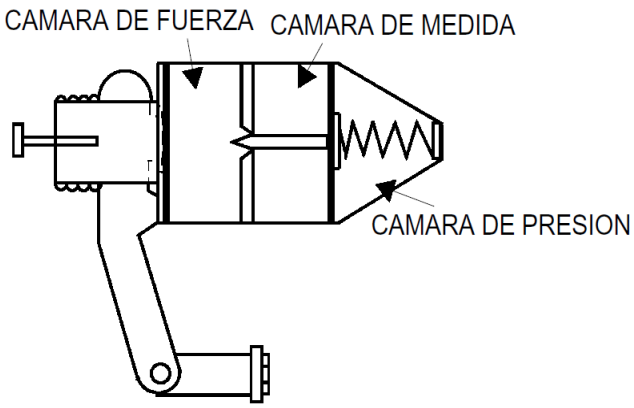


Figura 16
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

La UL88 consiste de tres cámaras; la cámara de fuerza, la cámara de medida y la cámara de presión.

Figura 17
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

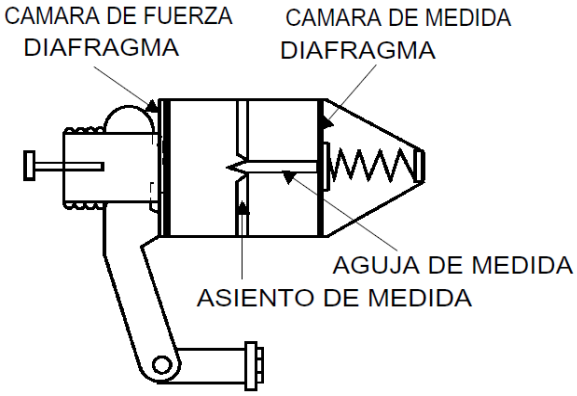


Figura 18
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

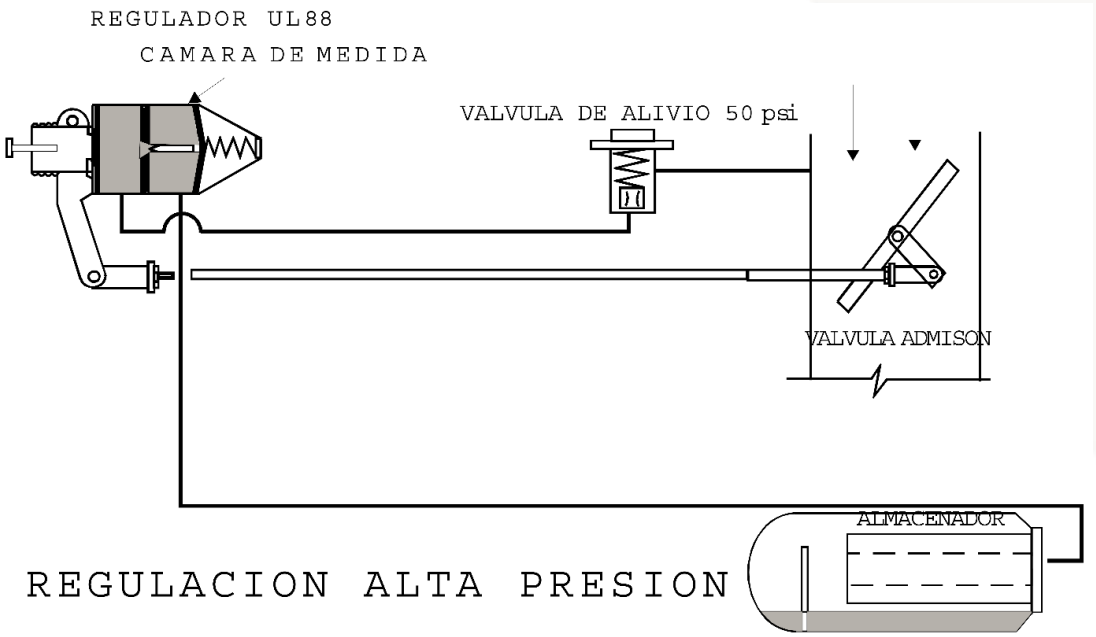


Figura 19
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Hay dos diafragmas en la UL88, un diafragma de fuerza y un diafragma de medida. Una presión de aire trabaja en el diafragma de medida para abrir este contra la presión de resorte en la cámara de presión y permite al aire fluir a través del asiento de medida al interior de la cámara de fuerza.

Cuando la presión de aire comienza a elevarse lo bastante en la cámara de fuerza, el diafragma empuja el brazo de control el cual es mantenido en su lugar por el resorte de control. Esto tira la unión conectada a la válvula de entrada, cerrando este, y corta la succión al compresor. Cuando no hay presión en la cámara de fuerza, la fuerza del resorte controla mantenida la válvula de admisión abierta.

Hay debe haber presión de aire en la cámara de fuerza para cerrar la válvula de admisión.

Hay varios componentes necesitados para operar este sistema correctamente. Ellos incluyen una válvula ON-OFF, un brazo de unión, válvula de admisión, tanque separador, válvula check 100 psi una válvula de alivio 50 psi. Examinaremos cada uno separadamente.

Válvula on-off
Esta válvula, localizada en el panel del operador, permite que la presión de aire al interior de la cámara de fuerza o este pueda detener el flujo. Cuando el switch está en OFF, el aire fluye a través de este y presuriza la cámara de fuerza. Este empuja el brazo de control atrás cerrando la válvula de admisión. Así cuando el switch está “OFF”, este está “ON” o actualmente fluyendo. Cuando la válvula es girado a ON, el aire es prevenido de entrar en la cámara de fuerza y la válvula de admisión se

queda abierta, realizando aire. Hay un puerto en el switch ON-OFF para escape, y este debe ser taponeado para operar correctamente. En las perforadoras nuevas, hay una válvula tipo bola sin el escape. El aire sangra hacia afuera a través del orificio en la válvula de alivio de 50 psi.

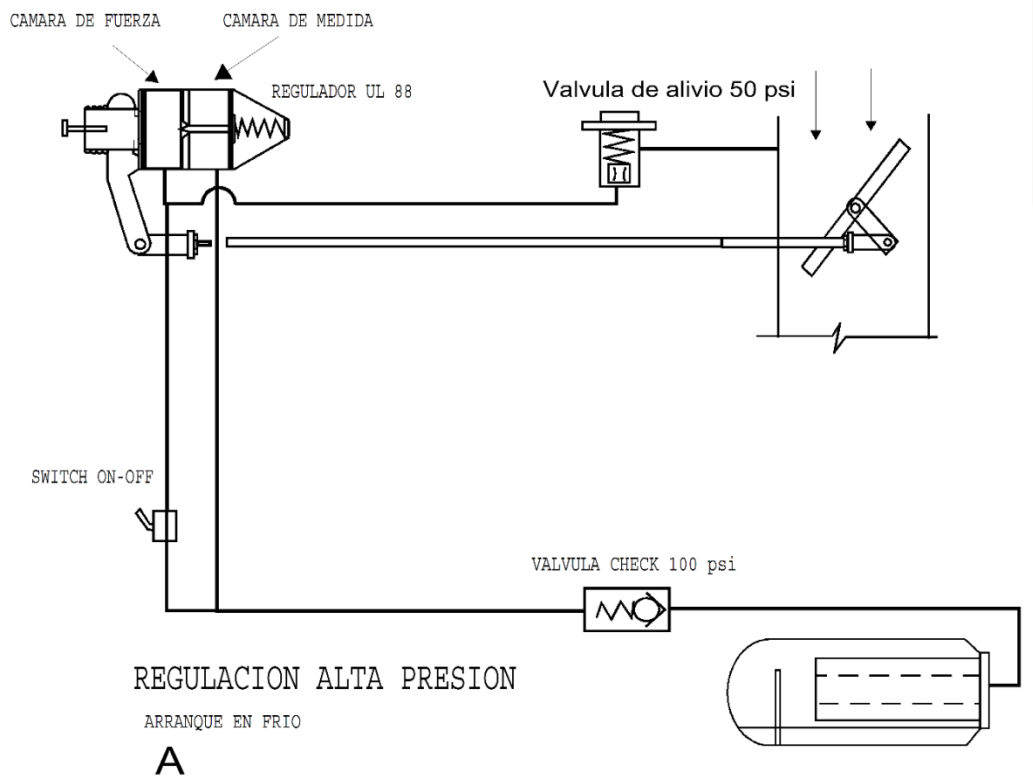


Figura 20
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula de alivio 50 psi /orificio

Una válvula está localizada en la línea entre el switch ON- OFF y la cámara de fuerza de la UL88. Hay un pequeño orificio en la válvula que permite una cierta cantidad de aire para soplar continuamente a través de este. Este alivia la presión en la cámara de fuerza cuando el switch es girado a ON, y permite que el diafragma de la cámara de fuerza retorne a su posición normal. La válvula de alivio trabaja solamente cuando una alta presión se realiza y dañaría la UL88.

Figura 21
Figura 18 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula check 100 psi

La UL88 y el regulador de presión eran diseñados para operar a una **máxima presión de 250 psi**, como una válvula de 100 psi fue instalada en la línea desde el tanque para reducir la presión de descarga final de 350 psi a 250 psi. Cuando una perforadora es recién arrancada, la presión de aire en el tanque almacenador debe incrementar sobre los 100 psi después la válvula check abre y permite cualquier aire a la UL88.

Figura 22

Figura 19 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula control de volumen

Puede haber tiempos cuando el operador desee usar un aparato que permita usar menos volumen de aire de lo que el compresor ha sido fabricado. Para prevenir al compresor del “cazando”, i.e., abriendo y cerrando la válvula de admisión rápidamente, un control de volumen fue agregado. Este consiste en una válvula de aguja que puede ser abierta c para permitir un cierto volumen de aire al interior de la cámara de fuerza para asistir en la modulación de la UL88. Este debe ser cerrado para obtener el máximo volumen.

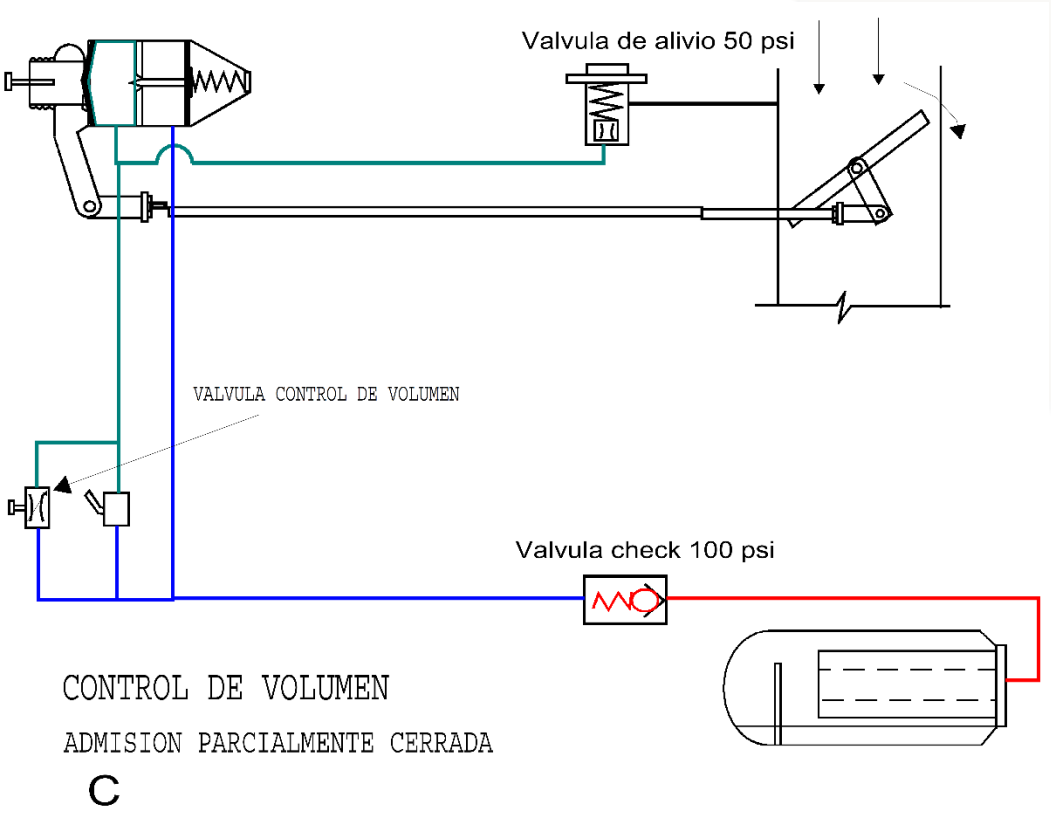


Figura 23

Figura 21 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Operación

Para usar el control de volumen, coloque el switch del compresor en la posición “ON”, luego destornille la perilla de volumen varias vueltas, sentido contra reloj, hasta que la acción de “cazando” del motor baja a una RPM igual. Cuando se está acercando a esta área, destornille la palanca lentamente, usando solamente giro parcial para permitir que la válvula de admisión para equilibrar el flujo entrante con el uso real. Cuando el motor alcanza una RPM estable, no mueva la palanca más allá. Si dos diferentes tamaños de DHD son usados intercambiablemente, luego el control de volumen debe ser monitoreado como para cuantos giros toma para conseguir al más bajo volumen requerido como este puede ajustarse rápidamente, la próxima vez un DHD más pequeño debe ser usado.

Regulación de presión

Un regulador de presión variable es instalado en algunas perforadoras en la línea con la cámara de fuerza para cambiar la presión de descarga desde el panel del operador, sin salir a la UL88. Un detalle más escrito es entregado en la sección de guía de fallas.

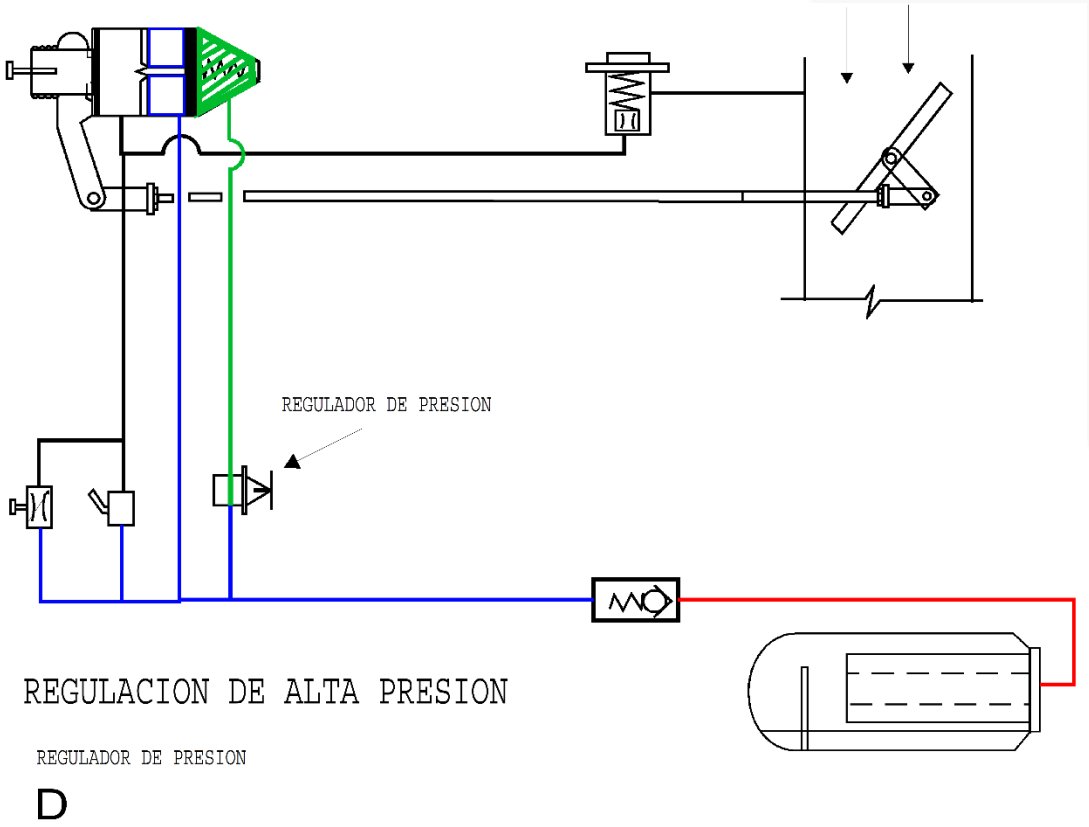


Figura 24
Figura 22 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula anti-ruido

Figura 25
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Cuando la admisión es cerrada, no hay aire fluyendo a través de los rotores, pero la bomba de aceite está todavía bombeando el mismo volumen de aceite. Esto causa que los rotores traten de comprimir el aceite. El resultado es, repercusión negativas a los rotores que causa un fuerte sonido "**retumbando**". Para impedir a esto hacer cualquier daño al compresor, una válvula anti-ruido ha sido instalada. Este aparato

permite a un volumen de aire medido y comprimido, desde el tanque separador, ingresar al interior de los rotores siempre cuando la válvula de la admisión esté cerrada. Este aire mezclado con aceite amortigua los rotores. La válvula es automáticamente cerrada cuando la válvula de admisión es abierta y todo el aire va al pozo de perforación. La línea scavenger es mostrada en la Figura 23 como es tubo que va desde la admisión a la salida. Un orificio está montado en el fitting. Este lleva la mezcla de aire/aceite hacia tras a la admisión del compresor.

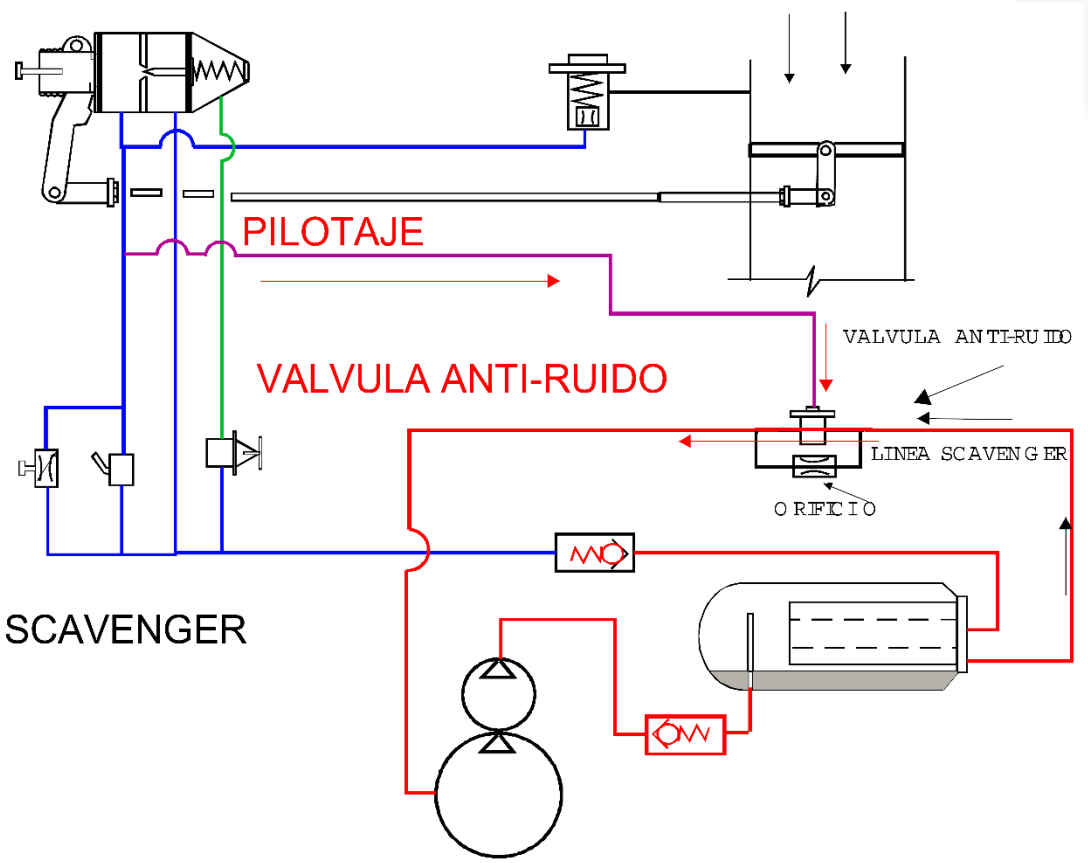


Figura 26
(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula de purga automática

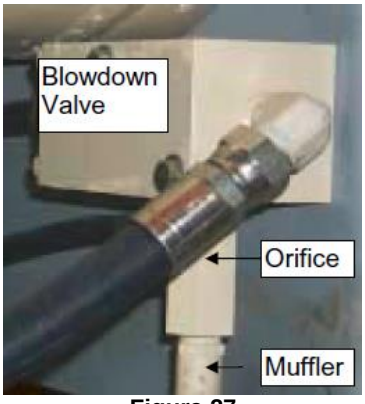


Figura 27

Figure 25 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Cuando la perforadora es detenida, sin una válvula de detención, hay todavía aire bajo presión, atrapado en el tanque separador. Este aire debe ser evacuado antes de arrancar la perforadora o través. Una **Válvula de purga automática** es conectada al tanque separador, en el lado seco del elemento separador, para aliviar la presión en el tanque. Una línea de pilotaje ha sido instalada entre la descarga del compresor y la válvula check de descarga. Con tal de que el compresor este trabajando, la presión piloto previene que la válvula sea abierta. Cuando el compresor sea detenido, no hay presión piloto habilitado para mantener la válvula cerrada, y la presión del resorte abre la válvula y permite a la presión de aire en el tanque escapar.

En el lado de salida de la válvula está un orificio y un silenciador. El silenciador esta hay para silenciar el ruido del aire escapando. El orificio esta hay para suministrar bastante presión atrás para pilotear la válvula de detención o válvula de escape cerrada.

Válvula de corte

Cuando la perforadora es detenida, la presión de aire desde el tanque puede todavía fluir a través de las líneas y presurizar la cámara de fuerza. Esto cerraría la válvula de la admisión y atraparía la presión de aire al interior del compresor, desde la válvula check de descarga impediría a cualquier aire/aceite salir del fin compresor. Esto causaría una presión trasera en la válvula de admisión y mantenerla cerrada. El aceite y aire todavía estarían entrando al compresor a través de la línea scavenger y cuando la válvula de admisión finalmente abre, aceite, bajo presión, escapara a través de los tubos de succión y remojara los filtros de admisión. Sin embargo, una válvula de corte es instalada en la línea entre el switch ON-OFF y el control de volumen para detener cualquier presión de aire que alcance la cámara de fuerza. La válvula de corte es piloteada y cerrada por la presión de atrás causada por el orificio aguas abajo de la válvula de despiche automático.

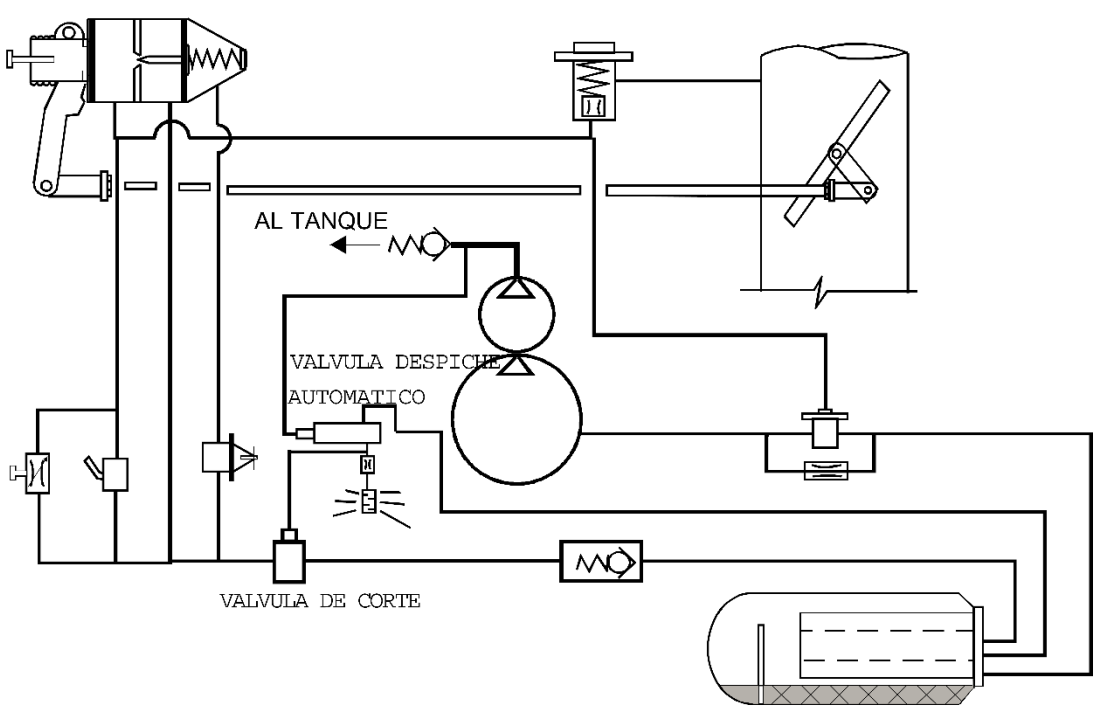


Figura 28

Figura 26 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula de escape rápido

Algunas perforadoras son equipadas con unas válvulas de escape rápido en lugar de la válvula de corte. La diferencia es, la válvula de corte detiene el flujo de aire a la UL88 y la válvula de escape evacua cualquier aire en la línea a la UL88.

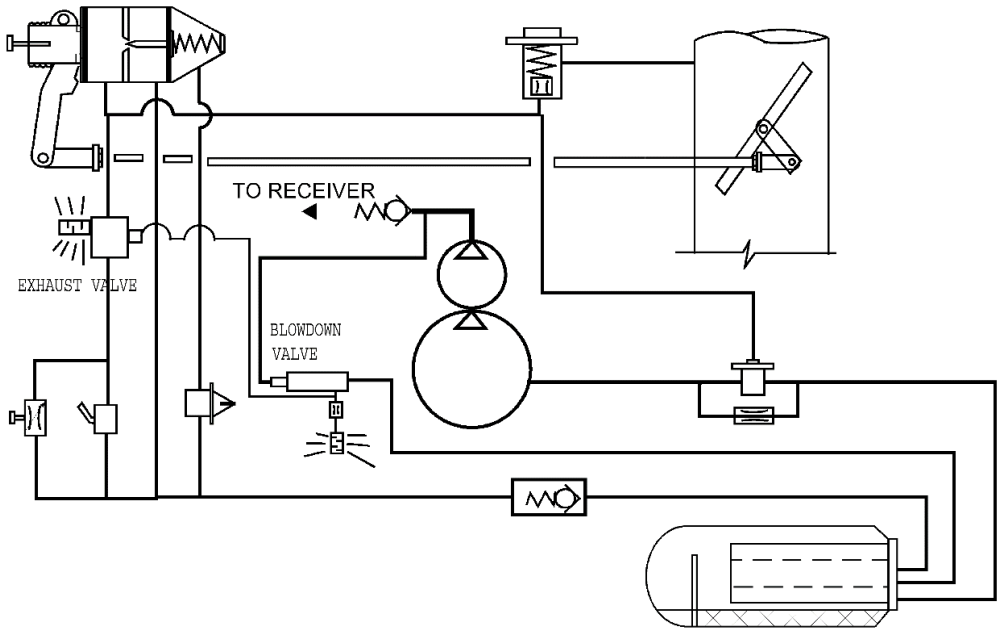


Figura 29

(Por gentileza de Ingersoll Rand)

Cualquier sistema hará el mismo trabajo, previniendo que el aire alcance la cámara de fuerza. La válvula de escape rápido es piloteada desde la misma conexión en la válvula Blow down. Cuando recibe la presión piloto, este abre y evacua toda la presión en la línea que llega a la cámara de fuerza, previniendo que la válvula de admisión se cierre.

Figura 30

Figura 28 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula de presión mínima

Una válvula de presión mínima es instalada en la manguera principal dejando el tanque y yendo a la cañería. Su único propósito es mantener una cantidad mínima de presión en el tanque para forzar al aceite ingresar al sistema de lubricación. En perforadoras de alta presión la válvula está ajustada en 120 psi (140 psi en HR2.5). Esto significa que la presión que baja al pozo puede ser 50 psi o

350 psi, pero el tanque separador la presión nunca baja más de 120 (140) psi. Este no controla el volumen de aire en CFM, este solo restringe la presión de salida. No tiene nada que ver con la presión mostrada en el manómetro de en la partida.

Figura 31

Figura 29 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula de seguridad
Todas las perforadoras están equipadas con válvulas de seguridad. El ajuste de estas válvulas es de 25-50 psi más que la presión máxima de trabajo. La **UNICA** función de las válvulas de seguridad es prevenir daños en el tanque separador en caso de otras fallas.

Este nunca debe ser usado como una válvula de máxima presión, por dos razones. Una, la presión de ajuste esta sobre la presión de trabajo permisible del compresor, y dos, la válvula de seguridad pierde una pequeña cantidad de tensión del resorte cada vez que esta abre. Sin embargo, la presión de estallido será reducido cada vez que esta es abierta y abrirá brevemente bajo la presión normal de operación y tendrá que ser reemplazada.

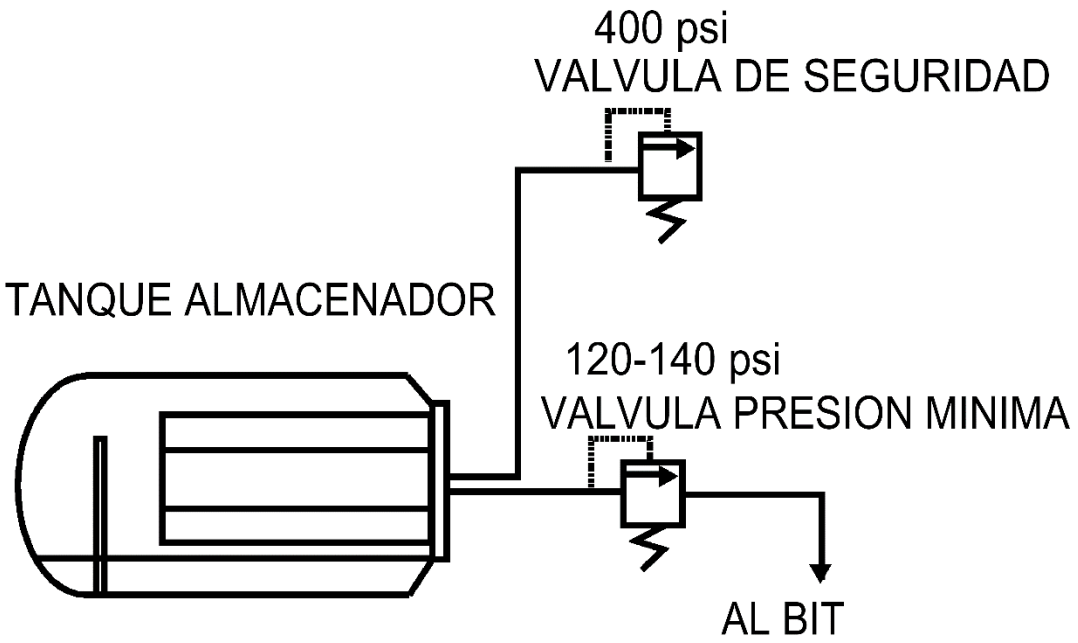


Figura 32
Figura 30 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Válvula de estrangulación
Todas las perforadoras de alta presión están equipadas con una válvula de estrangulación para controlar el flujo de aire al pozo. Estas válvulas pueden ser ajustadas para para prevenir el exceso de flujo de aire que destruye el empate. La válvula es conectada aguas abajo de la válvula de presión mínima. **La válvula debe siempre ser abierta Lentamente para prevenir daños prematuros al elemento separador.**

Conexiones de servicio
Una válvula de bola y un regulador de presión están conectados a la cañería de descarga principal para instalar herramientas y equipamientos que usan aire. El regulador de presión es usado para bajar la alta presión de operación de aire a la presión de operación de las herramientas, usualmente aprox. 100 psi. La válvula de

bola esta hay para reducir la carga en el regulador cuando este no está siendo usado.

Nota: **No operar la presión de aire servicio a la presión normal de descarga, las herramientas están saeteadas para una presión de trabajo no mayor que 100 psi.**

Figura 33

Figura 31 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Conexiones de servicio

Una válvula de bola y un regulador de presión están conectados a la cañería de descarga principal para instalar herramientas y equipamientos que usan aire. El regulador de presión es usado para bajar la alta presión de operación de aire a la presión de operación de las herramientas, usualmente aprox. 100 psi. La válvula de bola esta hay para reducir la carga en el regulador cuando este no está siendo usado.

Nota: No operar la presión de aire servicio a la presión normal de descarga, las herramientas están reguladas para una presión de trabajo no mayor que 100 psi.

Manómetro de presión

Un manómetro de presión es conectado al lado seco del elemento separador antes de la válvula de presión mínima. Este lee la presión del tanque en todo momento. Si un tricono u otro aparato están siendo usados para perforar que requiera menos aire que el ajuste de la válvula de presión mínima, el manómetro leerá solo la presión mínima. Un segundo manómetro debe ser instalado en la cañería principal para leer la presión actual de perforación, si es que usted está perforando con una presión inferior a la presión mínima.

Figura 34

Figura 32 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

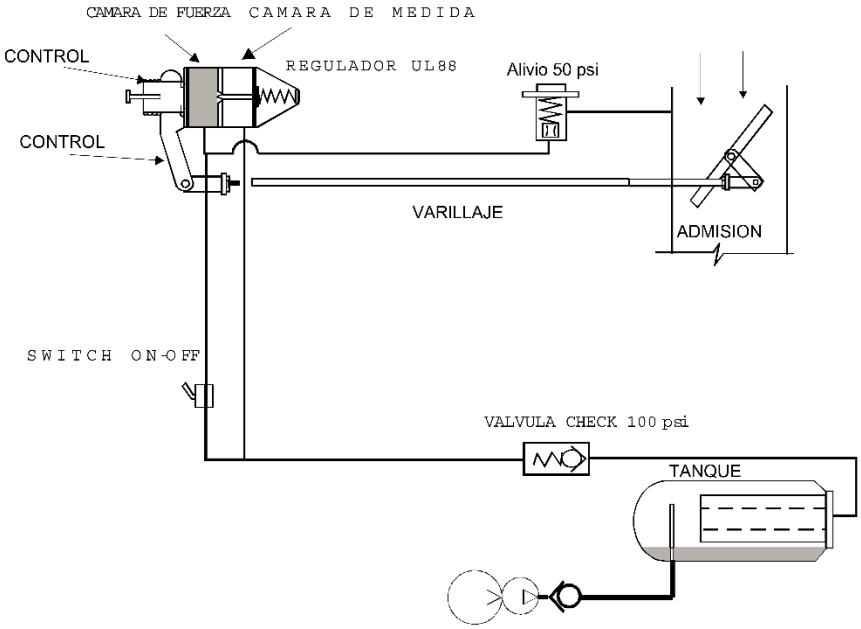


Figura 35

Figura 33 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Esta figura muestra el diseño básico del sistema de la regulación para perforadoras de alta presión. La presión de aire es bombada al interior del tanque desde el compresor. Cuando la presión llega a 100 psi, la válvula check abre y permite que el aire fluya a través de la línea de medida al interior de la cámara de medida. Al mismo tiempo, el aire fluye a través del switch ON-OFF al interior de la cámara de fuerza. Cuando la presión sobre pasa los 100 psi lo bastante para superar el resorte del mando, (45 psi), la válvula de admisión cerrara y el compresor parara de generar aire. Esto es por qué la válvula de admisión del compresor cierra a los 145 psi en la partida.

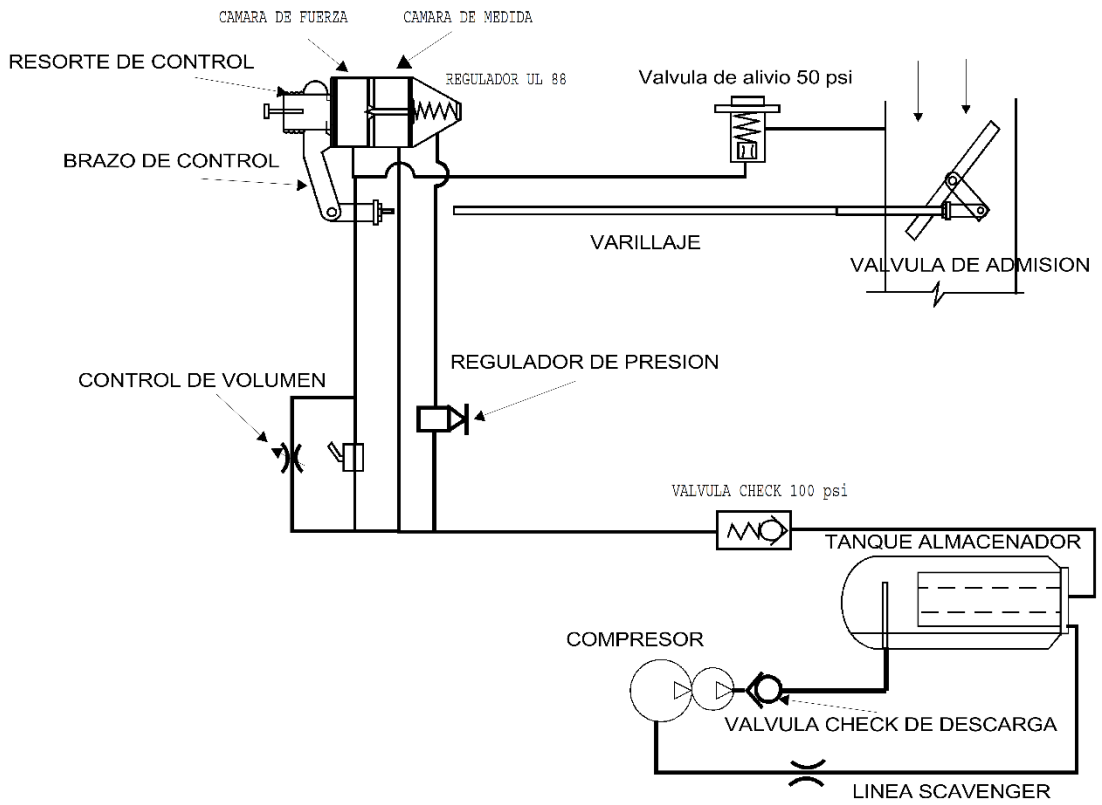


Figura 36

Figura 34 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Sistema de detención

El sistema de detención consiste de una válvula de despiche piloteada y una válvula de detención o una válvula de escape rápido. Cuando la perforadora es detenida, la presión piloto se pierde a la válvula de despiche automático y el resorte abre aliviando la presión en el tanque. Hay un orificio entre la válvula de despiche automático y el silenciador, que causa una presión trasera lo bastante para activar el pilotaje de la válvula de detención o la válvula de escape rápido. Este detendrá el flujo a la cara de fuerza de la UL88, o evacuara la presión entrando a la cámara de fuerza, así previniendo que la válvula de admisión sea cerrada. Al mismo tiempo, la presión piloto a la válvula anti-ruido se pierde y esta cierra. Esto permite solo al aire del scavenger entrar a la cavidad del compresor.

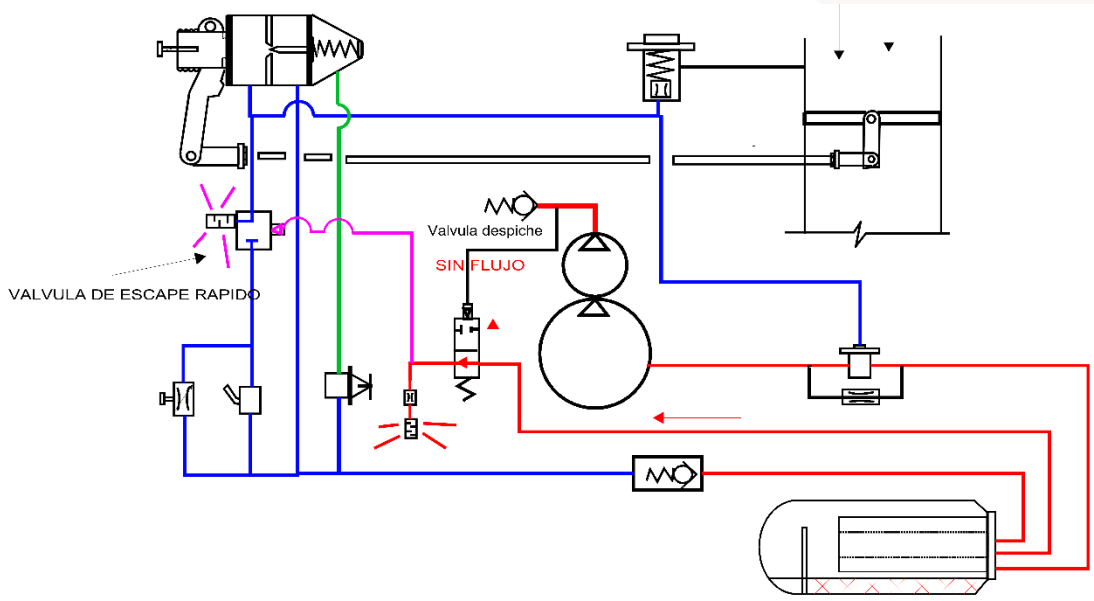


Figura 37

Figura 35 (Por gentileza de Ingersoll Rand)

Operación

Arrancando

Antes de arrancar la perforadora, asegurase que el switch ON-OFF del compresor este en OFF, el estrangulador de aire cerrado y el regulador de presión este ajustado apropiadamente. Una vez que la perforadora haya arrancado y todos los fluidos a una temperatura normal de operación, verifique la presión de descarga en el tanque, esta debe ser sobre 140-145 psi. Luego, coloque el switch a la posición ON. Esta acción corta el flujo de aire a la cámara de fuerza. Ahora toda la presión está pasando a través de la válvula check de 100 psi al interior de la cámara de medida.

Ajuste de presión

Cuando la presión que empuja en el diafragma de medida supera la presión del resorte en la cámara de fuerza, la aguja de medición es empujada de su asiento y permite que la presión de aire ingrese a la cámara de fuerza. La presión incrementara en la cámara de fuerza hasta que la presión contra ese diafragma supere el resorte de control y empuje el brazo de control hacia atrás el cual cierra la válvula de admisión.

La presión de perforación es ajustada para aumentar o disminuir la presión en el regulador en la consola. Para incrementar la presión, simplemente gire la manilla “T” en sentido reloj mientras mira el manómetro de aire en el panel. Una vez que la presión apropiada ha sido alcanzada, suelte la manilla

Perforando

Cuando el operador está listo para perforar con DHD, **LENTAMENTE** abra el estrangulador de aire. Esto permitirá a la presión en el tanque salir hacia el pozo sin dañar el elemento separador. La descarga súbita de presión acortara la vida del elemento separador.

Cuando el pozo es terminado y el operador desea agregar otra barra, el simplemente cierra el estrangulador de aire. La presión incrementa en el tanque y en las líneas hasta que la válvula de la admisión sea cerrada por la presión en la cámara de fuerza. Él no tiene que girar el switch ON-OFF a la posición OFF, a menos que el aire no sea necesitado por un tiempo. La presión aumentara hasta el ajuste del regulador, hasta que el estrangulador sea abierto o través.

Detención

Antes de detener el motor diésel, el operador debe aliviar la alta presión de aire desde el tanque almacenador.

- Coloque el switch ON-OFF a la posición OFF.
- Abra el estrangulador de aire lentamente, permitiendo que una gran cantidad de aire escape desde el tanque.
- La presión del tanque debe ser 140-150 psi, **no más!**
- Cuando el manómetro de presión muestra 140-150 psi, detenga el motor diésel.
- La válvula de despiche automático debe abrir para evacuar **TODA** la presión de aire desde el tanque.
- Si la válvula despiche comienza a soplar, luego se detiene antes de que todo el aire salga del tanque, físicamente verifique si la válvula de admisión está abierta. Si no es así, manualmente abra la válvula.

Si la perforadora es detenida con una alta presión, la válvula anti-ruido permanecerá abierta, desde ahí abra presión suficiente en la cámara de fuerza para mantenerla abierta. La línea desde la válvula de admisión UL88 está todavía recibiendo la presión porque la válvula check de 100 psi está abierta. Esta presión causa que la válvula de admisión este cerrada. La válvula check de descarga esta también cerrada desde la presión del tanque así es que el compresor se vuelve un recipiente de presión. Ahora, la presión en ambos lados de la válvula check de descarga están tratando de empujarlo uniformemente y esta no abre.

Si la válvula de despiche automático no abre para evacuar el aire, este es rápidamente pilotea- do por la presión en el compresor para cerrar. Ahora, el aceite y el aire son forzados al interior del compresor y continuara hasta que la presión del tanque sangre a una presión más baja permitida que la válvula check de 100 psi para cerrar, cortando el flujo de aire a la UL88.

Teoría de la operación

El regulador usado en todas las perforadoras de alta presión es una válvula reductora de presión que puede mantener presiones superiores a 300 psi y reducir la presión de salida a un rango de 10 psi a 250 psi. Este trabajara con un rango de temperatura de 0EF a 175EF.

Cuando la perforadora arranca, no hay presión de aire en el regulador o en la cámara de presión de la UL88. La presión de aire incrementa en la cámara de medida a medida que el compresor incrementa la presión. Al mismo tiempo, la presión

ingresa a la cámara de fuerza y cuando la presión en el tanque supera la válvula check de 100 psi y el resorte de control de la UL88, la válvula de admisión cierra. Esta condición es estática hasta que el switch de compresor on/off sea girado a on.

Una vez que el compresor este en carga, al ser girado el switch on-off a ON, la presión incrementa en la cámara de medida hasta que este supere el ajuste del resorte en la cámara de presión, luego la aguja de medida se despega del asiento y permite que la presión escape al interior de la cámara de fuerza.

Incrementando presión

Para incrementar la presión de descarga al pozo, la presión del regulador de presión debe ser incrementada. Esto es realizado al atornillar la manilla "T" sentido reloj. Cada vuelta completa la presión de descarga incrementa por sobre los

60 psi. Como la manilla "T" es atornillada, el cono en el diafragma fuerza al pequeño pin contra el armado de la válvula de admisión y abre la válvula. La presión de admisión es permitida fluir a través de la válvula y al interior de la cámara de presión de. La UL88. Al mismo tiempo la presión es enviada a la base del diafragma. Como la presión de aire en el sistema incrementa, la fuerza, trabajando en el área del diafragma, incrementa hasta que este vence el ajuste del resorte en la parte superior del diafragma. Esta acción alivia la presión en el resorte de la válvula de admisión y corta el flujo de aire a la UL88. Cuando la correcta presión de descarga es obtenida la manilla es ajustada apretando la tuerca de bloqueo en la manilla.

Como la presión de aire varia en el pozo, la presión en la cámara de medida varia con él. Cuando la presión en el tanque se incrementa lo bastante para vencer el resorte y la presión de regulación en la cámara de presión, la aguja de medida sale del asiento permitiendo el flujo de aire a la cámara de fuerza, cerrando la válvula de admisión.

Cuando la válvula de admisión finalmente abre, el aire mezclado con aceite escapara con alta velocidad a través de la válvula de admisión hacia arriba por los tubos y hasta los filtros de admisión. Bastante aceite estará presente para saturar el filtro primario y quedara este inútil.

Esto es por qué el compresor nunca debe detenerse bajo alta presión intencionalmente. Si hay un switch de detención por bajo nivel de aceite activado o problemas con el motor diésel, no hay nada que uno pueda hacer pero lo único que queda es limpiar el desorden y cambiar los elementos de aire.
Incrementado la presión de descarga no causa problema al regulador o a la UL88, Sin embargo, reduciendo la presión usando un procedimiento impropio puede dañar el diafragma del regulador y el diafragma de la cámara de medida.

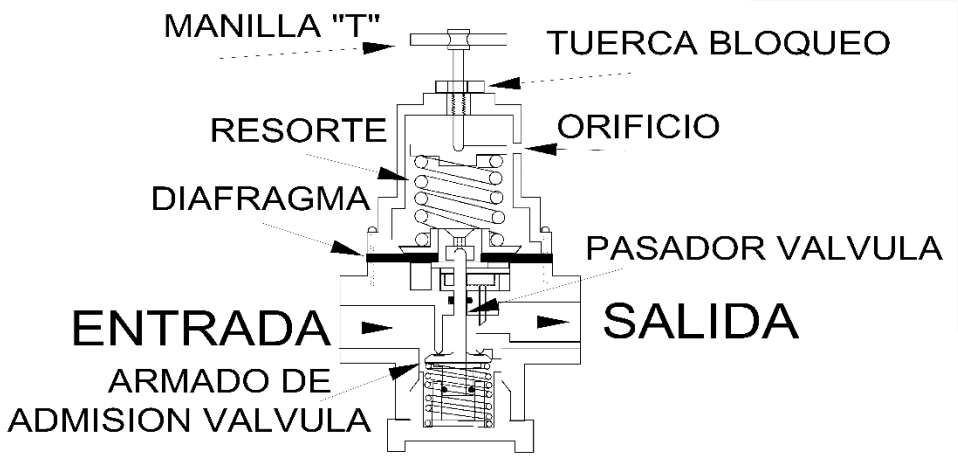
La presión de aire en el lado aguas abajo del regulador y en la cámara de fuerza de la UL88 es atrapada por la presión en el lado de la entrada del regulador. Si la presión del resorte en el lado superior del diafragma es soltado, al destornillar la manilla "T", sin bajar la presión de la admisión, la presión de aire, actúa en el fondo del diafragma, rompiéndola después de varios usos impropios.

Disminuyendo presión

El apropiado procedimiento es colocar el switch on-off del compresor en OFF, el aire de SOPLADO baja al mínimo, usando la VALVULA DE ESTRANGULAMIENTO, luego DESTORNILLE la manilla “T” al mínimo. Esta acción alivia la alta presión en la válvula y permite que la presión más alta en el lado aguas abajo abra la válvula, así tirando el pin de la válvula afuera del cono del diafragma. El aire atrapado en el diafragma escapara a través del puerto del centro del diafragma y alivia toda la presión en la UL88 y bajo el diafragma. Hay un puerto en el lado de la tapa del regulador que permite a la presión de aire salir del sistema.

Los daños al diafragma de la cámara de medida pueden ser causados relevando la presión del resorte en el regulador mientras está bajo la presión alta en el sistema. Este saldrá alta presión en la cámara de medida y sin presión en cámara de presión. La presión desigual romperá el diafragma prematuramente.

Relevando la alta presión en el sistema mientras hay todavía presión en la cámara de presión no causara el mismo problema al diafragma de la cámara de medida subsecuente- mente la aguja de medida previene al diafragma colapse excesivamente. En cuanto la presión es relevada en el sistema, la manilla “T” puede ser destornillada y la presión relevara en el sistema del regulador.



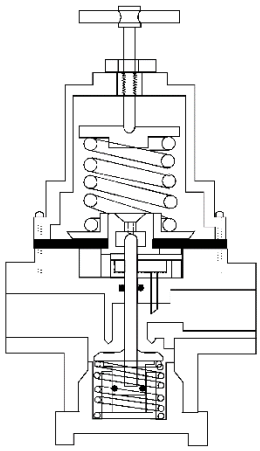


Figura 38

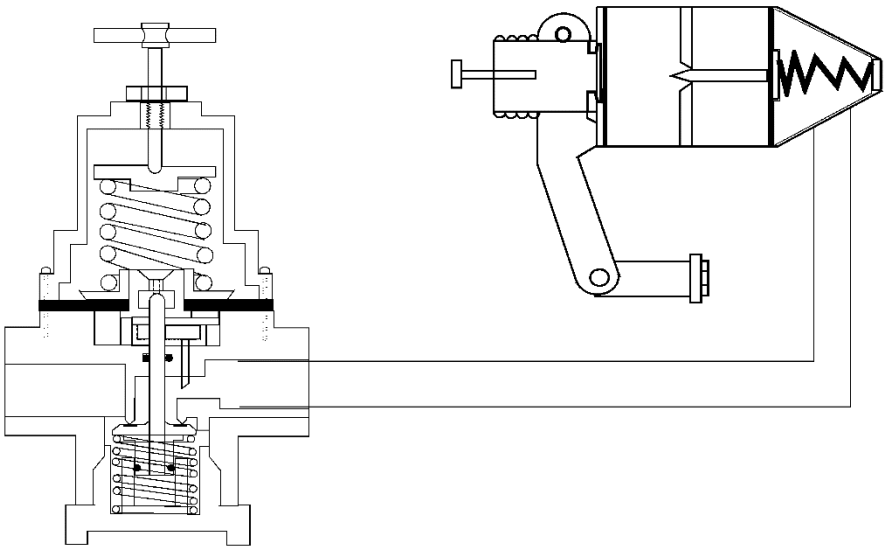


Figura 39

Control de sistema neumático Sandvick

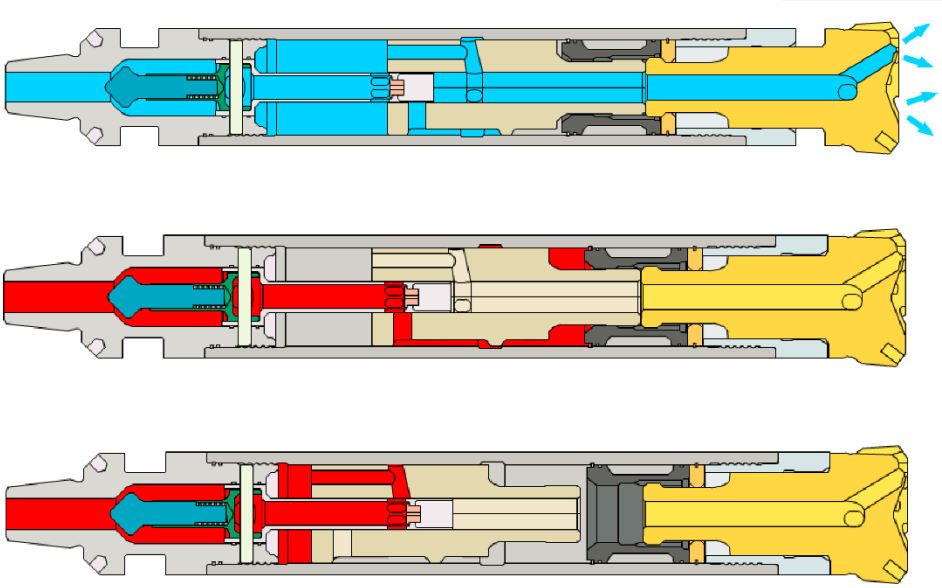


Figura 40
(Por gentileza de Sandvik)

En la imagen anterior se muestra un martillo de fondo DTH en distintas etapas de su funcionamiento, es importante señalar que para una mayor o menor fuerza de percusión (impacto), necesitaremos acelerar más o menos la masa del pistón que se encuentra dentro del martillo de fondo, con esto aumentaremos más o menos la fuerza del impacto.

Para lograr aumentar la fuerza del impacto necesitaremos más flujo de aire a más presión ingresando en el martillo de fondo.

A continuación veremos el control neumático que se encarga de modificar la potencia de perforación en diferentes condiciones de trabajo, como por ejemplo en condición de partida, detención o a plena carga.

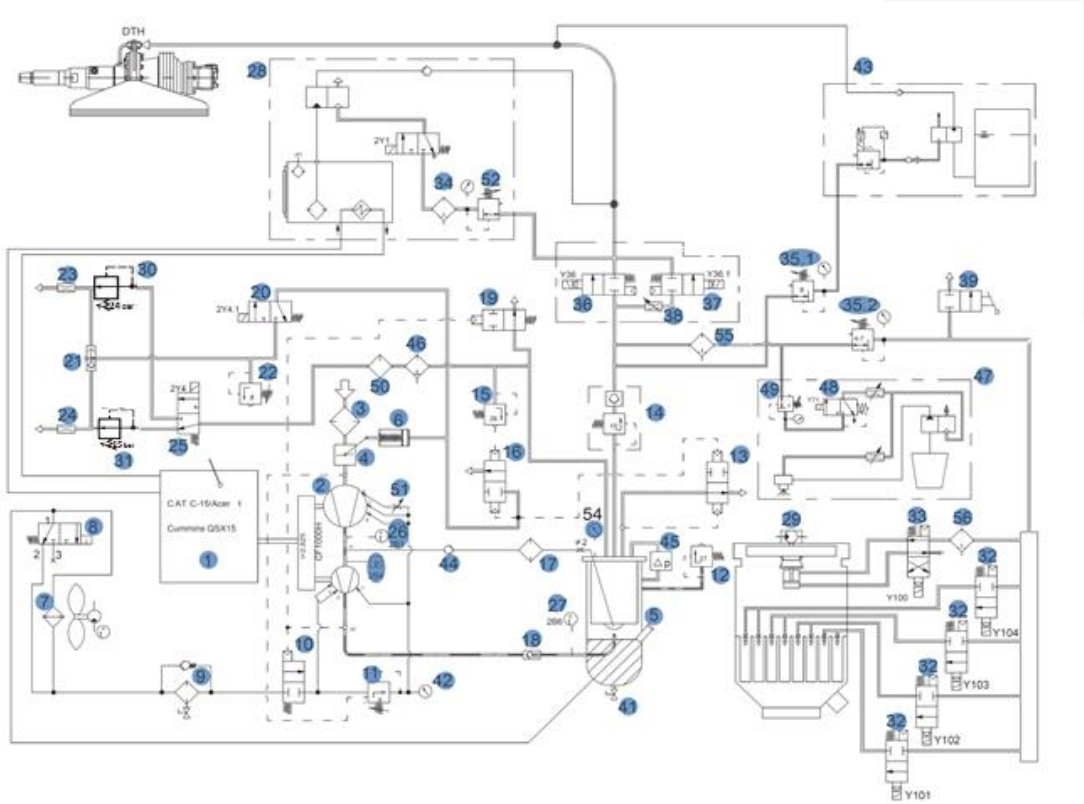


Figura 41
(Por gentileza de Sandvik)

N°	NOMBRE	26	Interruptor de temperatura (LP)
1	Motor de diésel	27	Interruptor de temperatura (HP)
2	Compresor de doble etapa	28	Oller OE370
3	Filtro aéreo	29	Colector de polvo
4	Válvula de mariposa de succión	30	HP control - Proporcional
5	Receptor	31	LP control- Proporcional
6	Servo cilindro	32	La válvula de solenoide (limpieza del filtro)
7	Enfriador	33	La válvula de solenoide (cilindro de aire)
8	Controlador de temperatura de aceite	34	separador de agua
9	Filtro de aceite	35	Válvula reductora de presión
10	Válvula de cierre de aceite	36	La válvula de solenoide (completo lavado)
11	Válvula reductora de presión	37	La válvula de solenoide

			(media enrojecimiento)
12	válvula de seguridad	38	válvula de bola
13	Válvula de purga (purga Running)	39	Válvula de bola (conexión de aire comprimido)
14	Válvula de presión mínima	40	Válvula de retención
15	Válvula piloto	41	Válvula de drenaje Receptor
16	Válvula de ventilación rápida	42	Manómetro
17	Colador	43	Inyección de espuma
18	La válvula de retención de descarga	44	Válvula de retención
19	Purgar la válvula (válvula de purga Final)	45	Indicador de diferencia de presión
20	Cargando válvula de solenoide	46	separador de agua
21	Válvula de traslado	47	Engrase hilo (opcional)
22	La válvula de seguridad (máx. Presión)	48	La válvula de solenoide
23	Boquilla	49	Válvula reductora de presión
24	Boquilla	50	Lubricador
25	Válvula de solenoide Selector	51	La válvula de mariposa
52	Regulador de presión		
53	Manómetro		
54	Separador de agua		
55	Separador de agua		

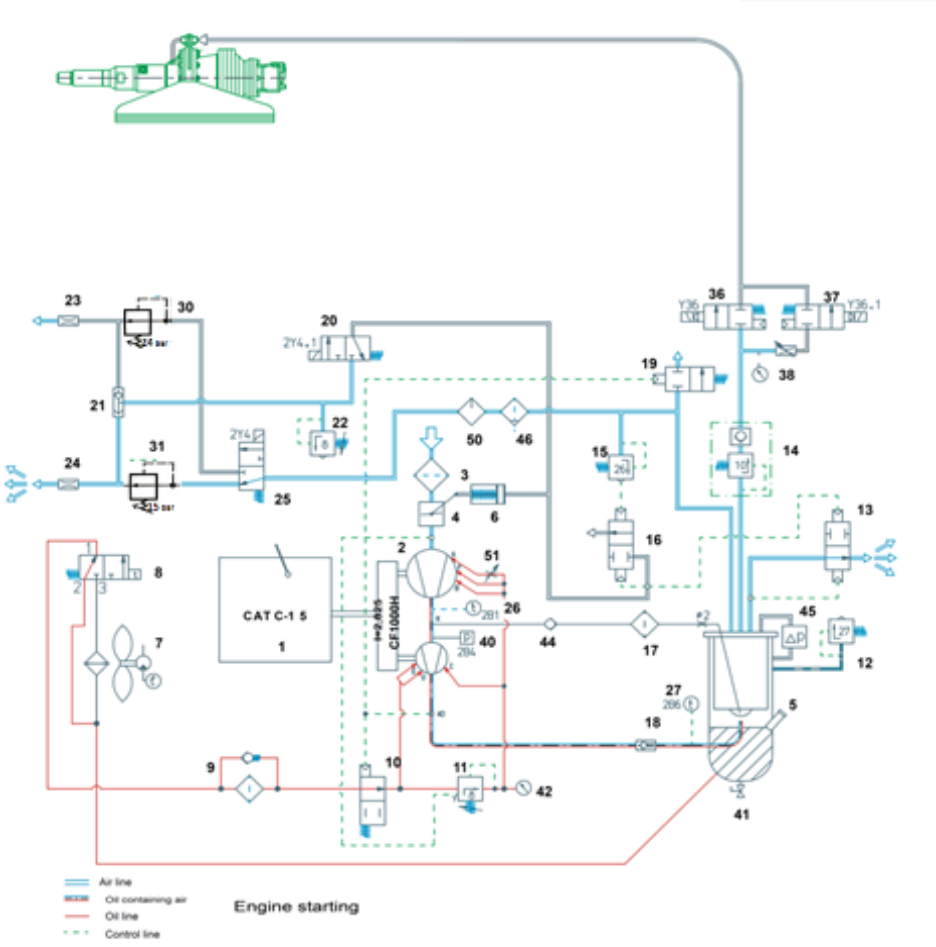


Figura 42
(Por gentileza de Sandvik)

Condición de partida con solenoide 25 des-energizado

El cilindro servo (6) es alimentado vía la electro válvula de carga (20) (no energizada), la válvula de mariposa (4) se cierra por el resorte. El compresor comienza a girar y crea la succión. Cuando se cierra la válvula de mariposa, una pequeña cantidad de aire ingresa a la unidad a través de una perforación (Ø16) en la misma, con esto se mantiene la presión necesaria para la lubricación del compresor. La válvula de parada del aceite (10) se abre y la válvula de purga final (19) se cierra. Entonces el compresor aspira el aceite del receptor (5) y la presión piloto se estructura a partir de la válvula de baja presión (31). El aire residual está soplado a través del inyector del control (24) y de la válvula de purga (13).

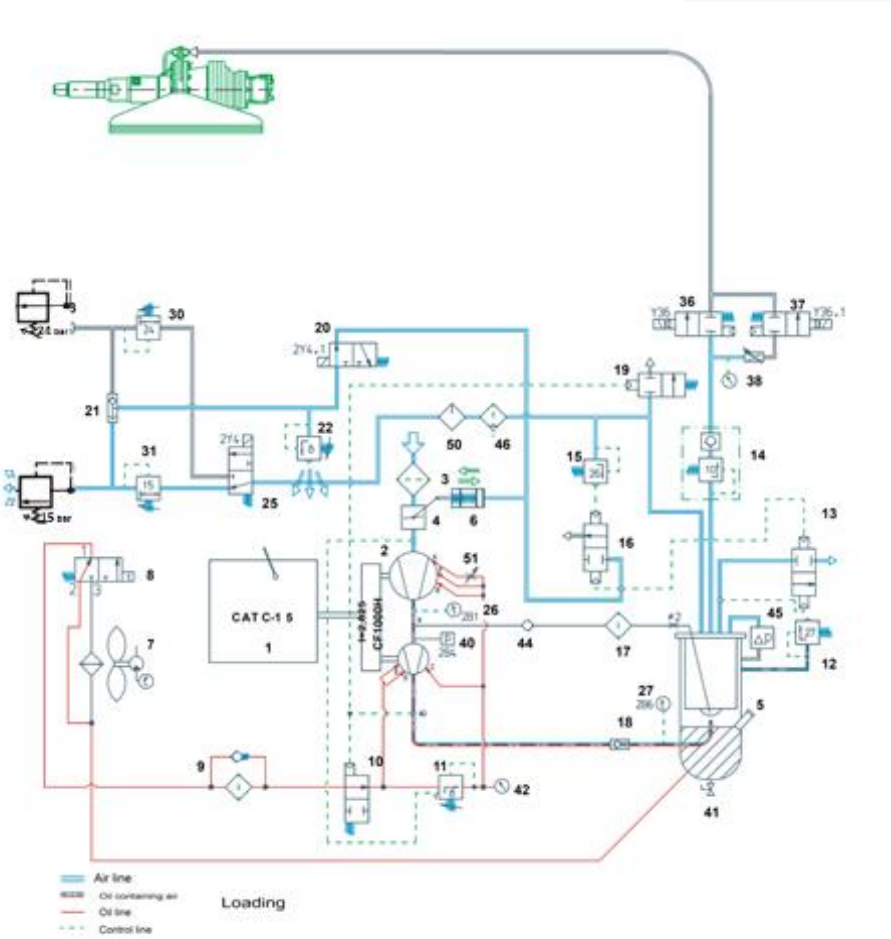


Figura 43
(Por gentileza de Sandvik)

Condición de Carga (la válvula electromagnética 20 se abre):

- La presión del depósito cierra la válvula de purga 13
- La válvula de mariposa se abre
- presión del depósito aumenta inmediatamente (las válvulas de barrido (36 y 37) se cerraron: salida = CERO (no consumimos aire)
- La válvula de baja presión (31) se cierra
- la presión disminuye en la zona de control (después de la válvula 31) y la válvula de mariposa (4) se cierra (el compresor está en baja)
- El aire residual es expulsado a través del inyector del regulador (24)
- la presión final es controlada a través la válvula de purga (13)

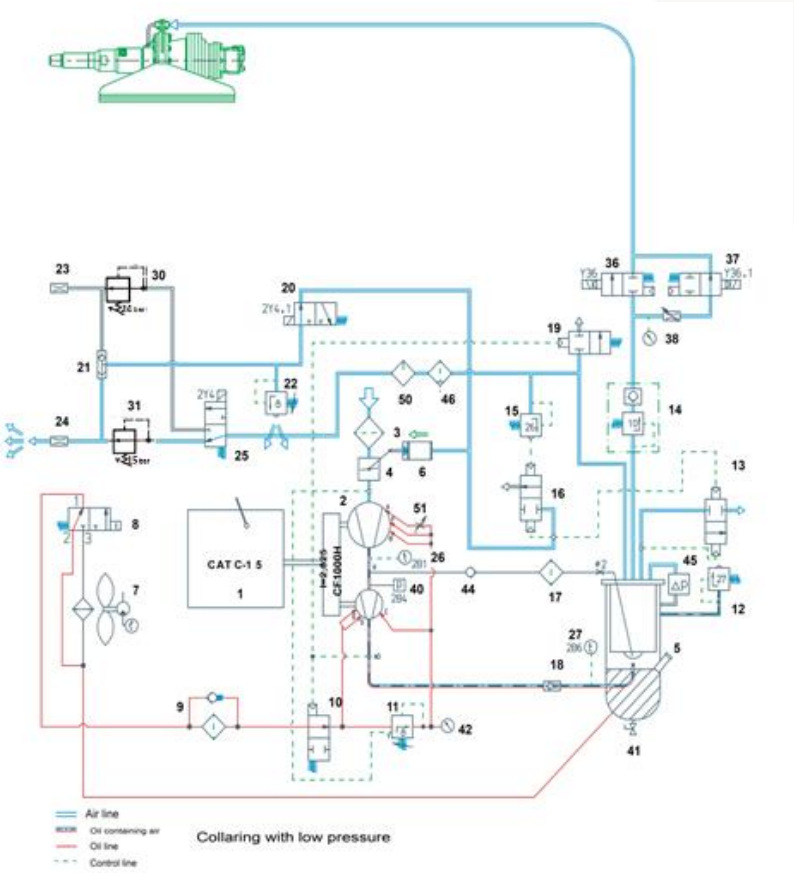


Figura 44
(Por gentileza de Sandvik)

Condición de Collarín a baja presión (emboquillado guía para iniciar la perforación)

- La válvula de barrido 37 está abierta, el restrictor 38 abierto completamente.
- La presión del depósito disminuye
- La presión de control aumenta (después de válvula 31)
- La aleta de la válvula de mariposa se abre
- La válvula de purga se cierra (13) (al aumentar la presión de control)
- La válvula de mínima presión se abre (14)
- Se consume en operación collarín
- El flujo lo controla la tobera 24 y la presión limitada por el limitador de presión de la señal 22.

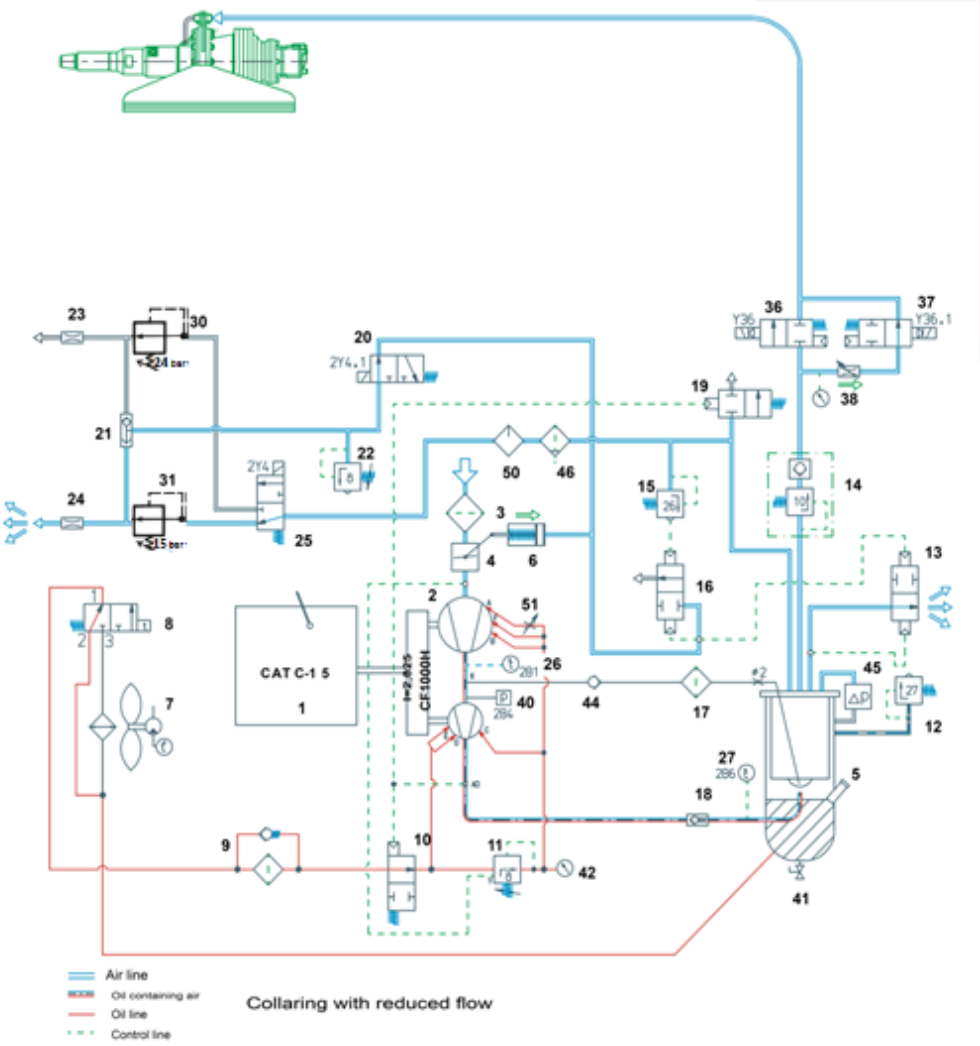


Figura 45
(Por gentileza de Sandvik)

Collarín con flujo reducido (Emboquillado guía para iniciar la perforación)

- La válvula 38 está parcialmente cerrada, no se requiere un gran consumo de aire.
- Presión del depósito aumenta (poco consumo de aire)
- La presión de control disminuye
- La válvula de mariposa se cierra pero se mantiene en posiciones intermedias.
- La válvula de purga abre y cierra constantemente manteniéndose parcialmente abierta en posiciones intermedias.

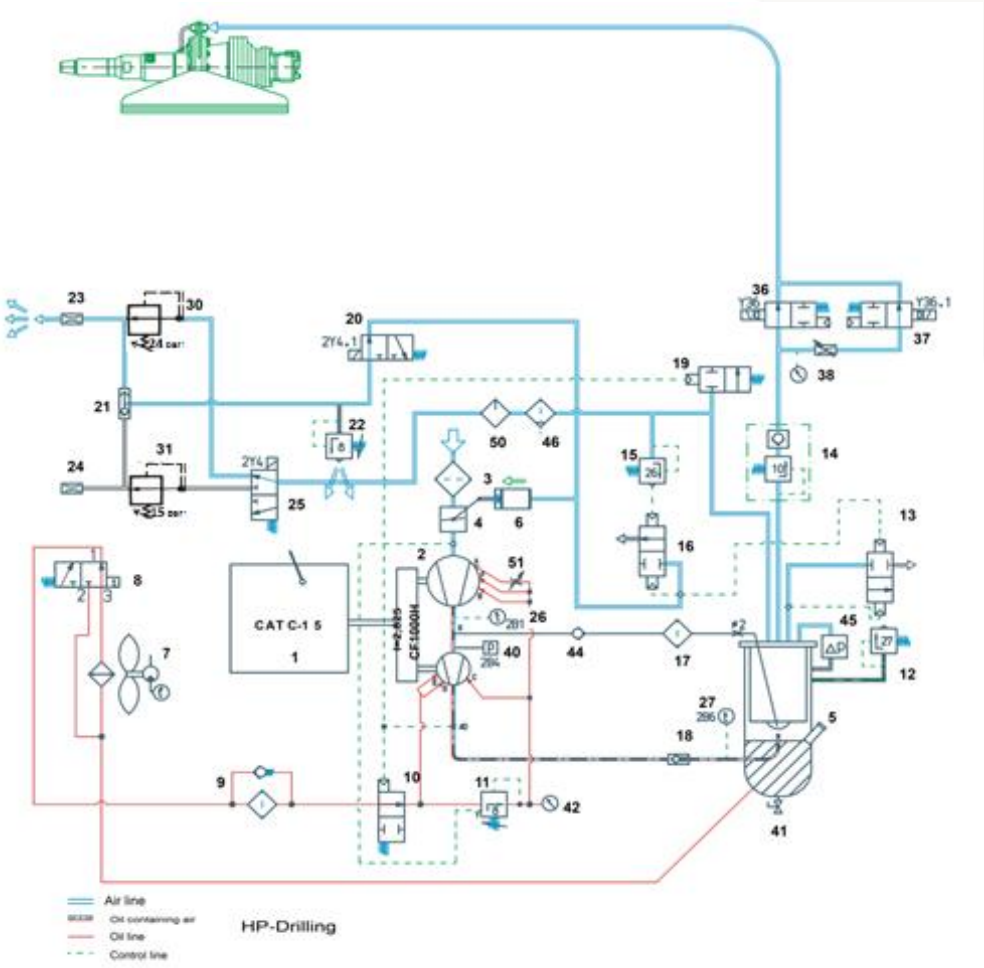


Figura 46
(Por gentileza de Sandvik)

Perforación a alta presión

- Una vez terminado el collarín, se energiza la electro válvula 25 seleccionando el control de presión de alta 30 (alta presión) , válvula 36 activadas dejando pasar flujo de barrido:
- Válvula de mariposa completamente abierta 4
- Válvula 3 de purga cerrada y se produce un incremento de la presión a 24 bar
- La potencia consumida aumenta al igual que la temperatura
- La válvula termostática 8 dirige el flujo de aceite de enfriamiento, a los 70 C envía todo el flujo por los enfriadores.

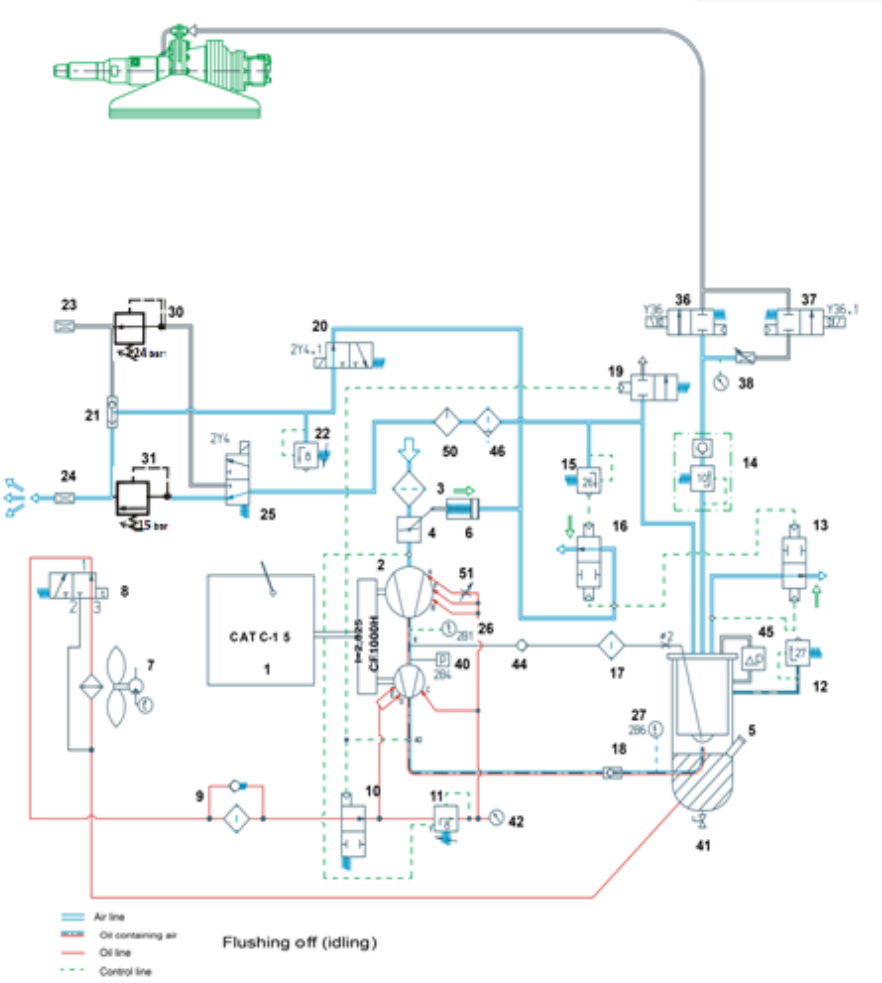


Figura 47
(Por gentileza de Sandvik)

Barrido apagado

- Válvulas de barrido 36 y 37 apagadas
- La presión del depósito aumenta pero inmediatamente la válvula limitadora de presión 15 regulada a 26 bar activa la válvula de purga 16, disminuyendo la presión en el servo cilindro, cerrando este rápidamente
- La válvula de seguridad en el separador 12 podría activarse
- La presión finalmente es controlada a 24 bar por la válvula de purga 13.

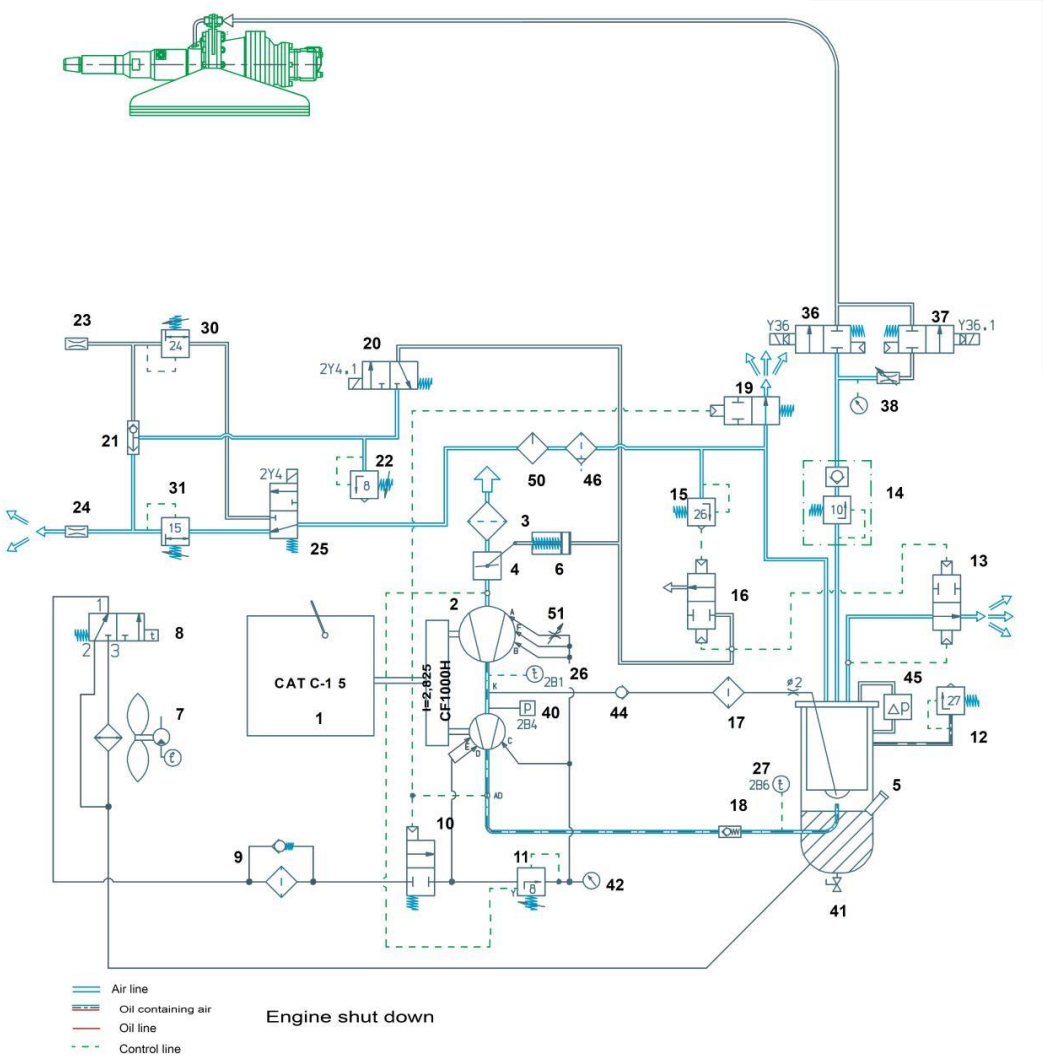


Figura 48
(Por gentileza de Sandvik)

Deteniendo el equipo desde baja presión

- El motor diésel es detenido, las válvulas 20 y 25 están des energizadas
- Válvula anti retorno 18 cerrada
- Válvula de detención de aceite 10 cerrada
- Válvula de purga 19 abierta
- El flujo de aire es sacado a través de la válvula 13 y 19
- el lado del compresor se descomprime por el lado de succión

Reduciendo presión durante la propulsión

- Se reduce el consumo de potencia del compresor cuando estamos en modo propulsión.
- El solenoide de la válvula 20 esta des energizado
- La línea de control de la válvula de purga 13 se descargó lo que provoca una caída de presión en el depósito hasta los 10 bar, reduciendo el consumo de combustible del motor diésel, dejando la potencia disponible del motor para ser utilizada en el sistemas de traslado.

Apagado del motor desde ralentí

- Cerciórese siempre de que el controlador de presión baja antes de la parada del motor: Apaga el motor Diésel válvulas de solenoide (20,25) se desactivan, si el equipo se detiene con estas válvulas energizadas, los filtros de succión podrían ser cubiertos por parte del aceite del compresor y deberán ser cambiados (operación incorrecta)
- válvula anti-retorno (18) se cierra
- válvula de cierre de aceite (10) cierra
- válvula (19) de purga final se abre.
- la válvula (13) y válvula (19) se abren y despresurizan el sistema. Parte del aire se despresuriza a través del lado de succión, esto ocurre a baja presión para no dañar los filtros de aire.

1.3 Operación y funcionamiento del sistema neumáticos de frenos.

Componentes de un sistema de freno de aire
Un sistema básico de freno capaz de detener un vehículo está formado por cinco componentes principales:

1. **un compresor** para bombear el aire
2. **un recipiente o estanque** para almacenar el aire comprimido
3. **una válvula de pie**, para regular el flujo de aire comprimido desde el estanque cuando sea necesario aplicar los frenos
4. **cámara de freno y reguladores de juego**, los medios para transferir la fuerza ejercida por el aire comprimido sobre las articulaciones mecánicas
5. **balatas y tambores o rotores,** para crear la fricción requerida para detener las ruedas.

Es necesario conocer cómo trabajan cada uno de esos componentes antes de estudiar su funcionamiento en el sistema de frenos.

El compresor
El aire comprimido es el medio para transmitir la fuerza hacia un sistema de freno de aire. La fuente de aire comprimido es el compresor. Un compresor está diseñado para bombear aire, como se aplicó anteriormente en este manual.

El compresor tipo pistón funciona bajo igual principio que el de la carrera de admisión y comprensión de un motor.

Carrera de admisión: el recorrido descendente del pistón crea una presión dentro del cilindro inferior a la atmosférica en el exterior del compresor. Esto hace que el aire fluya más allá de la válvula de admisión (que ha sido abierta por la presión atmosférica) hacia el cilindro.

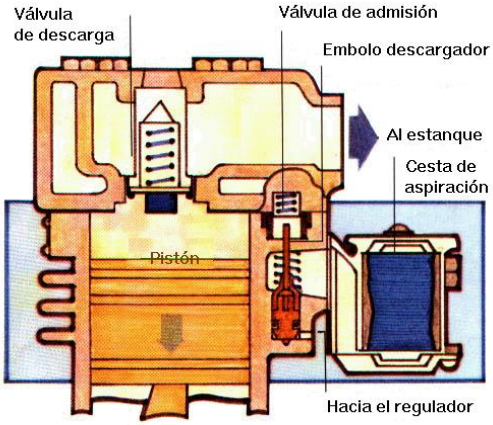


Figura 49

Recorrido de compresión: el recorrido ascendente del pistón comprime el aire en el cilindro. La presión en aumento no puede escapar más allá de la válvula de admisión (que ha sido cerrada por el aire comprimido) y a medida que el pistón se acerca a la

parte superior de su recorrido, el aire presurizado es forzado a pasar más allá de la válvula de descarga y al interior de la línea de descarga que lleva al estanque.

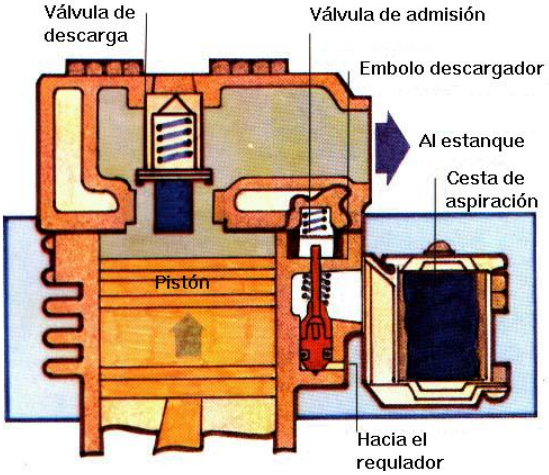


Figura 50

Descarga: cuando se ha acumulado suficiente presión, el compresor pasa una etapa de "descarga". El émbolo de descarga mantiene las válvulas de admisión fuera de sus asientos hasta que la presión cae hasta el nivel de la presión de arranque pre-fijada, la cual está controlada por el regulador.

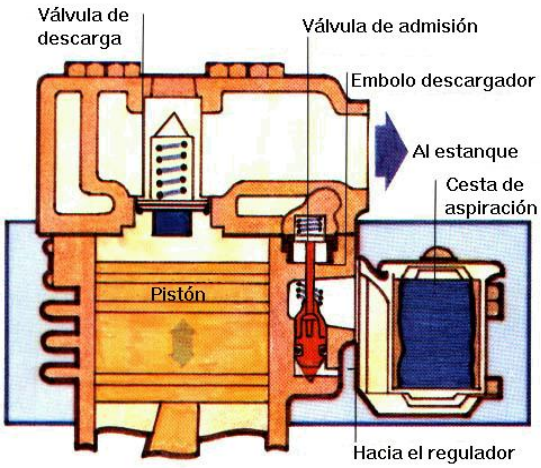


Figura 51

el motor del vehículo opera al compresor, por correas y poleas o ejes y engranajes. En los vehículos en los que el compresor es operado por correas, se debe revisar regularmente la tensión y si hay rajaduras en las correas. El ajuste de las correas usualmente se realiza oprimiendo con un dedo en la mitad de la distancia entre poleas. La mayor distancia entre poleas afectará la cantidad de juego permisible. Si las correas tienen demasiado juego ellas podrían resbalar y el compresor no alcanzará su máxima eficiencia. Cuando se revisan las correas motrices, también debe revisarse el compresor por si hay abrazaderas de montura rotas o pernos de monturas sueltas.

El compresor tiene una transmisión constante con el motor. Siempre que el motor funcione, lo hará el compresor. El compresor es lubricado por el sistema de lubricación

del motor. Algunos compresores son auto- lubricables y requieren que los niveles de aceite se revisen regularmente.

En ciertos periodo de tiempo cuando no es necesario que el compresor bombee aire. La presión común de trabajo en un sistema de freno oscila desde una presión máxima de 85 P.S.I. hasta una máxima de 105 P.S.I. y 125 P.S.I. la presión mínima es aproximadamente de 20 P.S.I. por debajo de la presión máxima.

Cuando el sistema alcanza la máxima presión, el compresor pasa a la etapa de "descarga".

La mayoría de los compresores tienen dos cilindros. En la etapa de descarga, las válvulas de admisión se mantienen abiertas, permitiendo que el aire sea bombeado entre los dos cilindros, en vez de comprimirlo. Durante la etapa de "descarga", el compresor se puede enfriar.

Es muy importante que el aire en el sistema de frenos de aire se mantenga lo más limpio posible. La suciedad en el sistema puede provocar problemas.

El aire de la atmósfera que entra al compresor primero debe pasar a través de un filtro para eliminar cualquier partícula de polvo del aire. El filtro de aire se debe limpiar regularmente. Un filtro sucio restringirá el flujo de aire al interior del compresor, reduciendo su eficiencia. Algunos vehículos tiene el puerto de admisión del compresor conectado al filtro de aire del motor del vehículo.
Un regulador controla la presión máxima y mínima de aire en el sistema. Como el compresor está constantemente al motor, el trabajo del regulador es "descargar" el compresor cuando se logra la presión deseada. Para hacerlo, el regulador dirige la presión de aire hasta las válvulas de admisión del compresor, manteniéndolas abiertas cuando la presión en el sistema llega a su máximo. Cuando la presión en el sistema cae en aproximadamente 20 P.S.I., el regulador permite que las válvulas de admisión se cierren, regresando el compresor a su etapa de bombeo.

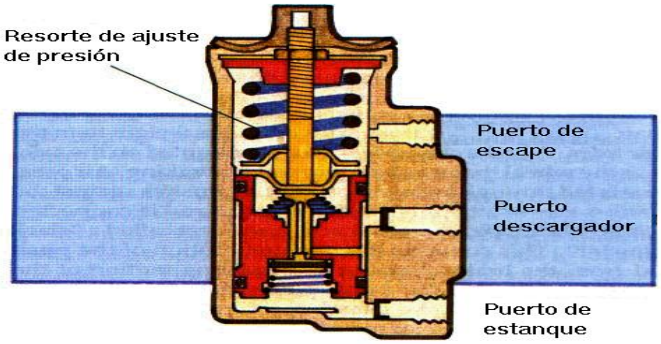


Figura 52

Los estanques

Los recipientes o estanques contienen un suministro de aire comprimido. Una válvula de seguridad evita que se sobre presuricen y exploten. La válvula de seguridad protege el sistema de freno de aire de la excesiva acumulación de presión de aire. La válvula está formada por una bola cargada a resorte la que permitirá el escape de aire a la presión del estanque hacia la atmósfera. El ajuste de presión de la válvula está determinado por la fuerza del resorte. La válvula de seguridad normalmente se ajusta a 150 P.S.I., la presión forzaría la bola fuera de su asiento, permitiendo que la presión escape a través del puerto de escape en la caja del resorte. Cuando la presión del estanque se ha reducido suficientemente (a aproximadamente 135 P.S.I.), el resorte forzará el retorno de la bola a su asiento, sellando así la presión del estanque. No todas las válvulas de seguridad poseen la característica de liberación manual, según muestra el diagrama siguiente.

Si la válvula de seguridad tiene que liberar la presión, eso indica que el regulador o el compresor necesita servicio o reparación. Esto lo puede hacer un mecánico calificado.

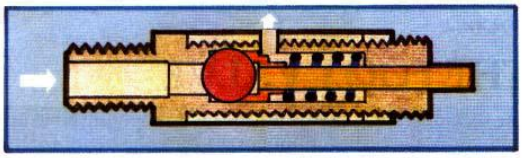


Figura 53

Importante: Los ajustes de las válvulas de seguridad no deben ser violentados. El servicio a las válvulas de seguridad solo lo podrá realizar mecánicos calificados

Los recipientes o estanques también están equipados con purgadores para drenar cualquier humedad. El aire se calienta cuando se comprime. El calienta se enfría en el estanque, formando condensación. La filtración de aceite más allá de los aros del pistón del compresor se mezcla con esta humedad formando lodo en el fondo del estanque. Si permitimos que se acumule, este lodo (agua y aceite) penetraría en el sistema de freno. El exceso de agua en el sistema produce problemas en las válvulas y otras piezas. En invierno, el agua en el sistema pudiera congelarse, produciendo un mal trabajo de las válvulas o las cámaras de frenos.

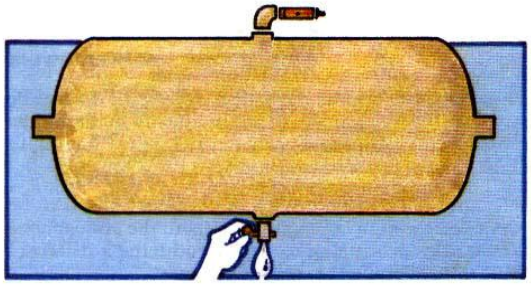


Figura 54

Para minimizar la cantidad de agua acumulada, todos los estanques deben drenarse diariamente. Bajo extremas condiciones, los estanques deben drenarse más de una vez al día. Estacione el vehículo en una superficie nivelada, aplique los frenos de estacionamiento, bloquee las ruedas del vehículo, abra los purgadores completamente. Permita que escape toda la presión de aire, lo entonces permitirá que toda la humedad, acumulada en el estanque, sea drenada. Algunos estanques tienen más de un comportamiento y cada comportamiento tiene su propio purgador. Si solo se abre un poco la válvula para permitir que escape algo de aire NO SE drena la humedad.

Algunos estanques están equipados con válvulas de drenaje automático del estanque. (Válvulas de chisporroteo). Estas deben drenarse manualmente empujando hacia arriba una varilla en lado inferior de la válvula.
La mayoría de los vehículos están equipados con más de un estanque. Esto le otorga al sistema una mayor volumen de aire en el estanque principal. Como el primer estanque reciba la mayor cantidad de humedad y aceite del compresor, se le llama “tanque húmedo”. El segundo estanque está generalmente más alejado del compresor y por eso acumula aire más seco y limpio. Este estanque se llama “estanque seco”.

Hay estanques de distintos tamaños. El tamaño de los estanques que serán instalados en vehículo depende de la cantidad y el tamaño de las cámaras de frenos. Las cámaras de frenos con diafragmas de 30 pulgadas cuadradas obviamente requieren de un mayor volumen de aire en el estanque que aquellos equipados con diafragmas de 20 pulgadas cuadradas.

La válvula de pie
La válvula operada con el pie es el medio de aplicación de aire para operar los frenos. La distancia que el conductor del vehículo deprime el pedal de la válvula de pie determina la cantidad de presión de aire que será aplicada, pero la MAXIMA APLICACIÓN NO EXCEDERÁ LA PRESIÓN EN EL ESTANQUE. Al soltar el pedal de la válvula de pie se liberan los frenos.

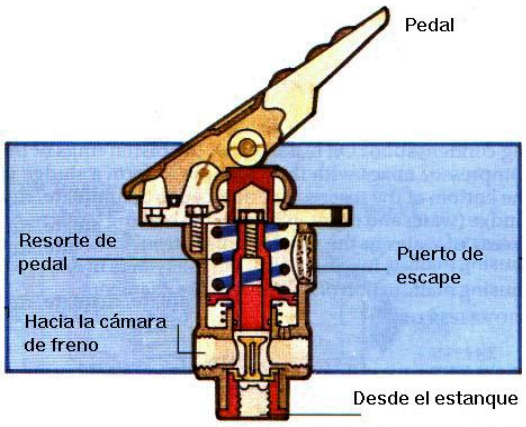


Figura 55

Cuando el conductor aplica los frenos, deprime el pedal parcialmente, la válvula de pie automáticamente mantendrá la presión de aire de aplicación sin que el conductor tenga que ajustar la presión del pie sobre el pedal.

La liberación del pedal permite que el aire de aplicación se escape a través de los puertos de escape hacia la atmósfera. Los pedales de aire son cargados por resorte, produciendo una diferencia de “sensación” con respecto a la aplicación de frenos hidráulicos.

Las cámaras de freno y los reguladores de juego

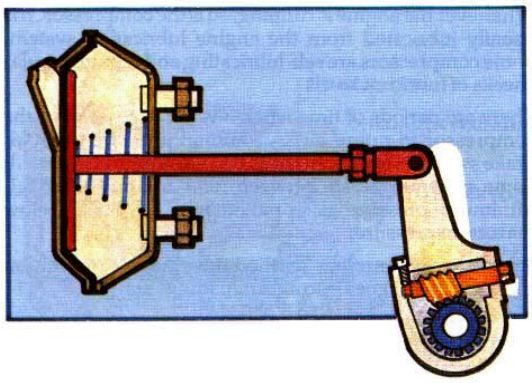


Figura 56

Una cámara de freno es un contenedor circular dividido en su mitad por un diafragma flexible. La presión de aire que se ejerce contra el diafragma hace que éste se mueva alejándose de la presión, forzando a la varilla de empuje hacia el exterior contra el regulador de juego. La fuerza ejercita por este movimiento depende de la presión del aire y del tamaño del diafragma. Si ocurre una filtración en el diafragma, se permite que el aire escape, reduciendo la efectividad de la cámara de freno. Si el diafragma está completamente roto, los frenos no son efectivos.

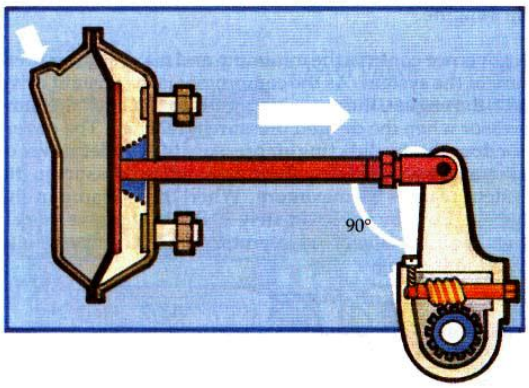


Figura 57

Las cámaras de frenos delanteras son generalmente menores que las cámaras de frenos traseras porque los ejes delanteros soportan menos peso que los ejes traseros. Una cámara de freno está generalmente montada en el eje, cerca de la rueda que estará preparada para el frenado. La presión de aire se alimenta a través de un puerto

de admisión. El aire presiona contra un diafragma y la varilla de empuje. La varilla de empuje está conectada a una horquilla y pasador a un brazo tipo palanca tipo se llama “regulador de juego”. Esto convierte el movimiento de empuje de la varilla de empuje desde la cámara de freno en un movimiento de torsión del cigüeñal del freno y de las levas “S”. Cuando el aire es expulsado, el resorte en la cámara de freno regresa el diafragma y la varilla de empujo a la posición de desenganche.

Como su nombre lo indica, el regulador de juego es también el medio de ajuste del “juego” o el juego libre en la articulación entre la varilla de empuje y las balatas. El juego se produce por el desgaste de los revestimientos. Si los reguladores de juego no se ajustan dentro de las limitaciones, el frenado efectivo se reduce y el tiempo de retardo del frenado aumenta. Si se produce mucho juego, el diafragma eventualmente “tocará fondo” en la cámara de freno. Si se permite que esta condición se produzca, los frenos no funcionarán

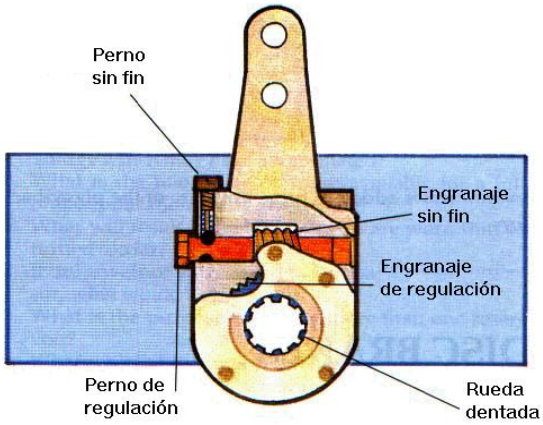


Figura 58

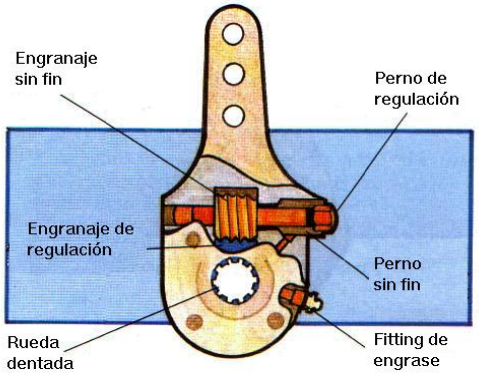


Figura 59

El diagrama ilustra un tipo común de regulador de juego, mostrando el engrane sin fin regulador. Cuando los frenos están totalmente aplicados, el ángulo entre la varilla de empuje y el brazo del regulador de juego no debe estar a menos de 90º (ángulo recto). En este tipo de regulador de juego, el perno sin fin regulador se gira hasta que los revestimientos del freno tocan los tambores y después se recogen, **normalmente** entre ¼ a ½ vuelta. El dispositivo de seguridad, que puede ser un collar cargado por resorte

sobre la cabeza del perno de regulación, debe presionarse cuando la llave se desliza sobre la cabeza del perno. Algunos reguladores de juego utilizan una bola de retención interna cargada por resorte para asegurar el ajuste. Mientras más frecuentemente el conductor revise el “juego”, son menores las probabilidades de que ocurran fallas en los frenos. Los vehículos raramente “pierden” sus frenos debido a la pérdida de aire; generalmente esto ocurre por una falta de **ajuste.**

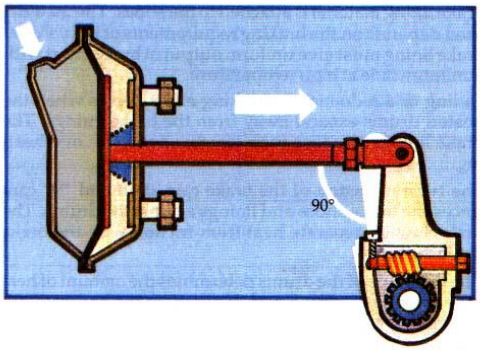


Figura 60

Algunos sistemas tienen reguladores de juegos automáticos los cuales realizan un ajuste automático para compensar el desgaste de las balatas, manteniendo así el juego correcto entre las balasta y el tambor. Los reguladores de juego automáticos deben revisarse regularmente para garantizar que el ajuste correcto se mantenga.

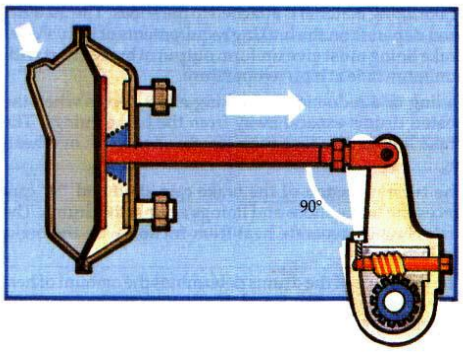


Figura 61

Nota: Los procedimientos detallados para el ajuste de frenos se describe en la Sección VI.

El siguiente diagrama ilustra un tipo común de conjunto de freno utilizado en los ejes traseros de camiones y ejes de acoplados. Un conjunto de eje delantero tiene la cámara de freno y el regulador de juego montado en el plato de apoyo de la acción de conducción.

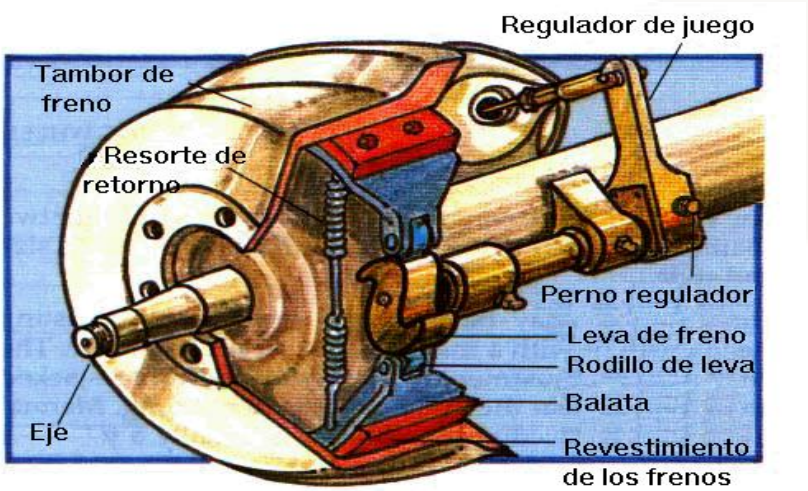


Figura 62

El material del revestimiento de los frenos se fija a las balatas. El material utilizado depende de los requerimientos de frenado del vehículo. El revestimiento de los frenos debe entregar un rendimiento uniforme de esfuerzo de frenado con un mínimo de debilitación a alta temperatura.

La debilitación o la reducción del esfuerzo de frenado ocurre cuando los tambores calentados se separan de los revestimientos de los frenos. Los revestimientos de los frenos también pierden su efectividad debido al sobrecalentamiento.

La acción de torsión del eje de la biela y de la biela “S” fuerza a las balatas y a los rodamientos contra los tambores. Los revestimientos de los frenos generan calor producto de la fricción con la superficie de los tambores de frenos.

El grosor de los tambores determina la cantidad de calor que ellos son capaces de absorber y disipar la atmósfera. Los tambores muy desgastados acumularán calor muy rápidamente. El rendimiento de los frenos peligrosamente independiente se producirá como resultado de distorsiones en el tambor, resortes de retorno débiles, revestimiento incorrecto, pobre ajuste o presencia de grasa o suciedad en el rodamiento.
Los tambores nunca deben girarse o usarse más allá de las especificaciones del fabricante.

Frenos tipo cuña
Aquí tenemos otro ejemplo de un tipo de conjunto de freno utilizado en algunos vehículos equipado con frenos de aire. La acción de la varilla de empuje de la cámara de freno fuerza a una varilla de empuje en forma de cuña entre los rodillos de la balata. Esto fuerza al revestimiento de la balata contra el tambor de freno

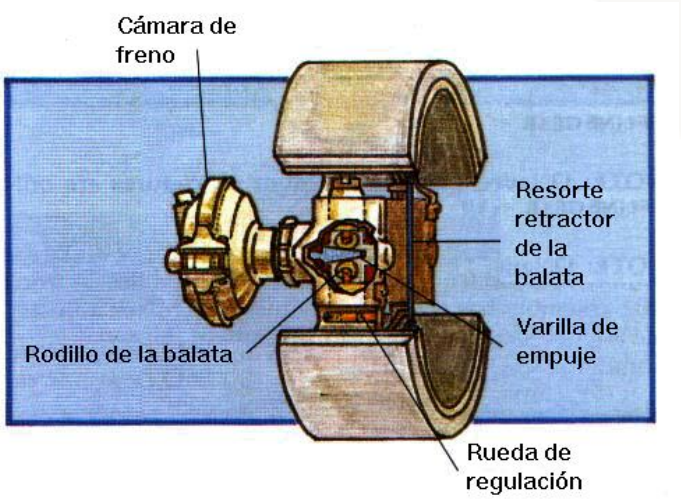


Figura 63

El vehículo puede estar equipado con una cámara sencilla o dos cámaras en cada rueda, dependiendo del tamaño y tipo del vehículo.

Estos frenos pueden estar equipados con un mecanismo de autorregulación o con un regulador manual “rueda de estrella”. El ajuste de “rueda de estrella” se hace con el vehículo levantado en gatas para asegurar que los revestimientos del freno no se peguen. El ajuste manual de los frenos tipo cuña generalmente lo realiza un mecánico.

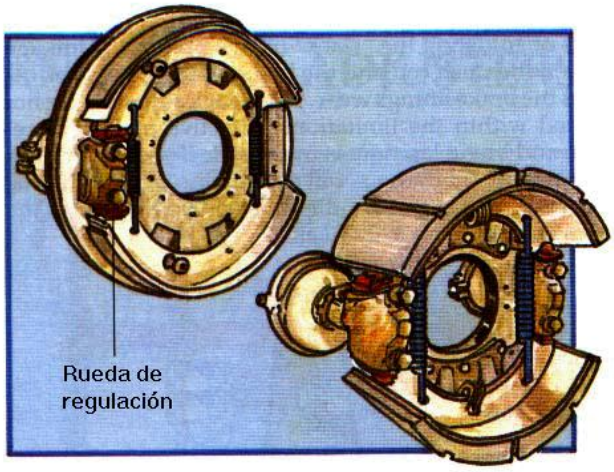


Figura 64

Los frenos de resorte añadidos a estas unidades son del tipo espiral.

Frenos de disco

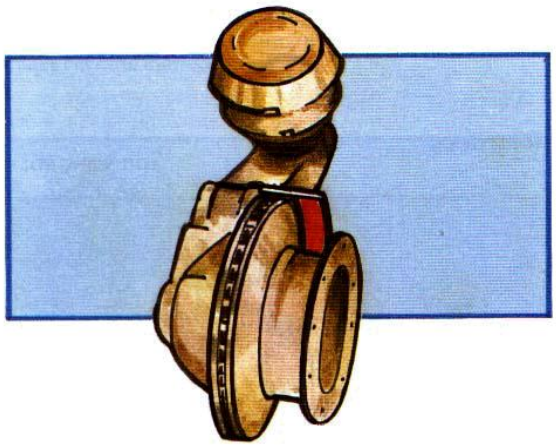


Figura 65

Los frenos de disco activados por aire de camiones pesados tienen un principio similar a los frenos de disco utilizados en los vehículos de pasajeros. La presión del aire actúa sobre una cámara de freno y un regulador de juego, activando los frenos. En los sistemas de frenos de autos de pasajeros y camiones ligeros, se utiliza presión hidráulica. En vez de la leva o de la cuña utilizada en los tambores de freno de los camiones pesados convencionales se utiliza un tornillo de fuerza. El tornillo de fuerza trabaja como una abrazadera C, por lo que las almohadillas de revestimiento ejercen igual fuerza en ambos lados del disco o rotor. Algunos tipos de frenos de disco tienen un regulador automático incluido. Las especificaciones de ajuste para frenos de discos que requieren ajuste manual son diferentes a los sistemas de frenado de levas “S” convencionales.

Siempre revise las especificaciones del fabricante antes de realizar el ajuste.

¿Cómo funciona el Sistema Básico?

Sistemas simples de frenos de aire

NOTA: TODOS LOS DIAGRAMAS DE TUBERIAS SE UTILIZAN SOLO PARA ILUSTRAR LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE FRENADO Y NO ILUSTRAN LOS SISTEMAS DE FRENO DE AIRE REALES

Principio básico de operación

El compresor (1) bombea el aire hasta el estanque (2), el cual cuenta con una válvula de seguridad (3) para protegerlo contra la sobre presurización. El regulador (5) controla la presión en el estanque regulando al compresor. El aire está disponible desde el estanque hasta la parte inferior de la válvula de pie (6). La válvula amplificadora empuja hacia abajo el pedal de la válvula de pie y la presión de aire fluye hacia las cámaras de frenos frontales y traseras (7,8). Las varillas de empuje de las cámaras de frenos mueven los reguladores de juego. Los reguladores de juego rotan las levas “S”, empujando a las balatas contra los tambores. Esto produce fricción la cual detiene las

ruedas. El ampliador libera el pedal de la válvula de pie, y el aire en las cámaras de frenos escapa a través de la válvula de pie, liberando los frenos.

Otras válvulas son necesarias para garantizar una operación correcta y eficiente.

Válvula de retención de una vía

El siguiente diagrama muestra dos estanques. Esto le aporta al sistema un mayor volumen de aire en el estanque principal.

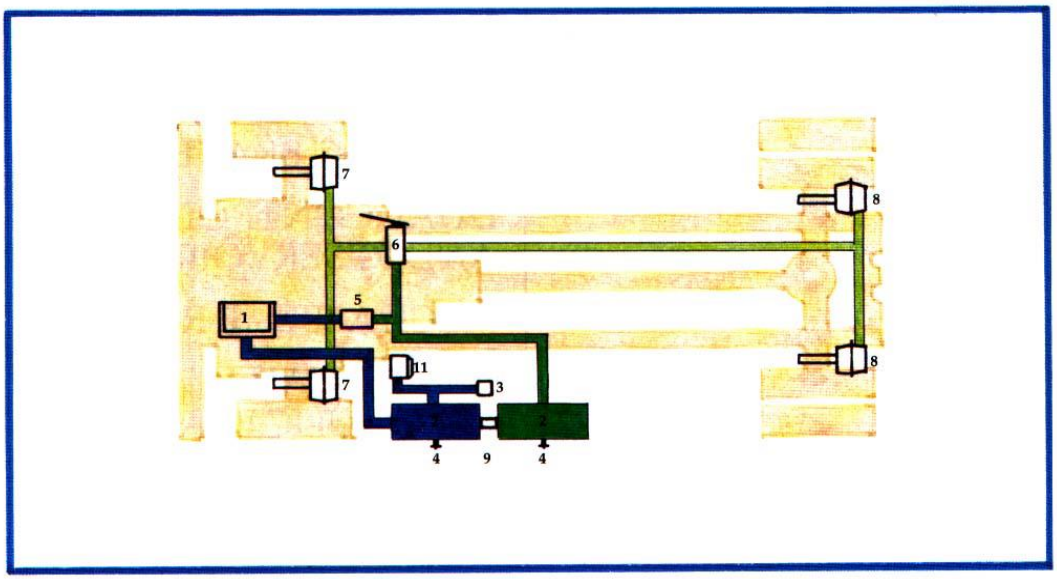


Figura 66

El primer estanque en el sistema recoge la mayor cantidad de humedad, y se le llama tanque húmedo. El segundo estanque se conoce como tanque seco. Los estanques varían en tamaños. El tamaño de un estanque o estanques instalados en un vehículo depende del número y el tamaño de las cámaras de frenos.

Para evitar que el aire fluya de regreso de los estanques l compresor, se instala una VÁLVULA DE RETENCIÓN DE UNA VIA (9). Esta válvula permite que el aire fluya en una dirección solamente. La válvula está cargada por resorte. La presión en el lado de admisión vence la presión del resorte y levanta de su asiento a la bola o disco de la válvula de retención. El aire pasa a través de la válvula a la salida. Cuando la presión en la salida se hace mayor que la de la entrada, junto con la presión del resorte, el dispositivo de retención se asiente, evitando que el aire fluya de regreso a través de la válvula.

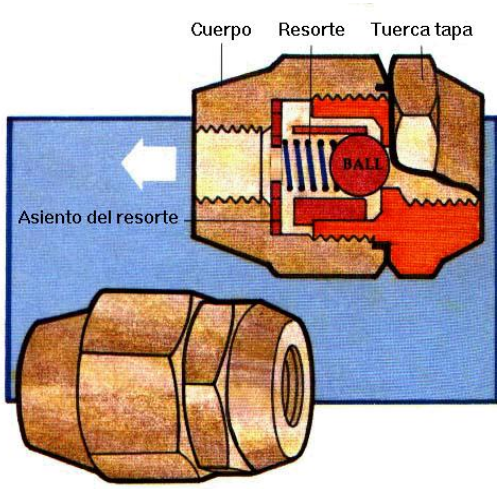


Figura 67

Manómetros

Todos los vehículos están equipados con un manómetro (10) para indicar la cantidad de presión de aire en el sistema del estanque principal. Este manómetro está instalado en la cabina, usualmente en el tablero de instrumentos. Las presiones de funcionamiento comunes son de 85 P.S.I. a 125 P.S.I., dependiendo del sistema. El monitoreo del manómetro alertará al chofer de cualquier variación inusual en la presión

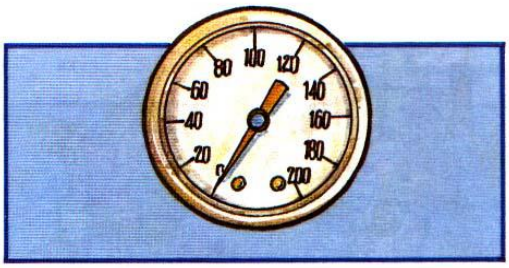


Figura 68

Manómetro de aplicación de freno

Se puede instalar un manómetro adicional en el tablero para indicar la presión de aplicación cuando los frenos son aplicados. Este manómetro puede estar conectado a una tubería para indicar la presión registrada en una aplicación con el pie o con la mano. (Nos referiremos posteriormente a la aplicación manual en este folleto).

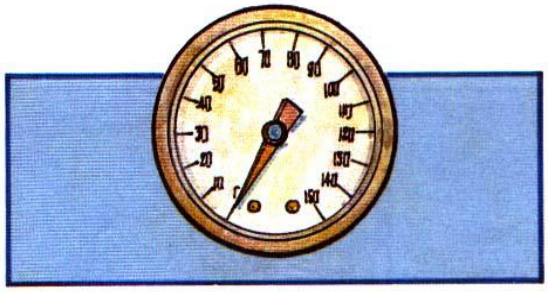


Figura 69

Alerta de baja presión
Todos los vehículos equipados con frenos de aire deben contar con un dispositivo de alerta al chofer, si la presión de aire en el sistema cae a niveles peligrosos.

Si la presión de aire cayera por debajo de aproximadamente 60 P.S.I. debido al sobre uso o a filtraciones, el interruptor del indicador de baja presión (11) encenderá una luz roja de alerta en el tablero, o producirá un sonido de alerta. Algunos vehículos están equipados con ambos sistemas de alerta, es decir, el lumínico y el sonoro, para alertar al chofer de una situación de baja presión de aire

Osciladores
Existen dos tipos comunes de dispositivos osciladores de alerta de baja presión que se pueden utilizar. Ambos tipos serán vistas por el chofer cuando la presión del sistema cae por debajo de aproximadamente 60 P.S.I. El dispositivo de alerta automático se levantará ante la vista del chofer cuando la presión del sistema se eleve por encima de los 60 P.S.I.

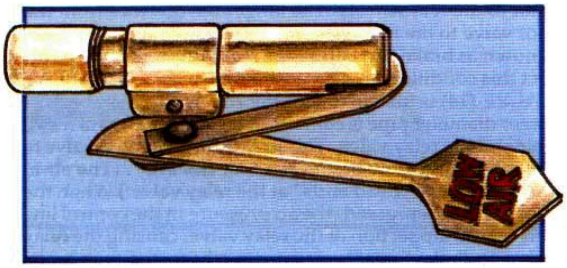


Figura 70

Cualquiera que sea el sistema de alarma utilizado, sonido, luz u oscilador, el chofer DEBE DETENER el vehículo y determinar la causa de la pérdida de aire. La presión de aire que queda en el sistema (aproximadamente 60 P.S.I.) es suficiente para una aplicación de frenado si el chofer actúa con prontitud.

Interruptor de la luz de parada

Cualquier chofer que siga un vehículo debe recibir aviso de que se producirá una reducción de la velocidad o que el vehículo va a detenerse El INTERRUPTOR DE LA LUZ DE PARADA (12) es un interruptor eléctrico operado por aire que enciende las luces de frenos en la parte posterior del vehículo cuando se está realizando una aplicación de frenado.

Válvula de escape rápido
La aplicación de los frenos en un sistema simple ha sido descrita anteriormente. En dicho sistema básico, cuando el conductor libera la válvula de pie, sería necesario que el aire bajo presión en las cámaras de freno regrese a la válvula de pie para soltar los frenos. Esta acción liberadora pudiera ser más lenta en vehículos con una distancia entre ejes mayor, debido a que las líneas entre la válvula de pie y las cámaras de frenos son más largas. Para permitir que los frenos se liberen rápida y totalmente se

debe instalar una válvula de escape rápido (13) para descargar el aire de aplicación cerca de las cámaras de frenos.

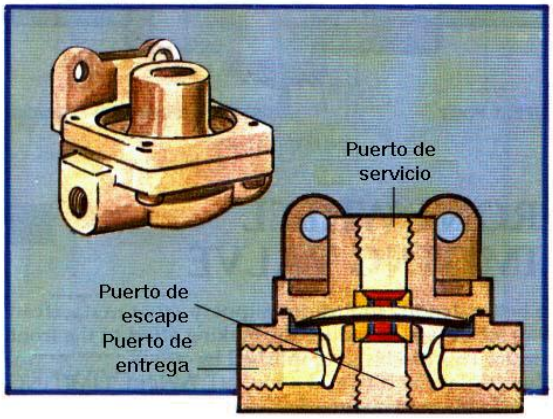


Figura 71

Válvula relé

La válvula de pie generalmente se ubica más cerca de las ruedas delanteras que de las traseras. Mientras mayor sea la distancia desde la válvula de pie hasta las cámaras traseras, mayor tiempo tomará (se conoce como retardo de frenado) antes de que se produzca la aplicación de los frenos traseros. Para corregir esta situación en un vehículo con distancia entre eje más grande, se instala una VALVULA RELE (14) cerca de las cámaras de freno traseras. Se conecta una tubería de mayor diámetro entre el estanque principal y la válvula relé. La línea de aire desde la válvula de pie hasta la válvula relé se convierte entonces en una “línea de control”. (El aire en la línea de control termina en un “extremo cerrado” en la válvula relé). Cuando se deprime la válvula de pie. La presión de aire en la línea de control actúa sobre la sección superior de la válvula relé, haciendo que la válvula relé “deje pasar” aire directamente del estanque a las cámaras de frenos traseros a través de las tuberías de mayor diámetro. La presión del aire del estanque suministrada de esta forma será igual a la presión de control suministrada por la válvula de pie. Al liberar la válvula de pie se permite el escape del aire de control hacia la válvula relé, permitiéndose que se interrumpa el flujo de aire del estanque hacia las cámaras traseras, y a su vez deja escapar el aire en las cámaras de frenos debido a que la válvula relé es de tipo de disparo rápido.

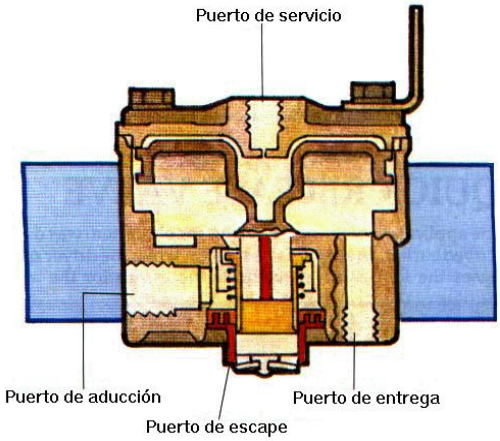


Figura 72

Válvula limitadora de la rueda delantera

Para un mejor control de la dirección en una carretera de superficie resbaladiza, puede ser una ventaja reducir el efecto de frenado de las ruedas delanteras. Esto puede lograrse si se instala una válvula de control (15) en la cabina y una /VÁLVULA LIMITADORA DE LAS RUEDAS DELANTERAS (16) en el eje frontal.

El chofer lleva la válvula de control a la posición “normal” en caso de carreteras con superficies secas y la presión de frenado delantero es normal. En superficie de carretera resbaladiza, el chofer pudiera cambiar la válvula de control a la posición de “carretera resbaladiza”. En esta posición, la válvula de control provocará el funcionamiento de la VALVULA LIMITADORA. La presión del aire de aplicación sobre las ruedas delanteras se reduce entonces a un 50 por ciento de la presión del aire de aplicación que se está entregando a las cámaras de frenos traseras.

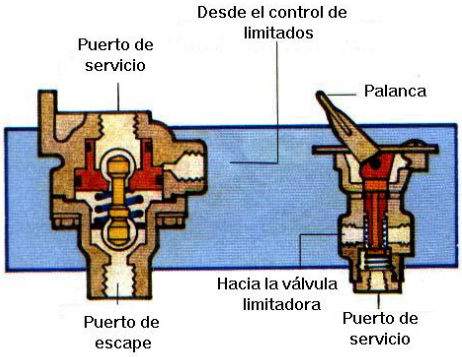


Figura 73

*El puerto de entrega no se muestra

Algunos sistemas están equipados con una VÁLVULA LIMITADORA AUTOMATICA (1).

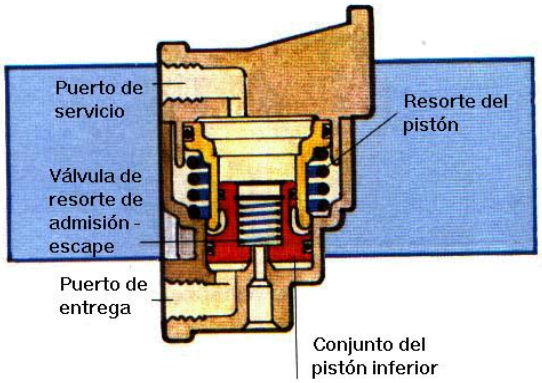


Figura 74

Esta válvula mantendrá la aplicación de frenado en las ruedas delanteras desde 0 a 10 P.S.I., en dependencia de cómo han sido pre-ajustados. Entre la presión pre- ajustada y las 40 P.S.I. de aplicación de frenado, la reducción es de aproximadamente 50 por ciento. Las aplicaciones de freno entre 40 P.S.I. y 60 P.S.I. se reducen a menos de un

50 por ciento. Las aplicaciones sobre las 60 P.S.I no son reducidas; la presión plena de aplicación se dirige hacia las ruedas delanteras.

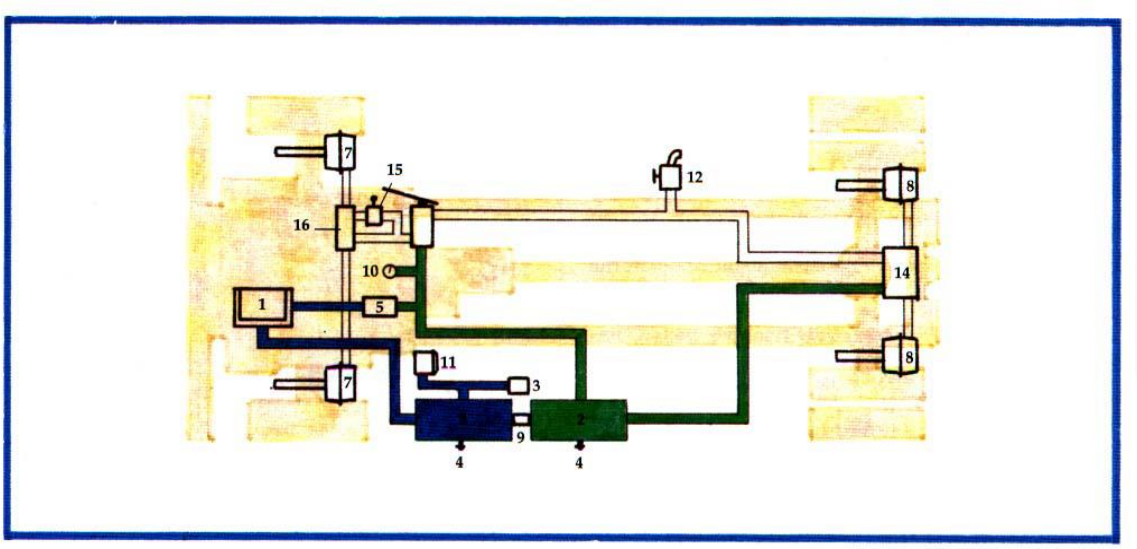


Figura 75

Comprobación de conocimientos

Basándose en el diagrama anterior nombre cada uno de los componentes numerados y someramente describa sus funciones en el sistema. *Escriba sus respuestas en una hoja de papel separada.*

Ejes traseros tándem

El sistema de freno de aire analizado previamente es el de un vehículo equipado con un solo eje trasero. El diagrama ilustra un sistema de frenos de aire de un vehículo equipado con una válvula limitadora en las ruedas delanteras (17), una válvula de escape rápido (13) y un juego tándem de ejes traseros. Ambos ejes del juego de tándem están equipados con frenos.

La válvula relé (14) se usa para ofrecer una presión de aplicación más rápida a los ejes traseros en tándem.

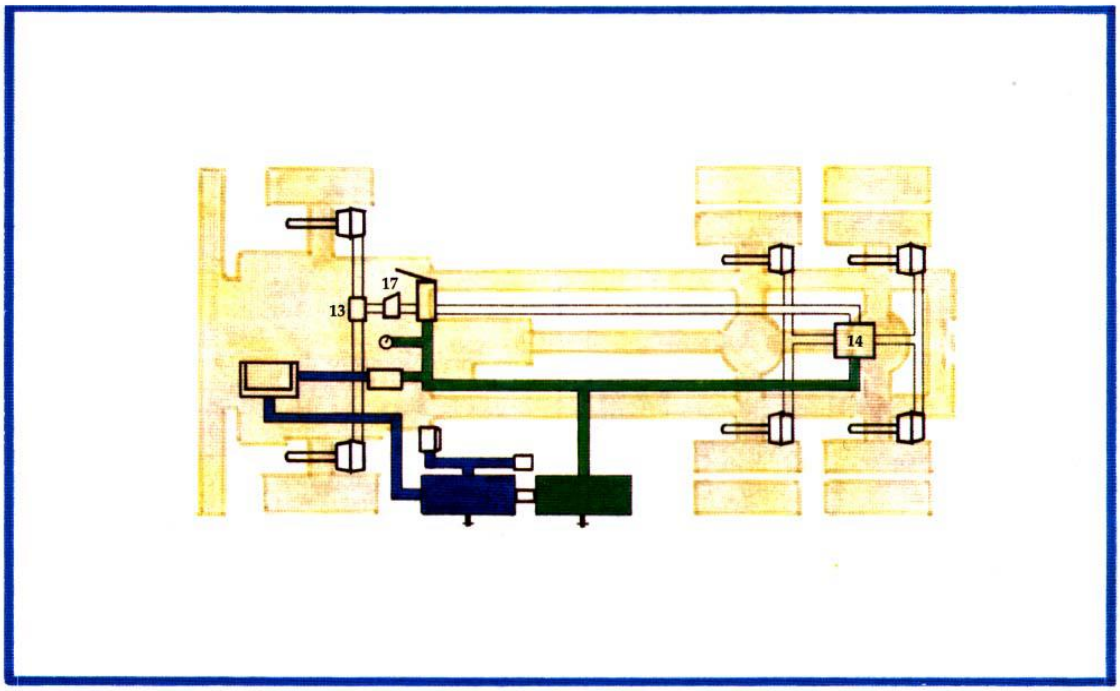


Figura 76

Frenos de estacionamiento
(Frenos de resorte)

Los frenos de estacionamiento tipo resortes pueden ser instalados en un vehículo equipado con frenos de aire para asegurar la confiabilidad del sistema de freno de estacionamiento. En el sistema de freno de servicio, los frenos se mantienen retraídos por los resortes, y son aplicados por la presión de aire. Los frenos de estacionamiento tipo resorte se aplican y permanecen aplicados SIN PRESION DE AIRE. Las cámaras de los frenos de estacionamiento son fijados a las cámaras de frenos de servicios y operan los frenos a través de las mismas articulaciones. Por lo tanto, la efectividad de los frenos de estacionamiento depende del ajuste de los frenos de servicio. Una válvula de control (generalmente un botón cuadrado y amarillo) en la cabina permite al chofer expulsar al aire fuera del circuito de los frenos de estacionamiento para aplicar los frenos, o volver a dar presión al circuito para liberarlos.

La pérdida de aire desde el sistema principal puede automáticamente aplicar los frenos, en dependencia de cómo se ha instalado la tubería en el sistema.

Cuando se conduce normalmente, la presión de aire envuelve los resortes, alistándolos para un frenado de emergencia o de estacionamiento.

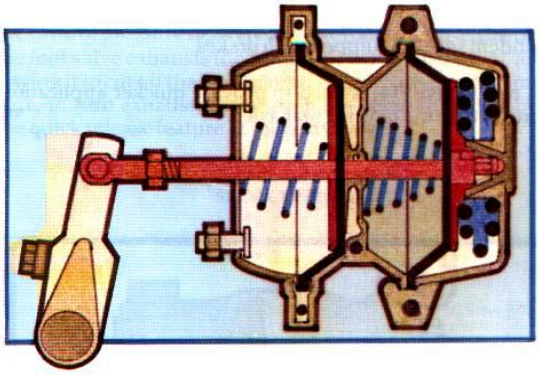


Figura 77

Durante una operación normal de freno de servicio, el freno de resorte no se aplica. La presión de aire mantiene al resorte enrejado.

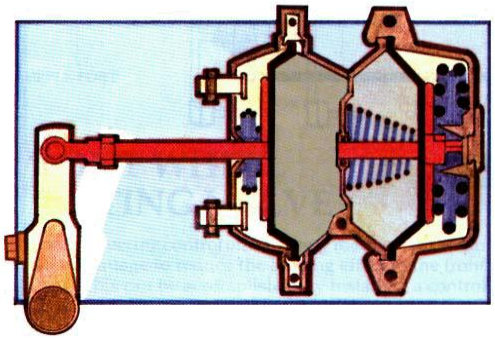


Figura 78

La aplicación de la válvula de control del tablero libera aire de la cámara de freno de los resortes, haciendo que la fuerza del resorte active al freno de resorte.

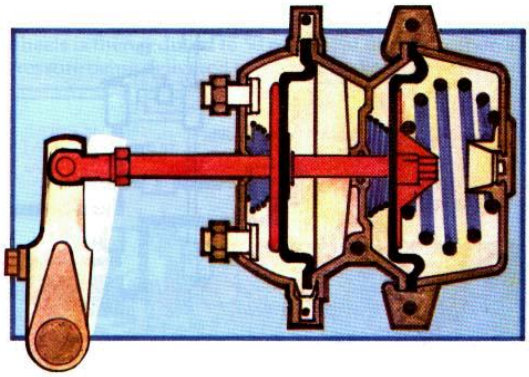


Figura 79

Sistemas de frenos de estacionamiento

La instalación de frenos de estacionamiento y la disposición de sus líneas en el sistema de frenos de aire del vehículo variarán en dependencia de la marca del vehículo.

Las válvulas de control variarán según el fabricante y el tipo y configuración de las líneas.

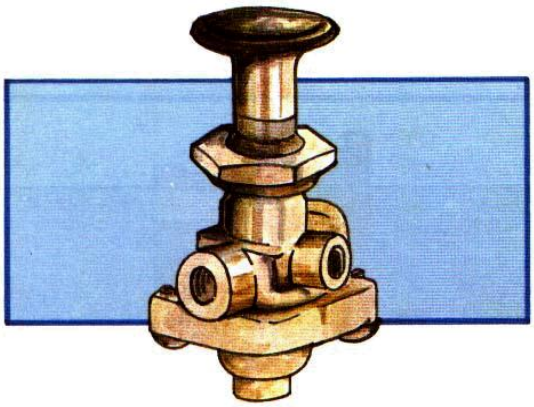


Figura 80

Este tipo de válvula cargada por resorte requiere que el chofer apriete el botón para soltar los frenos de estacionamiento. Esta válvula no puede dejarse en la posición de liberada por debajo de aproximadamente 35 P.S.I. de presión en el sistema del estanque principal. En cualquier momento que la presión del estanque principal caiga por debajo de 35 P.S.I., esta válvula se liberará automáticamente haciendo que los frenos de estacionamiento se apliquen totalmente. Los tipos de válvulas similares cargadas por resorte requieren que el conductor hale el botón para soltar los frenos de estacionamiento.

Se usa una válvula sencilla de control tipo empujar-tirar que no tiene la propiedad de disparo automático. Para aplicar los frenos de estacionamiento, la válvula debe operarse manualmente, aun cuando la presión del estanque principal ha sido evacuada.

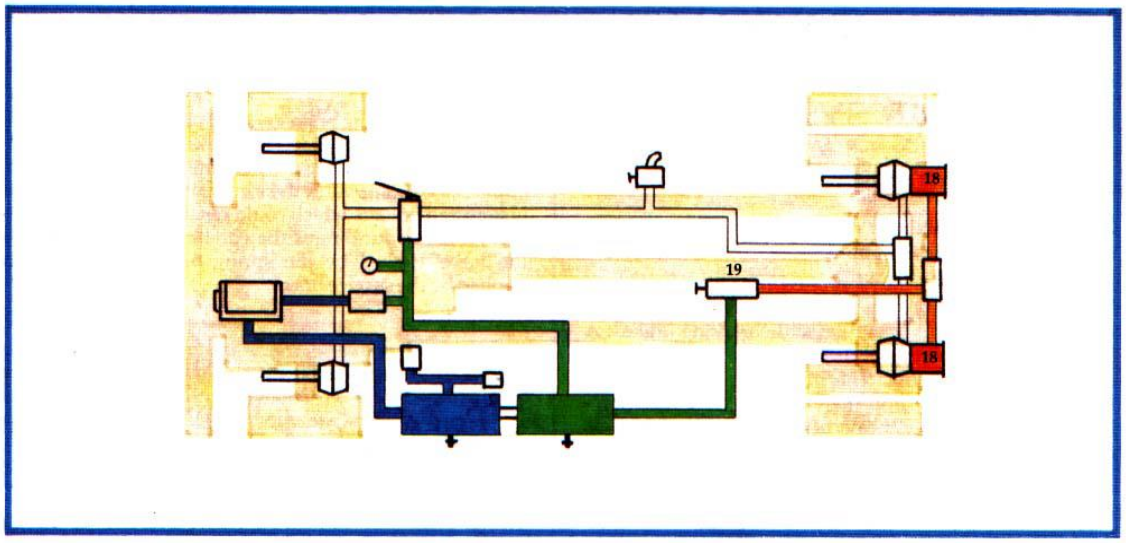


Figura 81

Uso de los frenos de estacionamiento

El diagrama anterior ilustra los frenos de estacionamiento de resortes (18) que han sido añadidos a las cámaras de frenos de un eje trasero en un vehículo de unidad simple. La válvula de control (19) está instalada en la cabina. La línea de aducción del aire del estanque está conectada a una tubería que va desde el estanque seco hasta la válvula de control. Al abrir l válvula de control se admite presión de aire del estanque principal hasta las unidades de freno de estacionamiento, que los libera.

Al cerrar la válvula de control se cierra el suministro de presión de aire del estanque y se libera la presión existente en las unidades de frenos de estacionamiento, aplicándose los frenos.

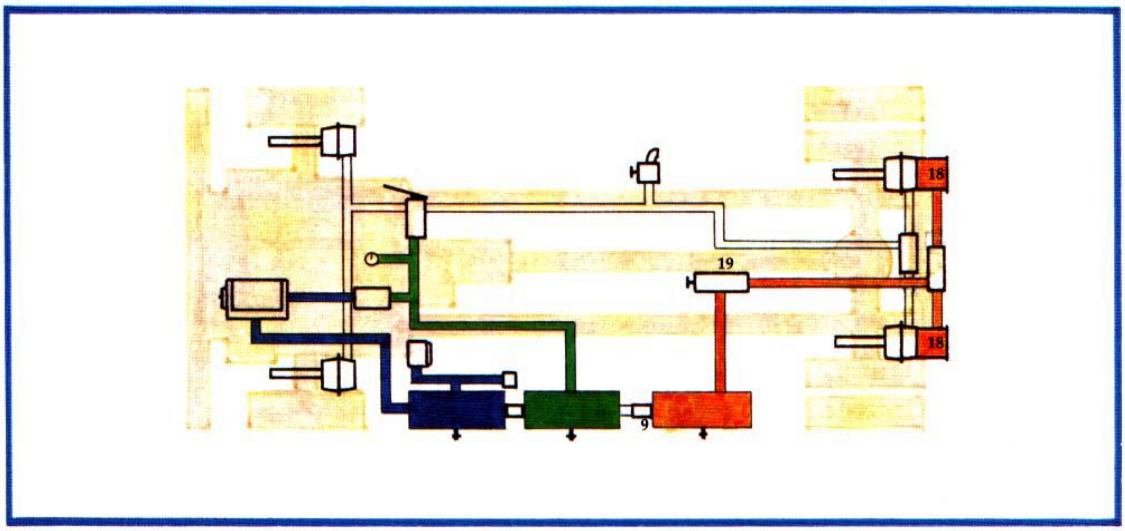


Figura 82

Sistema de frenos de estacionamiento de control simple
El siguiente diagrama ilustra el uso de un tercer estanque con un control simple, utilizado en el eje trasero de una unidad sencilla.

La válvula de control (19) está instalada en la cabina. La línea de aducción del aire del estanque es una línea desde el estanque seco a través de una válvula de retención de una vía (9) que va hasta el tercer estanque. Al cerrar la válvula de control se cierra el suministro de presión de aire del estanque y se libera la presión existente en las unidades de freno de estacionamiento, permitiéndole que apliquen los frenos. Si el aire del estanque principal en el sistema se evacuara, los frenos de estacionamiento no se aplicarán porque la válvula de retención de una vía aislarán la presión en el tercer estanque. Si los frenos de resortes (estacionamiento) van a ser utilizadas para detener al vehículo, el chofer tendrá que aplicar los frenos de estacionamientos manualmente por medio de la válvula de control en la cabina.

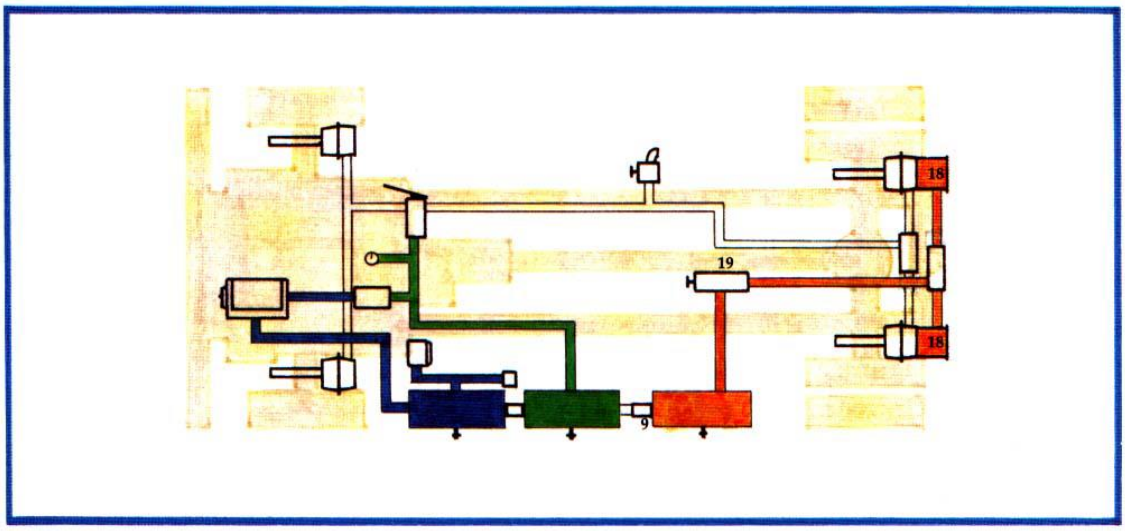


Figura 83

Válvula de control dual y sistema de estanque
Algunos vehículos como los ómnibus, pueden estar equipados con un ESTANQUE DE REPOSICION DE EMERGENCIA (2).

En este sistema, si la presión del estanque principal se pierde, los frenos de resortes se aplicarán automáticamente.

Si los frenos de estacionamientos han sido aplicado producto de la pérdida de aire en el estanque principal, el chofer puede sacar aire de reserva del estanque de reposición de emergencia para soltar los frenos de estacionamientos. El control dual de frenos de estacionamientos (19) se usa junto con el estanque de reposición de emergencia. Los frenos se volverán a aplicar automáticamente cuando se libera el botón de liberación de la emergencia.

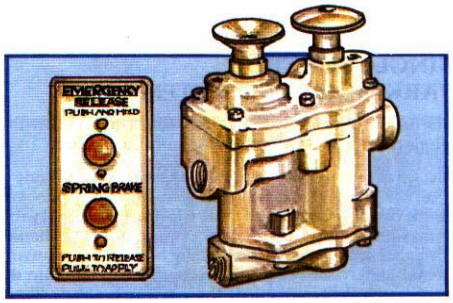


Figura 84

La liberación del freno de emergencia solo se usaría para mover el vehículo desde una posición no deseable, en el caso de que los frenos de estacionamiento hayan sido aplicados debido a una situación de baja presión de aire en el estanque principal.

PRECAUCION: Los frenos de emergencia deben estar en desenganchados antes de realizar una aplicación de frenado de servicio. Una aplicación de frenado completa puede combinar la fuerza ejercida por los reguladores de frenos y las articulaciones lo cual podría resultar en un daño o falla de frenado. La combinación se produce cuando actúan dos fuerzas: la fuerza aplicada por los frenos de resortes y la fuerza aplicada por el freno de servicio.

Nota:: Los frenos tipo resortes son principalmente frenos de estacionamiento, pero en el caso de una pérdida de aire en el estanque principal, ellos pueden ayudar en la detención del vehículo. Los factores que influyen en la rapidez de detención de un vehículo dependen del:

El peso y la velocidad del vehículo;
La inclinación de la pendiente;
La fuerza del resorte de los frenos de resortes que han sido instalado; y,
El ajuste de los frenos de servicio.

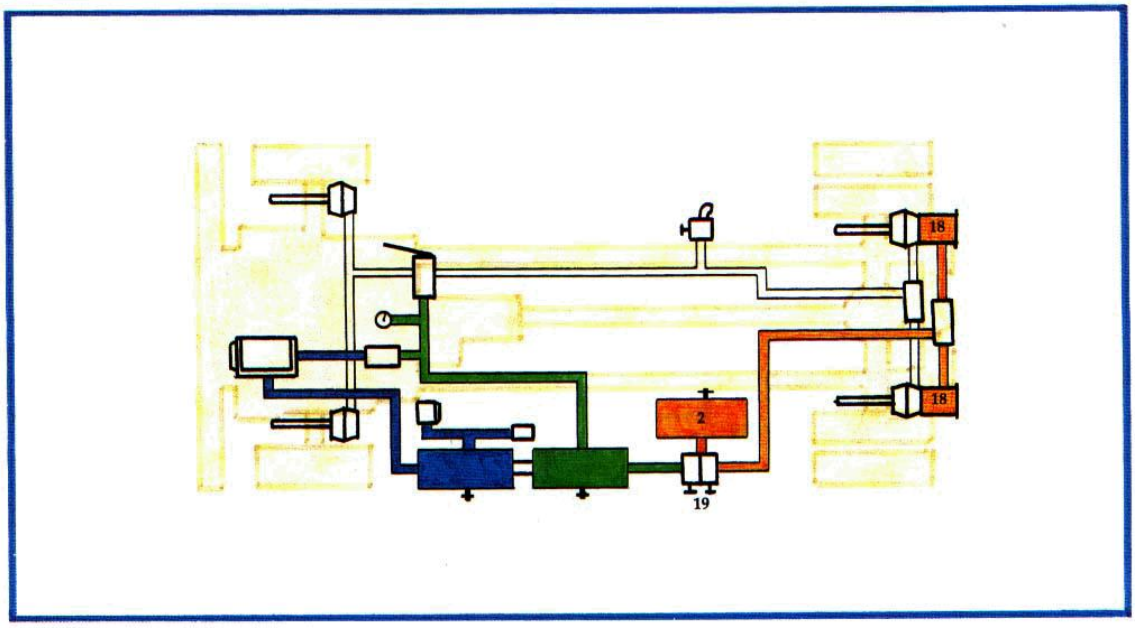


Figura 85

Desenganche mecánico

Algunos frenos de estacionamiento del tipo de resorte pueden desengancharse mecánicamente ya sea “desenrollándolos” o “enjaulándolos”. Un perno, que atraviesa el centro del cuerpo de la cámara, se gira para comprimir el resorte. Esto puede ser necesario para primero

retirar la placa de seguridad y el vástago, para acceder a la cabeza del perno. Otros tipos tienen un tapón, el cual debe primero retirarse e insertarse un perno. En algunos casos, se requiere del uso de una llave especial. La instrucción sobre cómo “enjaular” se encuentra generalmente en el cuerpo del freno de estacionamiento. Siempre bloque las ruedas cuando enjaule los resortes de los frenos de estacionamiento. Enjaular significa que los frenos están siendo desenganchados.

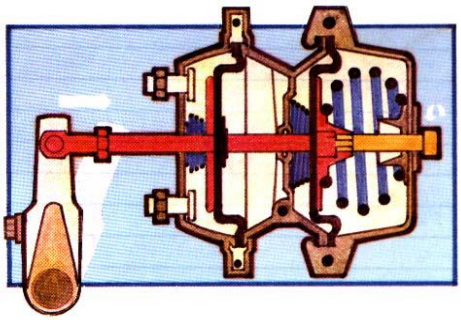


Figura 86

Precaución

Los frenos de estacionamiento nunca deben desarmarse sin primero comprimir los resortes con un perno desenrollador. Estos resortes están sometidos a grandes presiones y pueden provocar lesiones personales graves si una persona sin experiencia

en el servicio a estas unidades trata de desarmarlos. Este es un trabajo para mecánicos.

Frenos hidráulicos operados por aire

El sistema de frenos operados por aire está formado por un compresor, un regulador, los estanques de almacenamiento, una válvula de pie de circuito dual, y dos cámaras de frenos. Las cámaras de frenos están unidas a dos cilindros maestros que dirigen la presión hidráulica hacia los frenos de fundación.

Cuando se deprime la válvula de pie, la presión de aire fluye al interior de los circuitos primario (freno trasero) y secundario (freno delantero). La presión de aire en cada circuito actúa sobre la cámara de freno del circuito la cual transmite fuerza hacia el cilindro principal. Cada cilindro maestro, por su parte, transmite presión hidráulica a los cilindros de rueda, operando los frenos de servicio de los ejes delanteros y traseros.

Cuando el conductor empuje la válvula de control del freno de estacionamiento, la presión de aire detrás del diafragma en la cámara de freno de resorte comprime el resorte y mantiene el mantiene el freno de estacionamiento en la posición de desenganche. Al tirar de la válvula de los frenos manuales de estacionamiento para aplicar los frenos, se libera el aire en la cámara del diafragma y el resorte se extiende, aplicando los frenos traseros.

Si la presión en los estanques principales cae a aproximadamente 35 P.S.I. , la válvula del freno de estacionamiento se descargará automáticamente, haciendo que los frenos de estacionamiento adopten la plena aplicación de emergencia/estacionamiento.

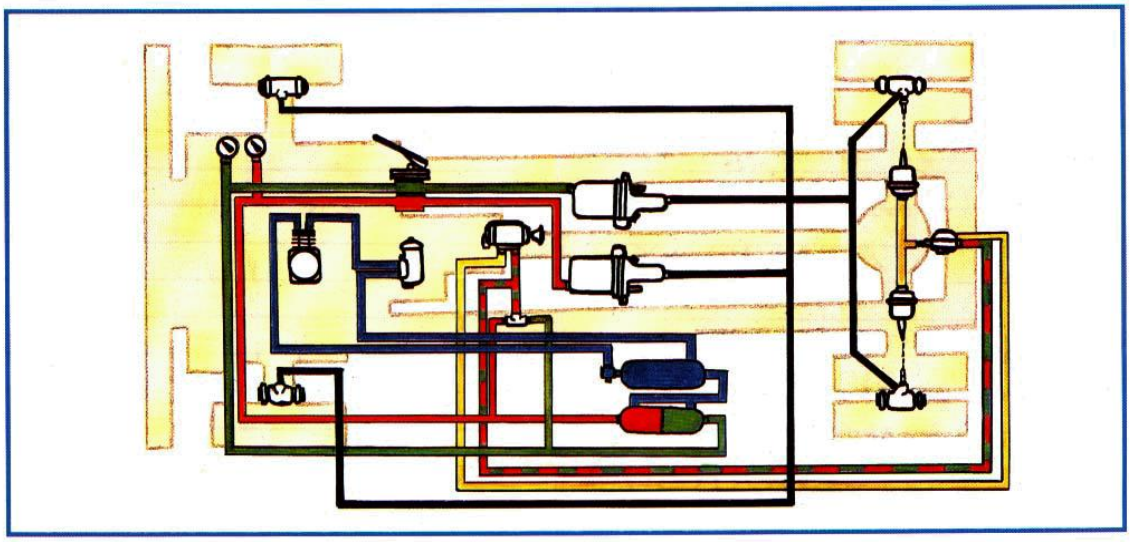


Figura 87

Sistema de acoplados
Se puede asumir que el sistema presentado hasta este momento es el sistema de freno de un camión. Si se conecta un acoplado a dicha unidad, los frenos del acoplado tendrían que operarse desde la unidad de tracción.

El siguiente diagrama muestra la tubería de una unidad, similar a la de los ejes de tándem de una unidad de tracción. El acoplado está equipado con un eje simple con cámaras de frenos.

Se ha instalado un "T" en la línea de aplicación entre la válvula de pie y el sistema de eje de la unidad de tracción. Se ha conectado una línea desde esta T hasta el acoplado por medio de un juego de acopladores llamados tomas de acoplamiento (20).

Tomas de acoplamientos
Este término se refiere al dispositivo de acoplamiento utilizado para conectar las líneas de servicio y aducción del acoplado al camión o tractor.

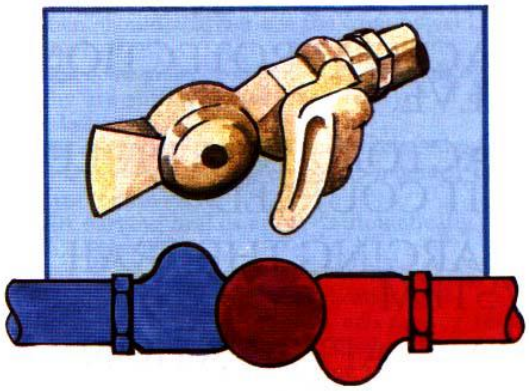


Figura 88

Estos acopladores tiene una posición de cierre por resorte, y un sello de caucho evita que el aire se escape.

Antes de que se haga la conexión, se deben limpiar los acopladores y librarlos de suciedad e impurezas. Cuando se conectan las tomas de acoplamiento, comience con los dos sellos al mismo tiempo estando los acopladores a un ángulo de 90º uno con respecto al otro. Un rápido movimiento hacia abajo unirá y asegurará los acopladores. Los vehículos que están equivocados con acopladores de "extremo muerto" deben tener esas placas de protección en uso cada vez que el vehículo se utilice sin el acoplado. Esto evitará que el agua y las impurezas penetren al acoplador y las líneas.

Si la unidad no está equipada con acopladores de extremo muerto, las tomas de acoplamientos de la línea de servicio pueden fijarse a las tomas de acoplamiento de la línea de suministro para evitar que el agua y la suciedad penetren en las líneas que no se están utilizando. Mientras más limpio se mantenga el suministro de aire, existen menos posibilidades de que ocurran problemas.

La toma de acoplamiento y las líneas deben fijarse para evitar que la línea se suelte del vehículo. Esto puede dañar seriamente a los acopladores.

La línea de aplicación

La línea de aplicación se conoce como LÍNEA DE SERVICIO. En este sistema simple que nos sirve de ejemplo, el chofer oprime el pedal de la válvula de pie y por esta acción se suministrará aire de aplicación a las cámaras de frenos del tractor y a las cámaras de freno de los acoplados. Cuando el conductor libera el pedal de la válvula de pie, el aire de aplicación hacia las cámaras de frenos del acoplado debe regresar a la válvula de pie para escapar a la atmósfera.

En este sistema de ejemplo, pudiera tener desventajas:

Si el acoplado se separa del tractor, el acoplado se quedaría sin frenos.

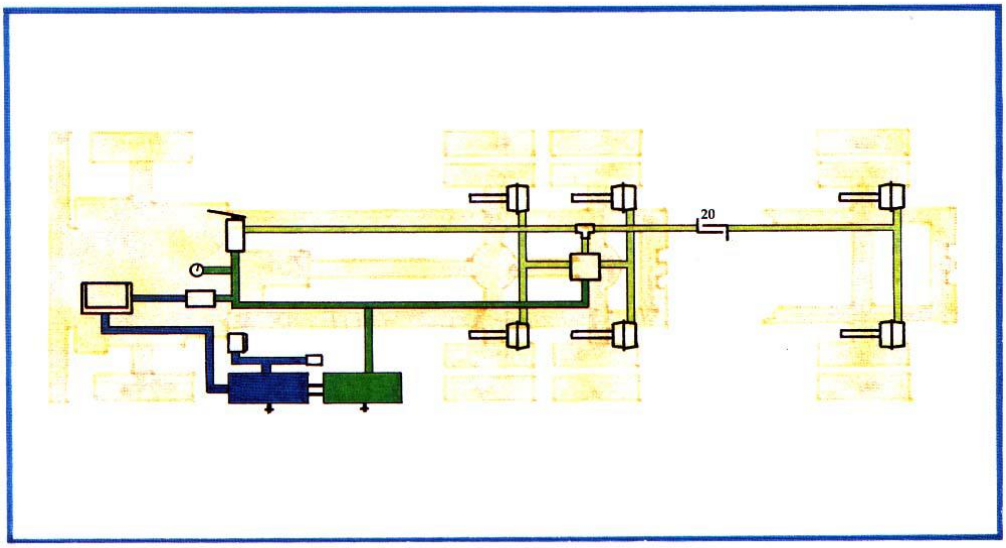


Figura 89

Si la línea de servicio se parte o tiene una ruptura, no se podrán aplicar los frenos del acoplado, y el aire de aplicación se escaparía del tractor si se realizara una aplicación de frenado.

Si se perdiera el aire en los estanques principales, no existe manera de aplicar los frenos del tractor o del acoplado.

Los frenos del acoplado no pueden aplicarse independientemente de los del tractor y no existe manera alguna de ajustar los frenos del acoplado cuando están acoplados a los del tractor.

La aplicación y desenganche de los frenos del tractor serían más lentas que las del tractor.

Estas desventajas pueden resolverse añadiendo las líneas y las válvulas que se analizan en las siguientes páginas.

Válvulas de mano y válvulas de retención de dos vías

Para realizar una aplicación de frenado a la unidad de acoplado solamente, se incorporan a la tubería una VÁLVULA DE MANO (21) y una VÁLVULA DE RETENCION DE DOS VIAS (22).

La función de la válvula de mano es permitir que el chofer controle independientemente la cantidad de aire de aplicación que se dirige hacia los frenos del acoplado cuando se aplican los frenos del acoplado. También aporta un método de aplicación de los frenos del acoplado cuando se acopla el acoplado al tractor.

La función de la válvula de retención de dos vías es permitir el control de los frenos del acoplado por medio del uso de una válvula de pie o de mano. Esta válvula permitirá que el aire fluya desde la fuente que está suministrando mayores presiones de aplicación.

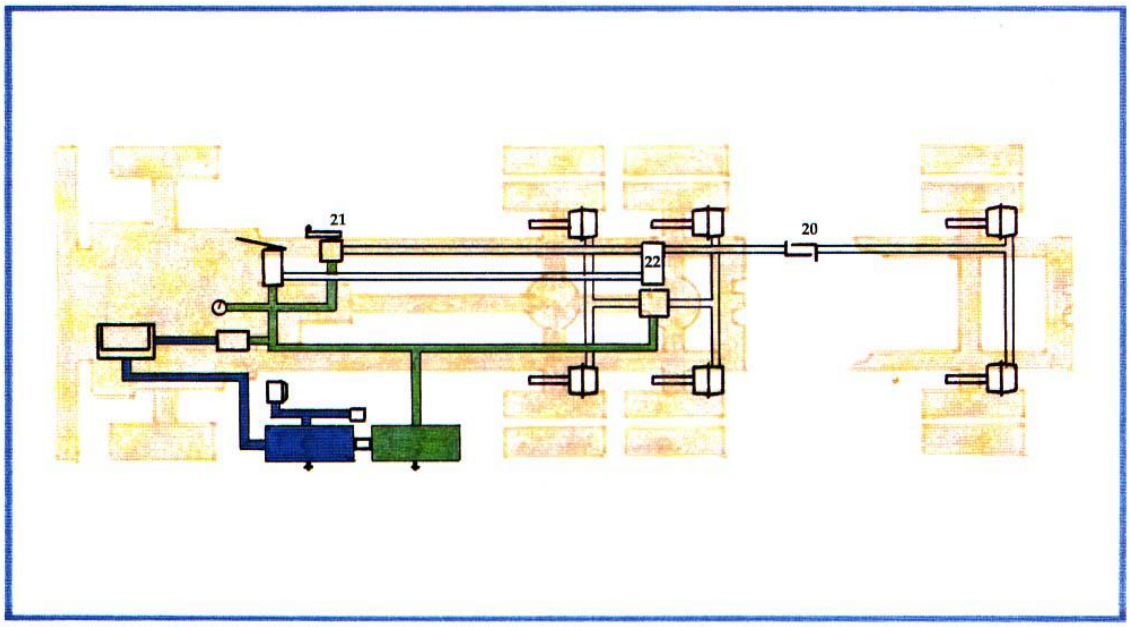


Figura 90

Válvulas operadas a mano

En el caso de camiones que están destinados a tirar acoplados, se añade la válvula operada a mano al sistema de frenos de aire para operar los frenos del acoplado. Esta válvula permite que el chofer aplique los frenos del acoplado independientemente de los del tractor. La cantidad de presión de aire de aplicación suministrada depende de cuánto el chofer abra la válvula. El chofer debe cerrar algunos tipos de válvulas; otras se cerrarán automáticamente desde cualquier posición abierta. Las válvulas pueden ser de un tipo que permanecerá sólo en la posición de plena abertura; o pueden estar equipadas con un dispositivo de seguridad que las mantendrá en la posición deseada.

Nota: La válvula de mano NO debe usarse para estacionamiento, ya que el aire puede escaparse si el motor se detiene o la válvula de mano se mueve a la posición de desenganche.

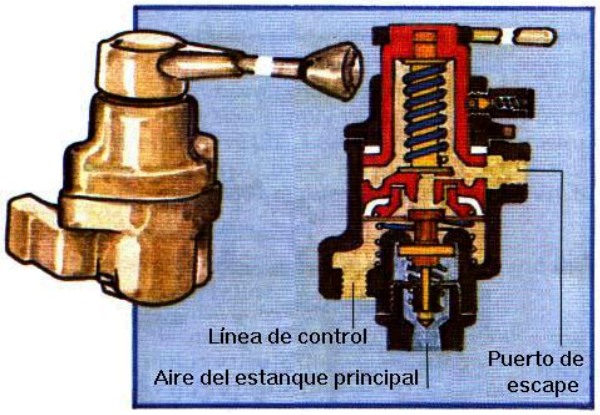


Figura 91

Válvula de retención de dos vías

Esta válvula permite que dirigir el aire hacia una tubería de suministro desde cualquiera de las dos fuentes. Una válvula de retención de dos vías permite que la fuente que aplica la presión más alta cambie el obturador para que la presión más alta sea dirigida hacia la línea de alimentación o "línea de servicio". Esta válvula se usa entre la válvula operada con el pie y la válvula operada con la mano, con el propósito de controlar independientemente los frenos del acoplado.

El chofer ha aplicado los frenos por medio de la válvula de pie. El aire de aplicación se dirige hacia las cámaras de los frenos Y hacia los frenos del acoplado a través de la válvula de retención de dos vías (22). El obturador se ha movido hacia el lado de baja presión, cerrando cualquier flujo de aire hacia el lado de la válvula de mano. La válvula de mano (21) está en la posición cerrada y la presión que se aplica en las cámaras de frenos del tractor y las cámaras de freno del acoplado son iguales.

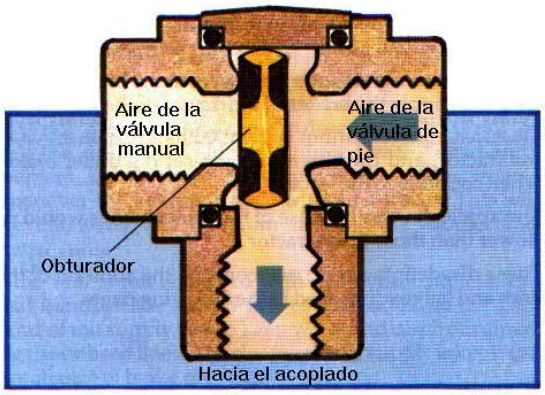


Figura 92

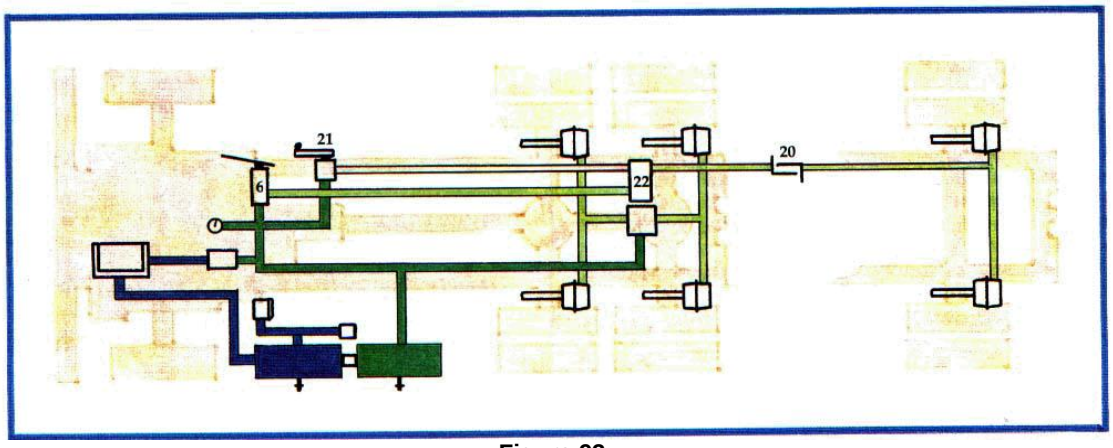


Figura 93

En este diagrama, con la válvula de pie liberada, y la válvula de mano (21) abierta, el aire de aplicación es enviada desde la válvula de mano hasta la válvula de retención de dos vías (22), hasta las cámaras de los frenos. La válvula de retención de dos vías en esta aplicación se ha movido hacia el lado de baja presión, interrumpiendo cualquier flujo de aire hacia el lado de la válvula de pie.

La cantidad de presión de aplicación a través de la válvula de mano depende de cuánto el conductor abra la válvula. (Pero no debe exceder la presión del estanque principal).
En cualquier momento que se realice una aplicación de frenado en el acoplado por medio de la válvula de mano, el chofer oprimirá el pedal de la válvula de pie. Si la presión de la aplicación de la válvula de pie es mayor que la de la válvula de mano, la válvula de retención de dos vías cambiará al lado de la presión más baja, permitiendo que la presión más alta sea dirigida hacia los frenos del tractor y del acoplado.

Sí, durante una aplicación de la válvula de pie, el conductor realiza una aplicación de la válvula de mano a una mayor presión, la válvula de retención de dos vías permitirá una aplicación de la válvula de mano a mayor presión que será dirigida hacia los frenos del acoplado.
Independientemente de que los frenos del acoplado sean aplicados por separado por medio de la válvula de mano, o en conjunto con los frenos del tractor por medio del uso de la válvula de pie, la presión máxima de aplicación será siempre igual o ligeramente inferior a la **presión del estanque principal**

Protección del tractor
Se añade un sistema de protección para un tractor para evitar la pérdida total de aire desde el tractor en caso de que el acoplado se suelte, o si las líneas conectoras de aire entre el tractor y el acoplado se separan o se rompen. El sistema de protección del tractor está formado por dos válvulas añadidas al sistema de protección del tractor: la **válvula de protección del tractor (23)**, y la **válvula de aducción del acoplado (24).** La válvula de aducción del acoplado también se llama “válvula de control de estacionamiento del acoplado” y “válvula de emergencia”.

Se usan dos tipos de válvulas de aducción para acoplados. El uso más común es una válvula cargado por resorte que, después de haber sido abierta manualmente, se mantiene en ese estado gracias a la presión del sistema de aire. Este dispositivo se llama válvula automática de suministro del acoplado.

Las válvulas de protección del tractor varían según su apariencia externa, dependiendo de la marca y el modelo, pero todas realizan la misma función: proteger el suministro de aire al tractor.

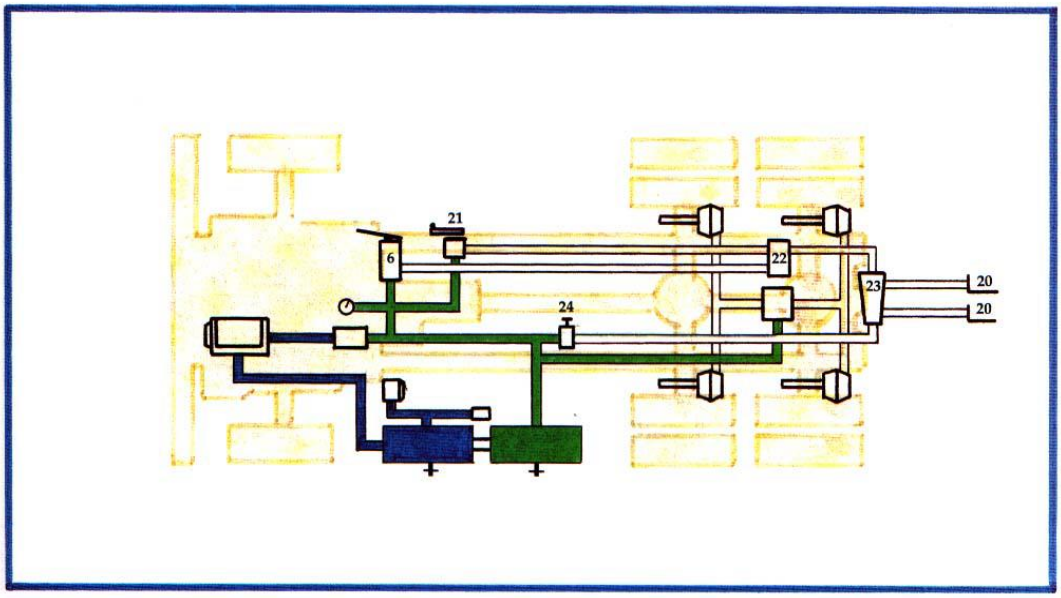


Figura 94

Sistema automático de válvula de aducción de acoplados

El siguiente diagrama muestra que el aire del estanque principal es conducido por tubería desde las líneas del estanque principal hasta la válvula de aducción del acoplado (24). La válvula de protección del tractor (23) está alimentada por dos líneas, una desde la válvula de aducción del acoplado (24) y otra desde la válvula de retención de dos vías (22). Saliendo desde la válvula de protección del tractor se encuentran dos líneas, cada una con una toma acopladora. Estas dos líneas se conocen como **línea de servicio y línea de aducción.**

En el diagrama, la línea superior es la línea de servicio y la inferior es la línea de aducción.

Para comprender el funcionamiento de la válvula de aducción del acoplado y la válvula de protección en el sistema, es importante comprender cómo ellas funcionan

Válvula de aducción de acoplado

Esta válvula (generalmente un botón rojo de forma hexagonal) está instalado en la cabina del vehículo, al cual el chofer tiene fácil acceso. El chofer abre la válvula cuando ala o empuja el botón, según el tipo utilizado.

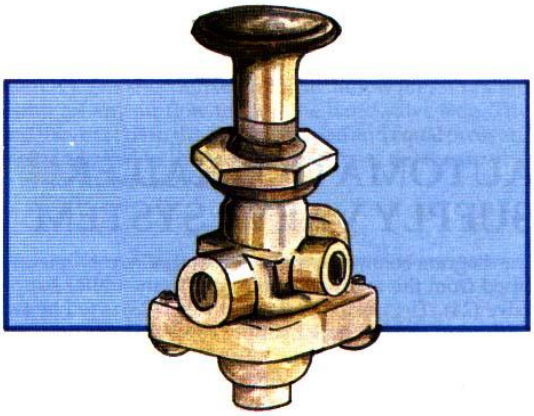


Figura 95

La apertura de la válvula permite que la presión del estanque principal fluya a través de la válvula. Esta presión llega a la válvula de protección del tractor a través de tuberías así como a la toma acopladora de la línea de aducción. La válvula está cargada por resortes y se mantendrá en la posición abierta cuando se alcanzado la presión suficiente. Si la presión cae en un rango entre 45-20 P.S.I., la válvula se cerrará automáticamente, por medio de la presión del resorte, abriendo el puerto de escape. El chofer puede cerrar la válvula manualmente para descubrir el puerto de escape.

Válvula de protección del tractor

Este es un ejemplo de una válvula de protección, la cual está instalada en la cabina o chasis del tractor.

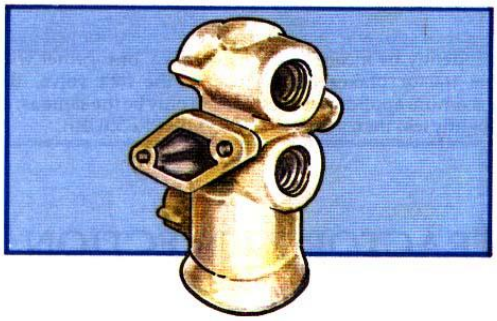


Figura 96

El diagrama de más abajo ilustra una unidad de tractor equipada con una válvula de aducción para el acoplado (24) y una válvula de protección para el tractor (23). El acoplado no está acoplado y el tractor está siendo operado como una unidad individual. El chofer no ha abierto la válvula de aducción (24) y la válvula de mano está cerrada (21).

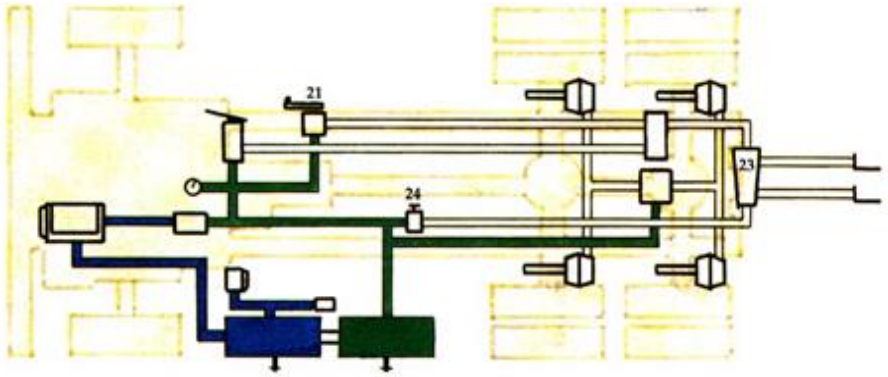


Figura 97

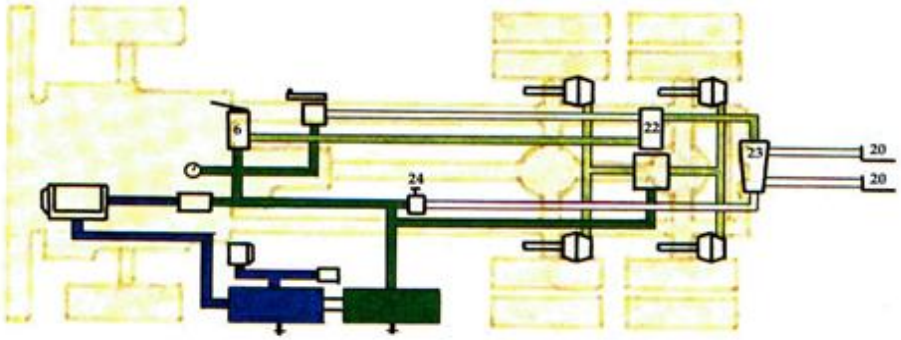


Figura 98

En el diagrama anterior, el chofer ha realizado una aplicación de frenado con la válvula de pie (6), y se está alimentado aire de aplicación a las cámaras de frenos del tractor. La válvula de retención de dos vías (22) ha movido cambiado al lado de baja presión, permitiendo que el aire de aplicación en la línea de control llegue hasta la válvula de protección del tractor (23).

No hay pérdida de aire desde el tractor a través de las tomas de acoplamientos conectadas.

Si el conductor, por error, aplica la válvula de mano (21), estando el acoplado desconectado, el aire de aplicación enviado hacia la válvula de protección del tractor también encontrará un extremo sin salida. Nuevamente, no se produce pérdida de aire, si la válvula de aducción del acoplado (24) está en la posición de cerrada.

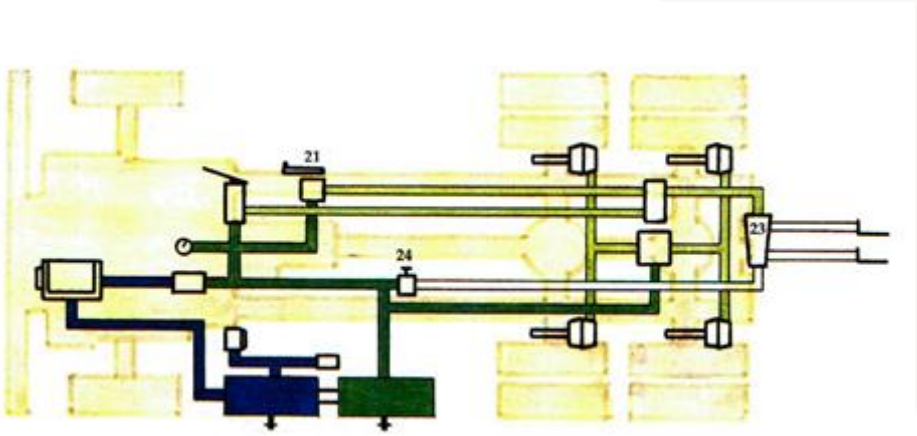


Figura 99

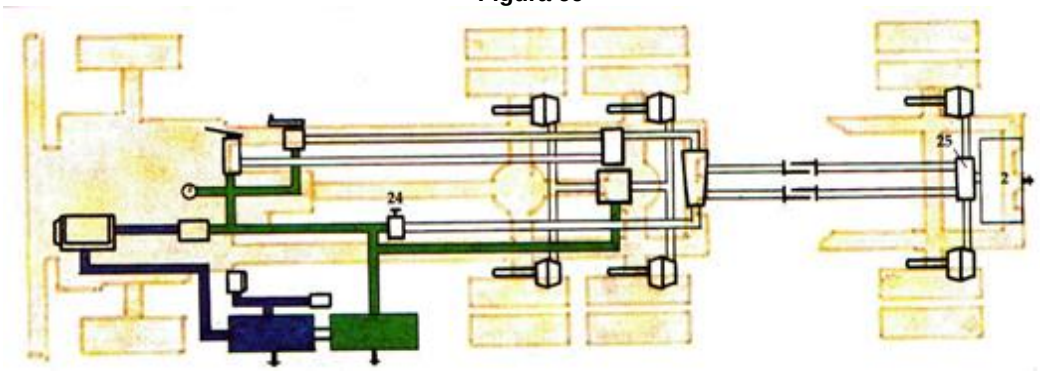


Figura 100

Unidad acoplada de tractor y acoplado

En el siguiente diagrama, el acoplado ha sido acoplado a un tracto, y las líneas de servicio y de aducción de las unidades están acopladas por medio de tomas de acoplamiento.

La unidad de acoplado tiene dos estanques (2) instalados. Este tanque suministrará un volumen de aire cerca de las cámaras de frenos en caso de un frenado normal o de emergencia. El estanque está equipado con una llave de purga.

Una **válvula relé de emergencia (25)** está instalada en el estanque del acoplado. (Esta válvula también puede instalarse directamente en el marco del acoplado cerca de las cámaras de frenos. La válvula relé de emergencia cumple tres funciones principales en el sistema:

1. La pieza RELE de la válvula conmuta el aire desde el estanque del acoplado hasta las cámaras de frenos del acoplado durante una aplicación de frenado. Esta pieza la válvula funciona igual que la válvula relé anteriormente descrita. También permite un rápido desenganche de los frenos del acoplado.

2. pieza de EMERGENCIA de la válvula dirige la presión del estanque del acoplado hacia los frenos del acoplado, provocando una aplicación de emergencia (auto aplicación). Esta acción ocurrirá automáticamente en el caso de una ruptura o fractura de las líneas de aire entre el tractor y el acoplado, o una pérdida de aire desde el sistema del estanque principal.

El conductor puede operar la válvula de aducción (24) instalada en la cabina para producir una aplicación de emergencia de los frenos del acoplado.

3. La válvula relé de emergencia tiene una válvula de retención de una vía, la cual evita que el aire en el estanque regrese a la fuente de suministro.

Carga de sistema de acoplado
En el diagrama anterior, el compresor ha elevado al máximo la presión del estanque principal.

En el próximo diagrama, el conductor ha abierto la válvula de aducción del acoplado (24) permitiendo que la presión de del estanque principal sea enviada a través de la válvula de protección del tractor (23) hacia el acoplado. La presión de aire pasa a través de la válvula relé de emergencia (25) hacia el estanque en el acoplado. La presión se acumulará en el estaque del acoplado a la misma presión que existe en los estanques principales del tractor. Esto se conoce como “carga” del sistema de acoplado. La válvula de aducción del acoplado permanecerá en la posición abierta, cuando la presión haya alcanzado hasta entre 20 y 45 P.S.I., en dependencia de la marca.

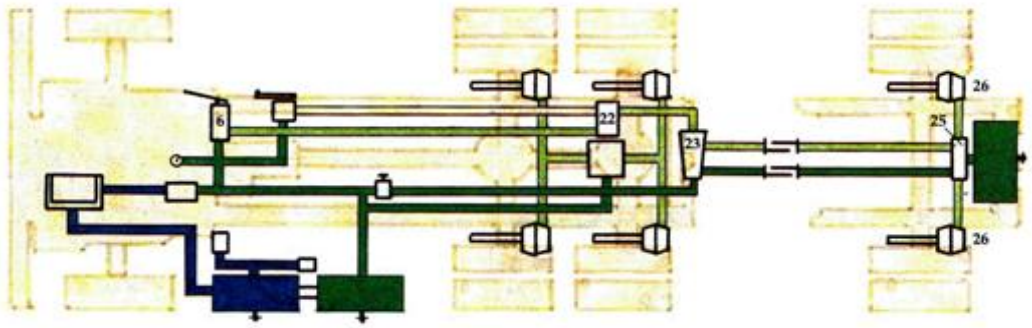


Figura 101

Aplicación del freno-válvula de pie
El diagrama anterior ilustra la acción del flujo de aire durante una aplicación de los frenos realizada con la válvula de pie (6). El aire ha aplicado los frenos del tractor y del acoplado al mismo tiempo. Como se explicó anteriormente, la válvula de retención de dos vías (22) ha cambiado, y el aire de aplicación se está enviando a través de la válvula de protección del tractor (23) hacia la línea de servicio.

Esta presión de control pasa por la línea de servicio para actuar sobre la válvula relé de emergencia (25). Esta presión de control hará que la válvula relé de emergencia envía e

del estanque desde el estanque del acoplado hasta las cámaras de freno del acoplado (26). Esa presión tendrá igual

P.S.I. que la presión de control, que fue el P.S.I. del aire de aplicación de la válvula de pie. En dicho sistema, el tiempo de retardo en el frenado ha sido minimizado.

La liberación del pedal de la válvula de pie detiene el flujo de aire de aplicación. Las porciones relé de la válvula regresan a sus posiciones originales, deteniendo el flujo de aire presión de aire. Los puertos de escapes de las válvulas dejan salir la presión de aire desde las cámaras de los frenos, desenganchando los frenos.

En este sistema, los frenos de ambas unidades pueden liberarse rápidamente.

Aplicación del freno- válvula de mano

El conductor puede utilizar la válvula de mano (21) para aplicar los frenos del acoplado. El flujo de aire está representado en el siguiente diagrama. La válvula de protección del tractor (23) y la válvula relé de emergencia (25) son operadas por medio de la aplicación de aire, como ya se explicó en la aplicación de la válvula de pie.

Al cerrar la válvula de mano se desengancharán los frenos ya que se interrumpe el aire de aplicación. La presión de aire en las cámaras y las líneas se librará, de la misma forma que explicamos en el análisis anterior de la aplicación de la válvula de pie.

Precaución: los frenos de los acoplados no deben usarse para estacionar un vehículo que no está atendido. La pérdida de presión producirá una pérdida de los frenos. Siempre aplique los frenos de estacionamiento.

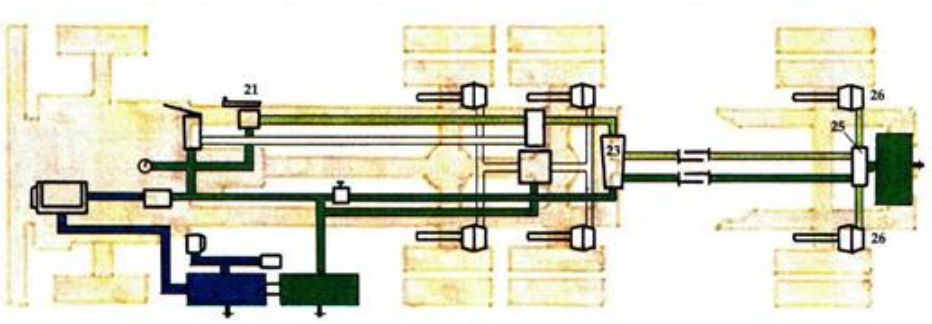


Figura 102

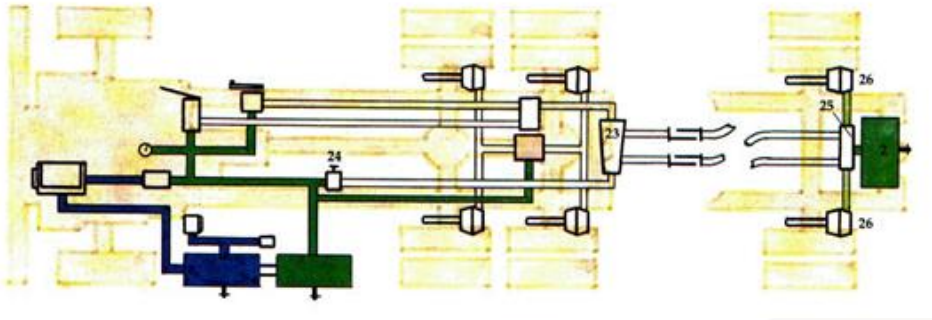


Figura 103

Aplicaciones de emergencia

El acoplado que se ha zafado produce una separación de la línea de servicio y de la línea de aducción. La repentina pérdida de presión de aire en la línea de aducción disparará la válvula relé de emergencia (25) la cual hace que los estanques del acoplado (2) descarguen el aire directamente hacia las cámaras de frenos del acoplado (26). Esto hace que los frenos del acoplado adopten la posición de aplicación de emergencia.

La pérdida de presión en la línea de suministro también hace que la válvula de aducción del acoplado (24) opere automáticamente para adoptar la posición de cerrado. Los frenos del tractor son operables, sin pérdida de aire, porque el sistema de protección del tractor ha sido aislado en el tractor.

Los frenos del acoplado se mantendrán aplicados hasta que la presión del estanque del acoplado o las líneas se purguen, o las líneas de aducción se reparen y el sistema se vuelva a cargar.

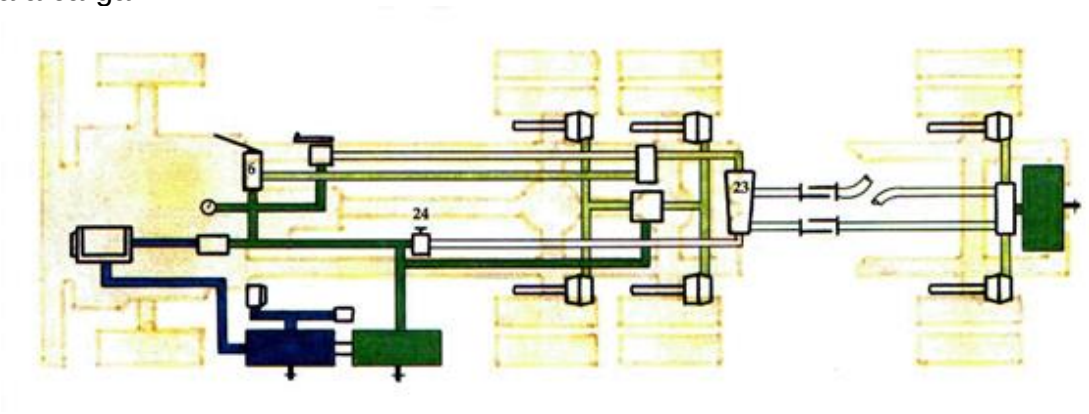


Figura 104

Ruptura de la línea de servicio

Si se produjera una ruptura o desconexión en la línea de servicio, no se producirá ninguna respuesta hasta que se realice una aplicación de los frenos.

En este diagrama se ha producido una ruptura en la línea de servicio y el conductor ha aplicado los frenos con la válvula de pie (6).

El aire de aplicación se dirigido hacia la línea de control a través de la válvula de protección del tractor (23). La ruptura en la línea de servicio producirá un escape de presión de aire, lo que traerá como consecuencia una pérdida de presión en el sistema del tractor. La caída de presión producirá el cierre del sistema de protección del tractor, permitiendo el escape hacia la línea de aducción del acoplado. Esto hará que los frenos del acoplado realicen una aplicación de emergencia.

Los frenos del acoplado pueden desengancharse abriendo la válvula de aducción (24) del acoplado para recargar el sistema del acoplado. Una aplicación posterior de la válvula de pie o de mano nuevamente activaría una aplicación de emergencia.

NOTA: En dependencia del tipo de sistema de protección del tractor que se utilice, la pérdida de aire desde el tractor se detendrá inmediatamente, o decaerá entre los 45 y 20 P.S.I. y después se cerrará.

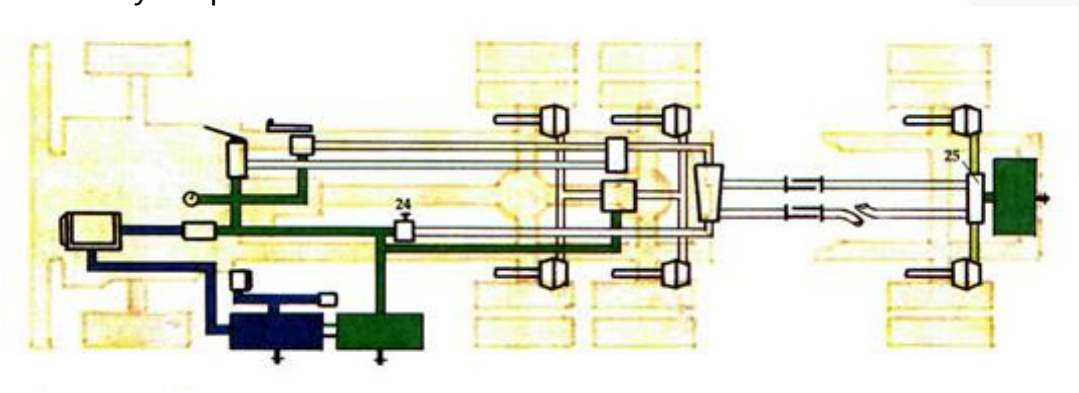


Figura 105

Ruptura de la línea de aducción

La ruptura de la línea de aducción (o el desacoplamiento de las tomas en la línea de aducción) dará como resultado una caída de presión en la línea de aducción entre la válvula de aducción del acoplado (24) y la válvula relé de emergencia (25) del acoplado. Esto activará la respuesta de emergencia de la válvula relé de emergencia, llevando los frenos a una aplicación de emergencia. Como en los ejemplos anteriores, la válvula de aducción del acoplado (24) cambiará a la posición de cerrado.

La operación de los frenos del tractor no será afectada, si el sistema de protección del tractor está operativo.

La válvula relé de emergencia (25) debe ser del tipo posterior, no purgable, para que no se pierda aire desde el acoplado.

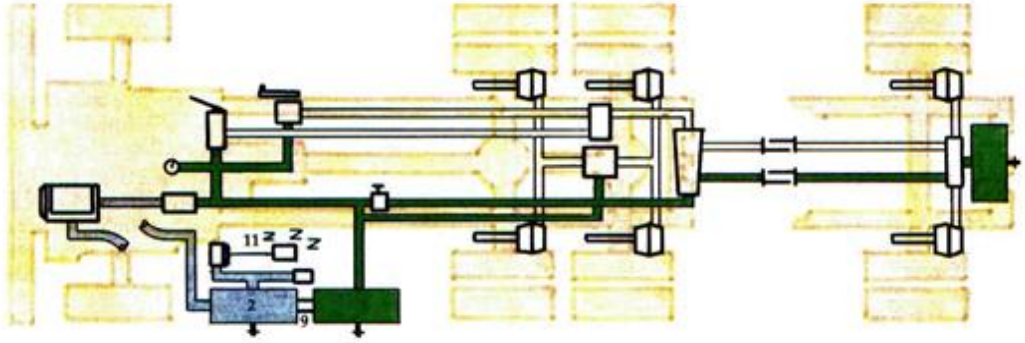


Figura 106

Pérdida de aire en el estanque principal

La ruptura de la línea de descarga del compresor producirá una pérdida de presión desde el estanque húmedo. Cuando la presión en el estanque húmedo (2) de la unidad de tractor cae por debajo del nivel de alerta, debido a una falla del compresor o a una filtración excesiva en el tractor, el dispositivo de alerta (11) comenzará a operar. En el

diagrama, la válvula de retención uno-uno (9) ha evitado que el aire en el recipiente principal del estanque seco escape y regrese al estanque húmedo y a la línea partida. Existe suficiente presión de aire en el recipiente en el estanque seco para una cantidad limitada de aplicaciones de frenado para detener el vehículo antes de que se activen los frenos de estacionamiento. (Esto dependerá del tipo de tubería de los frenos de estacionamiento).

Si la presión se disminuye hasta aproximadamente 45-20 P.S.I., el sistema de protección del tractor se cerrará automáticamente, llevando los frenos del acoplado a la posición de emergencia.

El sistema de protección del tractor descrito en este manual es un ejemplo de un vehículo equipado con un tipo de válvula de aducción montada en la cabina del acoplado (24), la cual se cerrará automáticamente cuando cae la presión en la línea de aducción por debajo de los 45-20 P.S.I. Esta válvula puede también cerrarse manualmente.

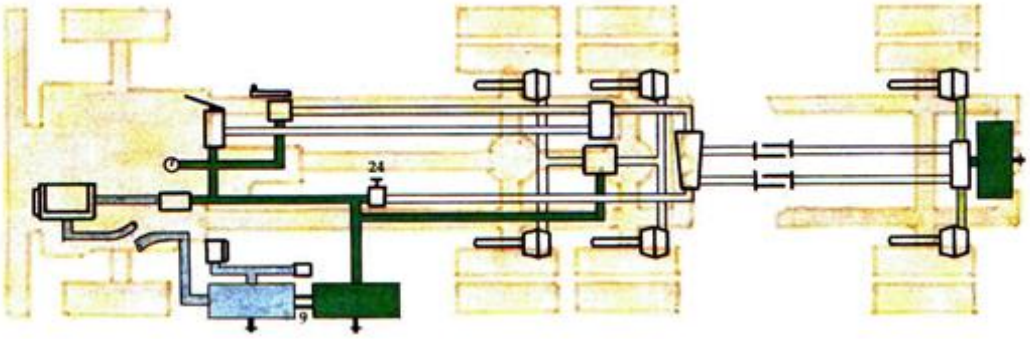


Figura 107

Válvulas de aducción del acoplado operadas manualmente
Vehículos están equipados con diferentes tipos de válvulas de aducción instaladas en la cabina del acoplado, las cuales el conductor debe operar manualmente. Tiene dos posiciones: **normal y emergencia.**

El tractor estará equipado con una válvula de protección del tractor y la unidad acoplado con una válvula relé de emergencia, al igual que en el sistema anterior.

Las funciones de la válvula de aducción del acoplado, la válvula de protección del tractor y la válvula relé de emergencia serán similares a las ya ilustradas. Una diferencia importante es que la válvula de aducción del acoplado debe moverse manualmente a la posición de **emergencia.**

Carga del sistema del acoplado:
El chofer lleva la válvula de aducción del acoplado a la posición NORMAL y el aire del recipiente principal será enviado hacia el recipiente del acoplado.

Desprendimiento del acoplado:
La pérdida de aire de emergencia en la línea de aducción provocará la auto aplicación de los frenos del acoplado. Para evitar que ocurra una pérdida de aire desde el tractor, el conductor debe cambiar la válvula de aducción del acoplado a la posición de **emergencia.** De lo contrario, la presión de aire del tractor se reducirá y mantendrá a los 45-20 P.S.I.

Ruptura de la línea de servicio:
Al igual que ocurre en el ejemplo, no se producirá respuesta hasta que se haga una aplicación de freno. La aplicación de los frenos cuando la línea de servicio está interrumpida traerá como consecuencia una pérdida de presión en el sistema. Cuando la presión del recipiente principal cae hasta entre los 45-20 P.S.I., los frenos del acoplado se dinamitarán.

Ruptura de la línea de aducción
Al igual que en el ejemplo anterior, la pérdida de presión en la línea de aducción provocará la auto aplicación de los frenos del acoplado. Para evitar pérdida de aire desde el tractor, el conductor debe cambiar la válvula de aducción instalada en la cabina del acoplado a la posición **emergencia**. De lo contrario, la presión de aire del tractor caerá y se mantendrá a 45-20 P.S.I.

Auto aplicación manual del acoplado
En cualquier momento que conductor cambie la válvula de aducción instalada en la cabina del acoplado a la posición de emergencia y el sistema del acoplado esté cargado, la válvula de aducción del acoplado descargará la línea de aducción, dinamitando los frenos del acoplado.

Los frenos del acoplado permanecerán aplicados mientras exista presión de aire dentro del sistema del acoplado. La duración de la aplicación de los frenos por medio del aire en el sistema depende de cuán hermético sea el sistema. Como medida de precaución,

los acoplados estacionados deben siempre mantenerse bloqueados para evitar su posible desprendimiento.

Para mover un acoplado que ha estado estacionado con los frenos en aplicación de emergencia, es necesario cargar el sistema para desenganchar los frenos del acoplado.

Sistemas duales de aire

Más y más vehículos de trabajo pesado en las carreteras modernas están utilizando el Sistema de Aire de Circuito Dual. Este sistema ha sido desarrollado para acortar las distancias de parada y reducir las fallas de los frenos. A primera vista, el sistema dual pudiera parecer complicado, pero si usted entiende el sistema de aire básico descrito hasta ahora, y si el sistema dual está separado en sus funciones básicas, se hace bastante simple.

Como indica su nombre, el sistema dual comprende dos sistemas o circuitos en uno. Las dos partes del sistema se pueden separar de diferentes formas. En un vehículo de dos ejes, un circuito opera en el eje trasero y el otro circuito opera el eje delantero. Si un sistema tiene una falla, el otro sistema se aísla y continúa operando.

Sistema dual de aire de circuito simple

Nota: Todos los diagramas de las tuberías se utilizan para ilustrar los principios del circuito dual básico solamente y no deben interpretarse como regulaciones o especificaciones de los sistemas duales de frenos de aire.

En la ilustración siguiente, el aire es bombeado por el compresor (1) hasta el recipiente de aducción (2) que está protegido contra la sobrepresión por una válvula de seguridad (3). El aire presurizado se mueve desde el tanque de aducción “húmedo” hasta el estanque primario (verde) y el estanque secundario (rojo) a través de válvulas de retención de una vía (9). En este punto, comienzan los circuitos duales. El aire desde el estanque primario es enviado hacia la válvula de pie (6). El aire también se envía desde el estanque secundario hacia la válvula de pie. La válvula de pie es igual a la que describió anteriormente en el Sistema de Circuito Simple, pero ha sido dividida en dos secciones (dos válvulas de pie en una). Una sección de esta válvula dual de pie controla el circuito primario y la otra sección controla el circuito secundario. Cuando se aplican los frenos, el aire que se toma desde el estanque secundario (rojo) pasa a través de la válvula de pie y después continúa hacia las cámaras de frenos delanteras. Si se produjera una pérdida de aire en cualquier circuito, el otro circuito continuará operando independientemente. A no ser que el aire se pierda en ambos circuitos, el vehículo mantendrá su capacidad de frenado. Los circuitos primarios y secundarios están equipados con dispositivos de alerta de baja presión (11) y manómetros (10).

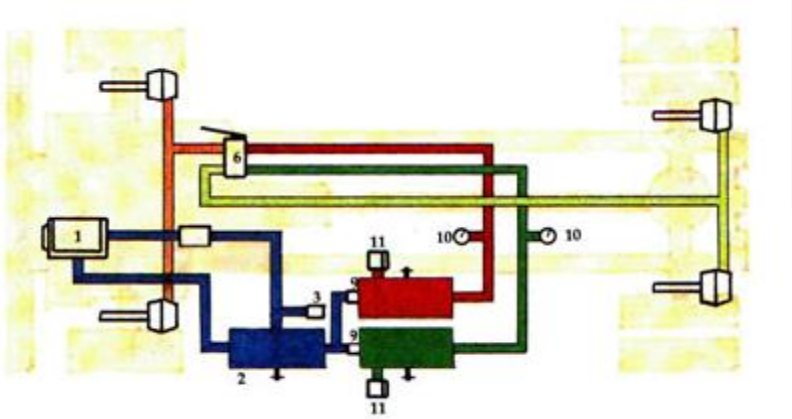


Figura 108

Válvula de pie de circuito dual

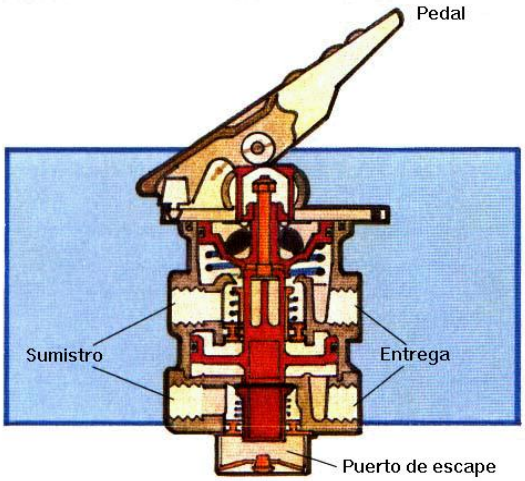


Figura 109

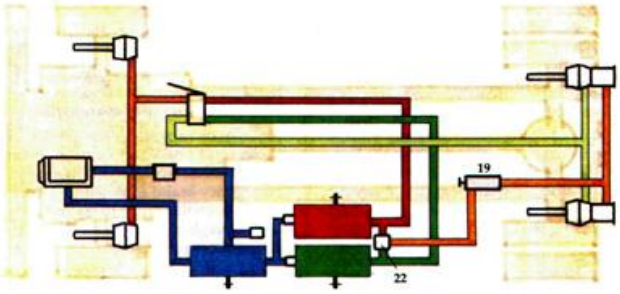


Figura 110

Sistema simple de circuito dual con frenos de estacionamiento de resorte

Cuando se añaden frenos de resorte a un sistema de circuito dual se emplea el mismo tipo de válvula de control analizado anteriormente. Se utiliza aire mezclado para alimentar la válvula de control (19). El aire mezclado es aire tomado desde los circuitos de primario y secundario a través de la válvula de retención de dos vías (22). Con esta configuración de tubería el vehículo puede soportar una falla en cualquiera de los dos

circuitos sin que los frenos se apliquen automáticamente. A no ser que se pierda aire en ambos circuitos, los frenos de resorte no se aplicarán.

Frenos de resortes con válvula moduladora

Los frenos tipo resortes en este sistema cumplen dos funciones: primero, como freno de estacionamiento, y segundo como sistema de emergencia. Si ocurre una falla en el circuito primario (verde) y se realiza una aplicación de los frenos, el aire de control desde la válvula de pie se dirige hacia un modulador de freno de resorte (27).

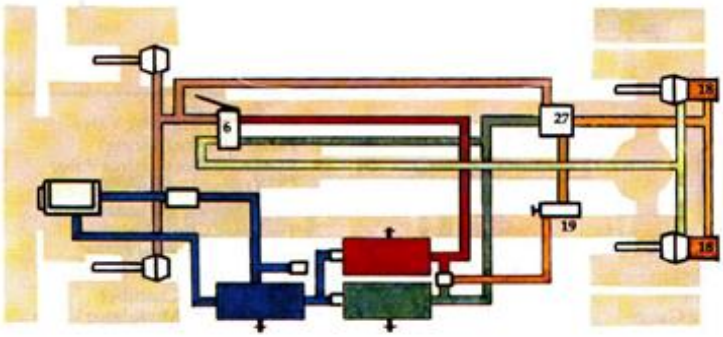


Figura 111

Como no hay suministro de aire para mantener el equilibro en la válvula moduladora, debido a la falla en el circuito primario, la válvula moduladora entonces deja escapar la presión de aire desde el circuito de frenos de resorte. La cantidad de aire liberado es igual a la cantidad de aire aplicado por la válvula de pie. La liberación de aire en el circuito de frenos de resorte hace que frene el eje motriz utilizando la presión de los frenos de resorte (18). Cuando el freno es librado, el suministro de aire desde el circuito secundario (rojo) devuelve los frenos de resorte a su posición off. Las aplicaciones de los frenos pueden ser repetidas hasta que se haya perdido todo el aire en el circuito secundario, pero a medida que la presión cae por debajo de 85 P.S.I., los frenos de resortes, los frenos de resorte no regresarán a su posición off completa, de hecho, ellos comenzarán a pegarse. A aproximadamente 35 P.S.I., la válvula de control del freno de resorte (19) en el tablero deja escapar el aire restante en el circuito secundario, y se aplican totalmente los frenos de resortes. La única forma en que se puede mover el vehículo después de ocurrida la pérdida de aire es reparando el circuito dañado y recargar el sistema, o enjaular el sistema de frenos de resortes.

Los tractores en tándem sin frenos en los ejes motrices tendrán los sistemas primario y secundario divididos entre los ejes motrices.

Combinación de Camión y Acoplado con Frenos de Resortes

El sistema de acoplado está abastecido por aire mezclado del tractor tomado de los circuitos primario y secundario a través de las dos válvulas de retención de dos vías descritas anteriormente.

El sistema se carga abriendo la válvula de aducción del acoplado (24), permitiendo que el aire desde el tractor pase a través de la válvula de protección del tractor (23), y la válvula de freno de resorte del acoplado (30) directamente al interior de las cámaras de

los frenos de resortes (18). Cuando el aire penetra, la parte de protección de la presión de la válvula de los frenos de resortes del acoplado se abre, permitiendo la entrada del aire para llenar los estanques del acoplado.

Cuando se aplican los frenos, el aire mezclado de control actúa sobre la válvula relé (14) la cual libera aire desde los estanques del acoplado hacia las cámaras de los frenos.

En un sistema de doble circuito, el circuito primario está protegido contra las pérdidas de aire en el circuito secundario por medio de una válvula de retención de dos vías (22). Si el tractor se desprende del acoplado, las líneas de servicios y de suministro se separarán. La repentina pérdida de aire en la línea de aducción provocará que la válvula de protección del tractor se cierre, evitando que el aire escape al exterior de cualquiera de las conexiones rotas.

El suministro de aire en el tractor está sellado y está disponible para controlar los frenos del tractor. En el mismo instante, la pérdida repentina del aire en la línea de aducción provoca que la válvula de del freno de resorte deje escapar el aire desde las cámaras de frenos de resorte del acoplado, aplicándose los frenos del acoplado. Los frenos del acoplado no pueden ser desenganchados bajo esas condiciones a no ser que las líneas se reconecten y se recarguen los estanques del acoplado.

Un rotura o ruptura en la línea de servicio no afectará el acoplado hasta se haya aplicado el freno. Se producirá entonces una pérdida de presión, la que también provocará un frenado de emergencia, similar a la descrita anteriormente. Sin embargo, el conductor podrá liberar los frenos de estacionamiento al desenganchar la válvula de pie, reconstruyendo la presión de aire y abriendo la válvula de aducción del acoplado.
Para aplicar los frenos de estacionamiento, se cierra la válvula de control (19), provocando una pérdida de presión en la línea la cual se aplica a los frenos de resortes, según lo descrito anteriormente.

El sistema de tractor viejo y nuevo y acoplado es totalmente intercambiable, ya sean sistemas de circuitos dobles o simples, o si ellos son sistemas con frenos de resorte o sin ellos.

Nota: Se ha añadido un secador de aire (28) para reducir la cantidad de humedad en el sistema.

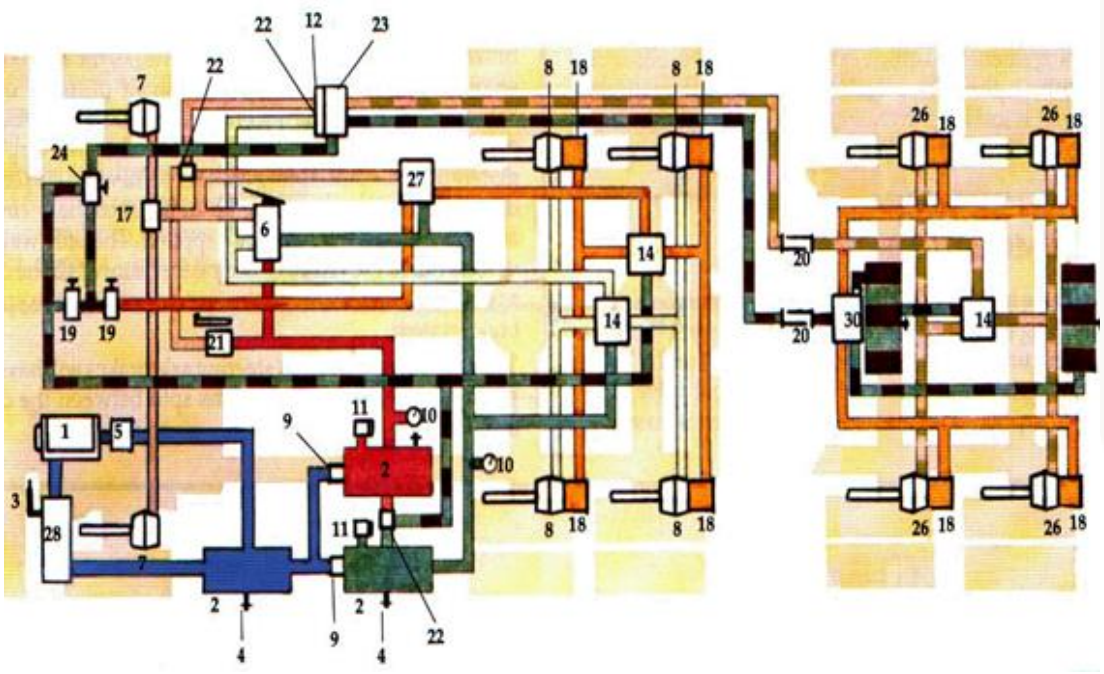


Figura 112

1. Compresor
2. Estanque
3. Válvula de seguridad
4. Purgador
5. Regulador
6. Válvula de pie
7. Cámara de los frenos delanteros
14. Válvula limitadora automática
15. Freno de estacionamiento (resortes)
16. Válvula de control de los frenos de estacionamiento
17. Conector de la toma
18. Válvula manual
19. Válvula de retención de dos vías

Unidad simple, sistemas fuera de carretera T-75

E aire del compresor se bombea hacia el estanque de suministro (azul). El aire a presión se envía desde el estanque de suministro al tanque primario (verde), al secundario (rojo) y el estanque del eje delantero (café) a través de una de las válvulas de retención de una vía (9). Cuando la presión de aire alcanza el ajuste de desconexión del regulador (máximo 125 P.S.I.), el compresor se detiene y pasa a su etapa de enfriamiento o “descarga”. Cuando la presión de aire cae a aproximadamente 20 P.S.I., el regulador (5) devuelve al compresor a su etapa de bombeo o “carga”.

Cuando se realiza una aplicación de frenado al empujar el pedal de la válvula dual de pie (6), el aire desde el circuito del eje frontal fluye hacia la válvula relé del eje frontal y el aire desde los circuitos primario y secundario fluye hacia las válvulas relé (14) en los ejes traseros. Esta presión de control en las válvulas relé provoca que se abra la porción relé de las válvulas, dejando pasar el aire hacia las cámaras de los frenos.

Cuando se libera el pedal de la válvula de pie, se descarga la presión de aire en las líneas de control entre la válvula de pie y las válvulas relé a través de los puertos de descarga en la válvula de pie. La presión de aire en las cámaras de freno se descarga a través de los puertos de descarga mayores en las válvulas relé.

Si el circuito de ADUCCIÓN primario o secundario fallase, los frenos en el eje frontal y en el eje trasero no serán afectados debido a la válvula de retención de dos vías (22) instalada entre los dos circuitos de servicio.

Si ocurriese una falla en el circuito del eje frontal, el circuito primario o secundario no se afectará.

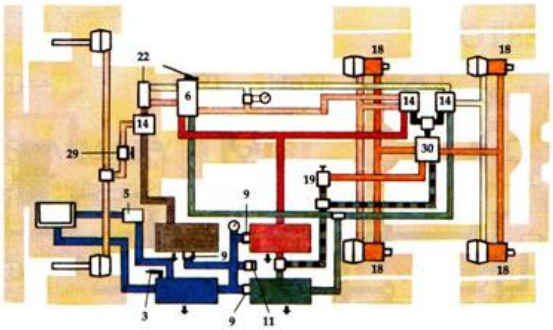


Figura 113

Nota: Una falla en cualquiera de los circuitos activará el sistema de alarma de baja presión (11) y el conductor DEBE detener el vehículo para determinar la causa. Si el aire en el sistema de suministro cae a aproximadamente 35 P.S.I., se aplicarán los frenos de resorte.

En este diagrama, el vehículo está equipado con una válvula limitadora variable en las ruedas delanteras (29). La presión de aplicación entregada al eje delantero está determinada por el ajuste realizado por el conductor.

Para aplicar los frenos de resorte de estacionamientos (18), el conductor debe mover la válvula de control (19)) hacia la posición “estacionamiento”. Esto descarga la presión de control desde la válvula de frenos de resortes (30) la cual entonces libera el aire desde los frenos de resortes, permitiendo su aplicación.

Para liberar los frenos de resorte de estacionamiento, el conductor debe mover la válvula de control a la posición “desenganchado”. Con esto se dirige el aire de la válvula relé de los frenos de resorte, que suministra presión de aire a los frenos de resorte, los que comprimen o “enjaulan” los resortes y desenganchan los frenos.

Combinación de sistema fuera de carretera L-75 con acoplado norma X

Los frenos del tractor L-75 tienen tuberías similares a la del sistema T-75. Se han incorporado un regulador de baja presión (3), una válvula de descarga (32), una válvula de mano (21), una válvula de retención de dos vías y una válvula de protección de tractor tipo relé (33). En este sistema, cuando la presión de aire aumenta a aproximadamente 60 P.S.I., se abre el regulador de baja presión, permitiendo que la presión de aire cierre la válvula de descarga. Cuando se alcanza la presión máxima, el regulador descarga al compresor.

Para llenar los estanques del acoplado, el conductor debe abrir la válvula de aducción del acoplado (24) hasta que el manómetro de la línea de aducción (34) indique más de 50 P.S.I. La válvula de aducción del acoplado entonces permanecerá abierta por sí misma, manteniendo la misma presión en los estanques del acoplado que en los del tractor.

Cuando se aplican los frenos por medio de la válvula de pie, el aire fluye a través de la válvula de retención de dos vías (22) hacia el puerto de control de la válvula relé de protección del tractor (33) que hace pasar la presión de aire desde la línea de aducción hacia la línea de servicio. La línea de presión de servicio lleva el aire desde los estanques del acoplado a través de las válvulas relé de emergencia (25) hacia las cámaras de frenos del acoplado.

Cuando se desenganchan los frenos, la presión de aire en la línea de servicio se descarga a través del puerto de descarga en la válvula relé de protección del tractor. La presión de aire en las cámaras de frenos del acoplado se escapa a través del puerto mayor de descarga en las válvulas relé de emergencia. Esta acción, tanto en la aplicación como en el desenganche, ocurre simultáneamente en el acoplado y el tractor.

Para aplicar solamente los frenos del acoplado, o para una mayor aplicación de los frenos en el acoplado que en el tractor, el conductor aplica la válvula de mano (21), el aire desde los estanques fluye a través de la válvula de mano al interior de una válvula dual de retención (22), hacia una válvula relé de protección del tractor (33). Entonces se aplican los frenos del acoplado, y se desenganchan según la siguiente descripción.

Si es necesario, los frenos del acoplado pueden ser aplicados al cerrar la válvula de aducción del acoplado. Esto cierra el suministro de aire desde los estanques y simultáneamente descarga la línea de suministro a la atmósfera. La pérdida de presión de aire en la línea de aducción hace que las válvulas relé de emergencia del acoplado descarguen la presión total del estanque hacia las cámaras de los frenos.

El sistema del acoplado ofrecerá una rápida aplicación y desenganche de los frenos del acoplado ya que cada eje tiene su propio estanque de aire y válvula relé de emergencia.

Si la cámara de freno o la línea de aire se rompe en un eje, el otro eje mantiene su capacidad de frenado para paradas de emergencia.

El sistema de tractor L-75 tiene las mismas propiedades de seguridad ante las pérdidas de aire que el t-75.

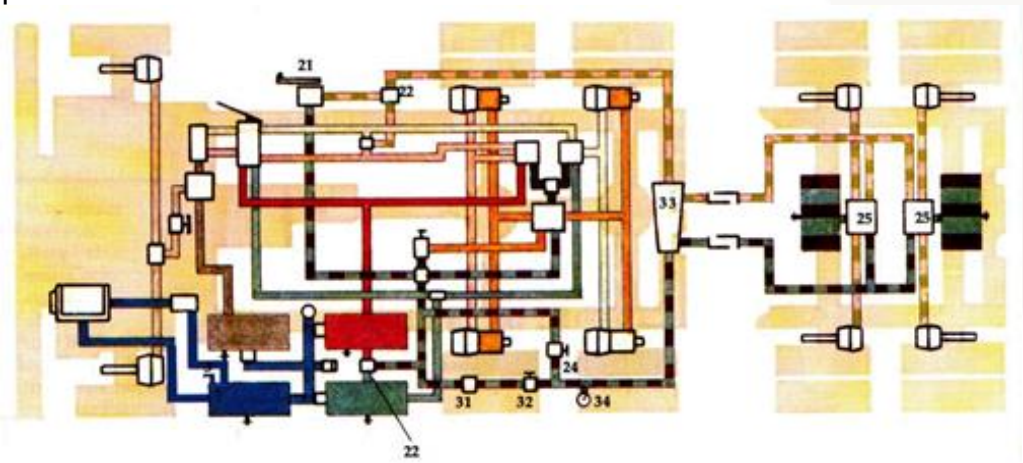


Figura 114

Acoplado fuera de carretera norma SX con frenos de resorte

El sistema de freno del acoplado SX tiene la misma configuración de tubería que el sistema Norma X. Ambos tipos incorporan características de seguridad ante la pérdida de aire. Se han añadido una válvula de retención de una vía (9), un tercer estanque (2), una válvula de control de los frenos de resorte (19), dos válvulas de retención de dos vías de cuatro líneas (35) y cuatro frenos de resortes (18).

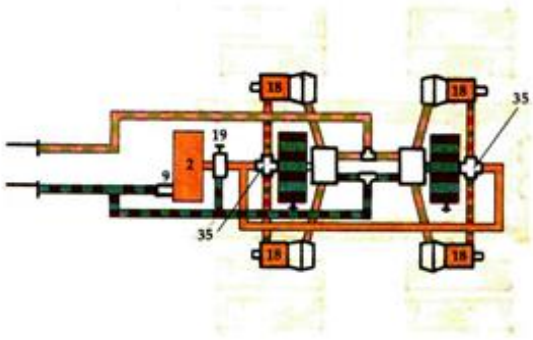


Figura 115

La incorporación de los frenos de resorte cumple dos objetivos. Permite contar con un método para asegurar el acoplado cuando está estacionado y actúa como freno de emergencia del eje del acoplado que ha perdido la presión suministrada por el estanque. (Los frenos de resorte del acoplado son retenidos o enjaulados por la presión suministrada por el estanque.

Si el acoplado ha perdido la presión suministrada por el estanque y debe moverse, los frenos de resortes pudieran ser desenganchados abriendo la válvula de control del freno de resorte (19) ubicada en la parte posterior del acoplado. Esto dirige el aire desde el tercer tanque aislado hacía para desenganchar los frenos de resortes. Los frenos de resortes pueden reajustarse cerrando la válvula de control del freno de

resorte. Se debe tener cuidado cuando se mueve el acoplado ya que no se podrán aplicar los frenos de servicio.

2. Mantenimiento preventivo de sistema neumático de frenos.

Revise el vehículo a nivel del suelo, de ser posible. Aplique los frenos de estacionamientos, bloquee las ruedas, asegúrese de que todos los estanques hayan sido drenados. Se recomienda un tiempo máximo de 15 minutos para realizar la inspección previa al viaje.

Encierre en un circuito cada punto revisado

1. Revise la seguridad y estado del compresor y las correas debajo del capot.
2. Revise la condición y seguridad de las mangueras y líneas flexibles.
3. Tire con las manos todos los reguladores de juego (si es necesario, utilice una palanca). Para el viaje, revisar la condición mecánica y el desgaste.
4. Si el vehículo está equipado con frenos de resorte, revise el ángulo de la varilla de empuje y el brazo del regulador de juego el cual no debe exceder 90º.

Nota: El ajuste de freno (sólo en el tipo de leva “S”) es necesario como parte de la Revisión Previa al Viaje de los Frenos de Aire.

Acumulación de la presión de aire, revisar qué.

1. Los dispositivos de alerta corten a aproximadamente 60 P.S.I.
2. Se alcance una presión entre 50-90 P.S.I. en 3 minutos;
3. El regulador se desconecte entre 105 P.S.I. mínimo y 125 P.S.I. máximo.

A máxima presión:

1. Desenganche los frenos de estacionamiento (si están disponibles) para evitar el compoundaje
2. Apague el motor
3. Realice una aplicación completa de los frenos. Revise sí:

   a) la pérdida de aire es inferior a 3 P.S.I. en un minuto

   b) hay filtraciones de aire audibles

Arranque el motor, bombee los frenos

1. Deje de bombear los frenos a los 80 P.S.I., para ver si el regulador se activa (la aguja comenzará a subir).

2. Continúe bombeando:

   a) los dispositivos de alerta comenzarían a operar a aproximadamente 60 P.S.I.

   b) los frenos de estacionamiento se aplicarían a 45-20 P.S.I. si está instalado en los estanques principales

Recuperación de la presión a su máximo:

1. Estando aplicado los frenos de estacionamiento, retire calzos de las ruedas.

2. Con cuidado, compruebe el remolque contra los frenos de estacionamiento a un cambio bajo.

3. Libere los frenos de estacionamientos

Mueva el vehículo hacia delante lentamente y haga una aplicación de freno de servicio para revisar los frenos.

Procedimiento para revisión previa al viaje, unidad de combinación
Circuito simple o dual, de aire.

Si es posible, revise el vehículo a nivel del suelo. Aplique los frenos de estacionamientos, bloquee las ruedas, asegúrese que todos los estanques hayan sido drenados. Tiempo máximo recomendado 30 minutos para la revisión previa al viaje.

Inspección Visual del sistema de frenos:

Encierre en un círculo cada punto revisado

1. Revise el estado del compresor y las correas debajo del capot.

2. Revise la condición y seguridad de las mangueras y líneas flexibles.

3. Tire con las manos todos los reguladores de juego (si es necesario, utilice una palanca). Para el viaje, revisar la condición mecánica y el desgaste.

4. Si el vehículo está equipado con frenos de resorte, revise el ángulo de la varilla de empuje y el brazo del regulador de juego el cual no debe exceder 90º.

Nota: El ajuste de freno (sólo en el tipo de leva “S”) es necesario como parte de la Revisión Previa al Viaje de los Frenos de Aire.

Acumulación de la presión de aire, revisar que:

1. Los dispositivos de alerta corten a aproximadamente 60 P.S.I.

2. Se alcance una presión entre 50-90 P.S.I. en 3 minutos;

3. El regulador se desconecte entre 105 P.S.I. mínimo y 125 P.S.I. máximo.

4. Libere los frenos de resorte

5. Cargue el acoplado, restituya la presión si es necesario.

Línea de aducción de los frenos:

1. Los frenos del acoplado deben aplicarse

2. No debe existir pérdida de aire desde el acoplado;

3. El aire desde el tractor debe:

   a) detenerse inmediatamente (obligatorio en L75)

   b) disminuir a entre 45-20 P.S.I. y después detenerse

Nota: Bajo ninguna circunstancia la presión del tractor debe disminuir por debajo de los 45-20 P.S.I.

4. Reconecte la línea de aducción y recargue el acoplado, cree la presión nuevamente, si es necesario.

Línea de servicio de los frenos:

1. El aire no debe escapar en ningún momento.

2. Realice aplicaciones de frenos completas:

   a) los frenos del acoplado deben aplicarse inmediatamente y no debe ocurrir ninguna pérdida de aire posterior en la línea de servicio (obligatorio para el L75)

   b) el aire del acoplado debe disminuir hasta entre 45-20 P.S.I. y aplicar los frenos de servicio; no debe producirse pérdida posterior de aire en la línea de servicio.

3. Reconecte la línea de servicio, cargue el acoplado y devuelva la presión a la presión máxima del recipiente.

A máxima presión:

1. Libere los frenos de estacionamiento (si está equipado) para evitar el compoundaje.

2. Apague el motor.

3. Realice aplicaciones completa de los frenos. Revise si hay:

   a) pérdida de aire inferior a 4 P.S.I., dentro de un minuto (6 P.S.I. con dos acoplados)

   b) filtraciones audibles de aire

Arranque el motor, bombee los frenos

1. Deje de bombear los frenos a los 80 P.S.I., para ver si el regulador se activa (la aguja comenzará a subir).

2. Continúe bombeando:

   a) los dispositivos de alerta comenzarían a operar a aproximadamente 60 P.S.I.

b) los frenos de estacionamiento se aplicarían a 45-20 P.S.I. si está instalado en los estanques principales

Recuperación de la presión máxima:

1. Aplicados los frenos de estacionamiento, retire calzos de las ruedas.

2. Con cuidado, compruebe el remolque con los frenos de estacionamiento a un cambio bajo.

3. Libere los frenos de estacionamientos y fije los frenos del acoplado con la válvula de mano.

4. Mueva el vehículo hacia delante lentamente y haga una aplicación de freno de servicio para revisar los frenos.

Ajuste de los frenos

Todos los choferes deben entrenarse en el ajuste de los frenos. Si un chofer tuviese que ajustar los frenos de un vehículo (en respuesta a una revisión obligatoria de los frenos), se recomiendan los siguientes pasos para los frenos de leva "S"

1. Bloquee las ruedas, libere los frenos de resorte y apague el motor, manteniéndolo a velocidad baja. Revise el recorrido de la varilla de empuje tirando del regulador de juego con su mano o con una palanca. Si el juego (recorrido de la varilla de empuje) en la cámara de freno común excede ¾ de pulgada, es necesario ajustar los frenos.

Precaución: Es necesario una atracción física fuerte para eliminar todo el juego del recorrido.

Una vez que se ha determinado que es necesario corregir el ajuste del freno

   a) Use la llave adecuada para zafar los dispositivos de sujeción (si existen) externos del perno de ajuste del regulador de juego.

   b) gire el perno de ajuste hasta que el revestimiento contacte el tambor. si es posible, compruebe visualmente que los revestimientos del freno estén en contacto con el tambor de freno.

   c) Al girar el perno de ajuste del regulador de juego, la rueda dentada del eje "S" debe girar en la misma dirección que si se aplicaran los frenos.

d) Retroceda el perno de ajuste aproximadamente ¼ a ¾ de una vuelta. Se debe lograr el ajuste correcto.

e) Revise si el recorrido del regulador de juego tiene juego libre. El recorrido no debe exceder 1 ½" si se realiza observando la varilla de empuje mientras otra persona aplica los frenos.

Nota: Ver página 15 sobre reguladores de juego automáticos.

Frenos de disco operados por aire
Estos frenos requieren un ajuste especial según las especificaciones del fabricante.

Todos los frenos
En la primera parada después de haber ajustado los frenos, revise la temperatura de los tambores o rotor. Un tambor de freno muy caliente indica que usted ha realizado un ajuste muy apretado.

Sólo cuando todos los frenos estén correctamente ajustados el sistema será capaz de absorber la cantidad requerida de energía para que el vehículo cargado pueda detenerse sin peligro bajo condiciones extremas. Recuerde que los frenos de aire deficientemente ajustados puede parecer que están trabajando a velocidades lentas en aplicaciones livianas de aire.

La única forma de asegurarse que los frenos de su vehículo están correctamente ajustados es por medio de la revisión física de los frenos de cada rueda.

Figura 116

Revisiones en servicio

Pendientes Pronunciados: En algunos puntos de la Provincia aparecen avisos como el anterior indicando con antelación que existen pendientes o largas pendientes.
Dichos avisos indican que el chofer debe detener el vehículo en las áreas de estacionamiento e inspeccionar el sistema de freno del vehículo antes de continuar la marcha. Revisar:

1. Si el compresor mantiene la presión máxima del estanque.

2. Si el recorrido de la varilla de empuje está de acuerdo a los límites en cada cámara.

3. Si hay filtraciones audibles de aire

4. Si están aseguradas las tomas y las líneas

5. Los tambores, rodamientos y neumáticos no se sobrecalientan.

6. La válvula de aducción del acoplado funciona correctamente.

El chofer debe estar al tanto de la condición del sistema de freno del vehículo en todo momento. Esto puede lograrse:

1. **Observando** los manómetros;

2. **Escuchando** las señales de alerta; y

3. **Sintiendo** la respuesta de frenado del vehículo

La observación de estos métodos le permite al chofer darse cuenta de cualquier defecto que esté desarrollándose en el sistema de freno y reconocer la necesidad de realizar el requerido ajuste.

Todos los interesados son responsables de garantizar que el vehículo esté en buenas condiciones. La magnitud de la responsabilidad del chofer para realizar reparaciones dependerá de muchos factores, tales como:

- La política de mantención de la compañía
- La experiencia en mecánica del chofer
- Si el vehículo es operado o no por su dueño, y
- La disponibilidad de servicios de reparación.
- Mantenimiento de sistemas neumáticos

Dado que cada instalación o circuito neumático es distinto en función de su diseño, componentes, usos, capacidad, etc., daremos unos consejos generales que mejoren la Fiabilidad de una Instalación neumática:

- Un diseño adecuado y un dimensionamiento correcto evitará problemas y ahorrará consumo energético. Eso incluye la elección del tipo de Compresor, nº y volumen de los depósitos de aire comprimido, etc.

- La ubicación del Compresor o Compresores debe facilitar su refrigeración, y la una correcta aspiración de aire fresco.
- Lleve perfecto control del Compresor de la Instalación, incluyendo comprobaciones de su nivel de aceite y sustituciones periódicas.
- Si ese tipo de Compresor lleva **Separadores de Aire / Aceite,** deben ser sustituidos cuando su presión de trabajo sea superior a la indicada. Usar el aceite recomendado por el fabricante.
- Revisar el estado y tensión del sistema de correas de transmisión del motor al compresor (si su modelo las usa).
- Los filtros de entrada de aire al compresor deben ser limpiados y sustituidos de acuerdo a los datos del fabricante y en función de su **Plan de Mantenimiento Preventivo.**
- Las **Trampas de Drenaje** automáticas o manuales deben ser comprobadas de forma habitual.
- Revise y sustituya los **filtros de aire del Circuito Neumático** cuando aumente su presión de trabajo. Como mínimo deben ser revisados a fondo anualmente.
- Comprobar, a ser posible monitorizando de forma continua, la presión y el flujo del aire a presión, así como su filtrado, como garantía de la calidad del aire suministrado a los equipos neumáticos de la instalación, para evitar averías y paradas, reducir gastos y alargar su vida útil.
- Revise a fondo las **Fugas del Circuito Neumático**, en especial en Conectores, acoplamientos, extensiones, actuadores neumáticos, válvulas, filtros, medidores de presión y/o caudal neumático, etc. Las fugas de aire a presión en una instalación neumática producen muchos inconvenientes como: derroche energético, calentamiento excesivo de compresores y válvulas, menor duración de sistemas de engrase y filtrado, mayor contaminación y desechos, etc.
- Cumplir TODAS LAS NORMAS DE SEGURIDAD de los fabricantes de cada uno de los componentes de la Instalación Neumática, especialmente en cuanto a ubicación, amarre, presión y volumen de trabajo, y sistemas contra sobrepresiones, protección de riesgos mecánicos, etc.

Actividad N°23

Introducción a la actividad:
Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán analizar el circuito neumático de la perforadora entregado, para posteriormente recortar las imágenes de los componentes en corte
El objetivo de esta actividad es familiarizar al participante con los sistemas neumáticos de

Aprendizaje esperado que desarrolla

- El participante identifica el funcionamiento del sistema neumático, según información técnica entregada

Estrategia metodológica para el instructor
Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

El instructor podrá realizar preguntas a los participantes en la medida que explica los distintos conceptos y ejemplos mediante imágenes.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	

Materiales y recursos

- Manual por participante
- Lápiz grafito por participante
- Computador
- 8 Tijeras
- 12 papelografos
- 4 Pegamento
- 16 plumones rojo, verde, negro y azul en partes iguales
- Proyector multimedia
- Telón para proyectar imágenes
- Pizarra
- Sala

Desarrollo de la Actividad
El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar, anotando en la pizarra paso a paso el procedimiento para el desarrollo de la actividad.

El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida que vaya realizando la actividad, para medir el grado de conocimiento.

Esta etapa requiere el participante recorte las imágenes de los distintos componentes en corte, posteriormente deberán ser unidas las líneas neumáticas de manera similar al plano neumático

Seguridad
En todas las actividades en salas de clases el instructor les debe explicar a los alumnos, los siguientes aspectos de seguridad:

- Identificar las vías de escape y conocer el punto de encuentro de emergencia.
- Reglas de higiene y seguridad dentro de la sala, como por ejemplo no ingerir alimentos dentro de esta.

Taller práctico:

El participante debe

- Recortar las imágenes y pegarlas en el papelógrafo tomando en cuenta la mejor disposición para posteriormente unirlas con líneas.
- Antes de conectar las líneas debe saber cómo funcionan los diversos componentes en corte para conectar correctamente las líneas de presión.
- Unir las líneas primero con lápiz de grafito y solicitar visto bueno del instructor antes de marcar con plumones del color que corresponda a presión o tanque.
- Debe dejar claramente marcado los puentes o uniones entre líneas
- Al finalizar el trabajo se realizara una exposición del circuito neumático, explicando el funcionamiento de las válvulas en corte y realizando una comparación con el plano ISO.

Participantes:

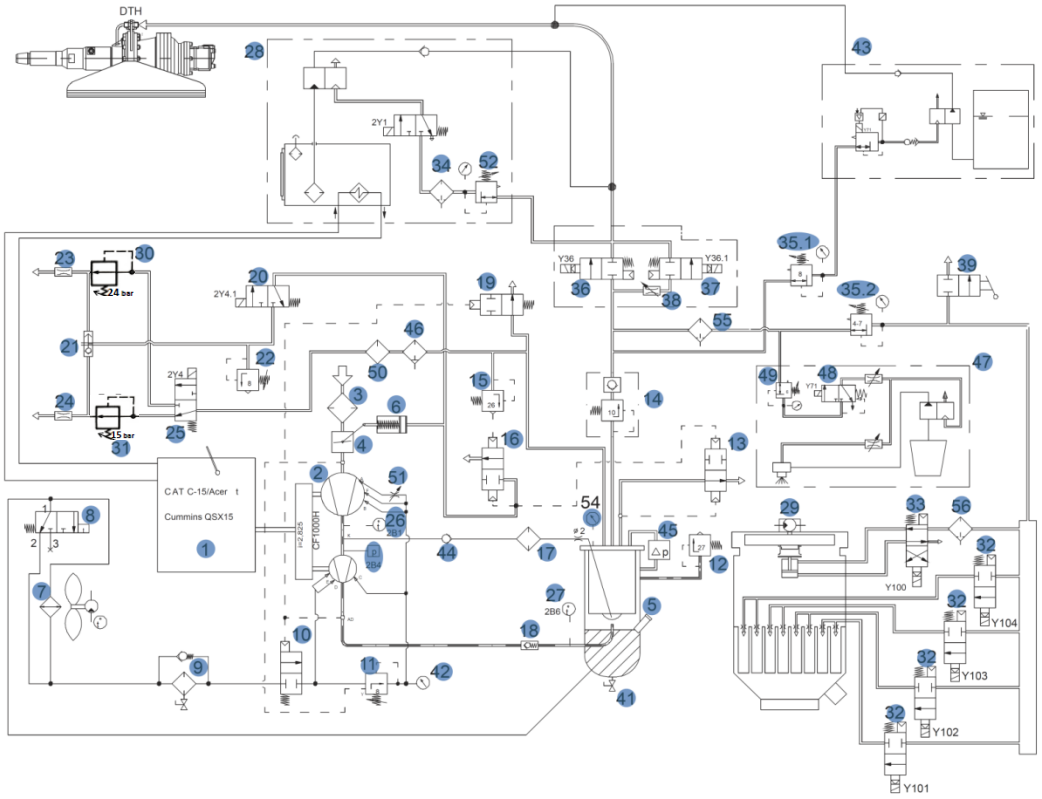
1.

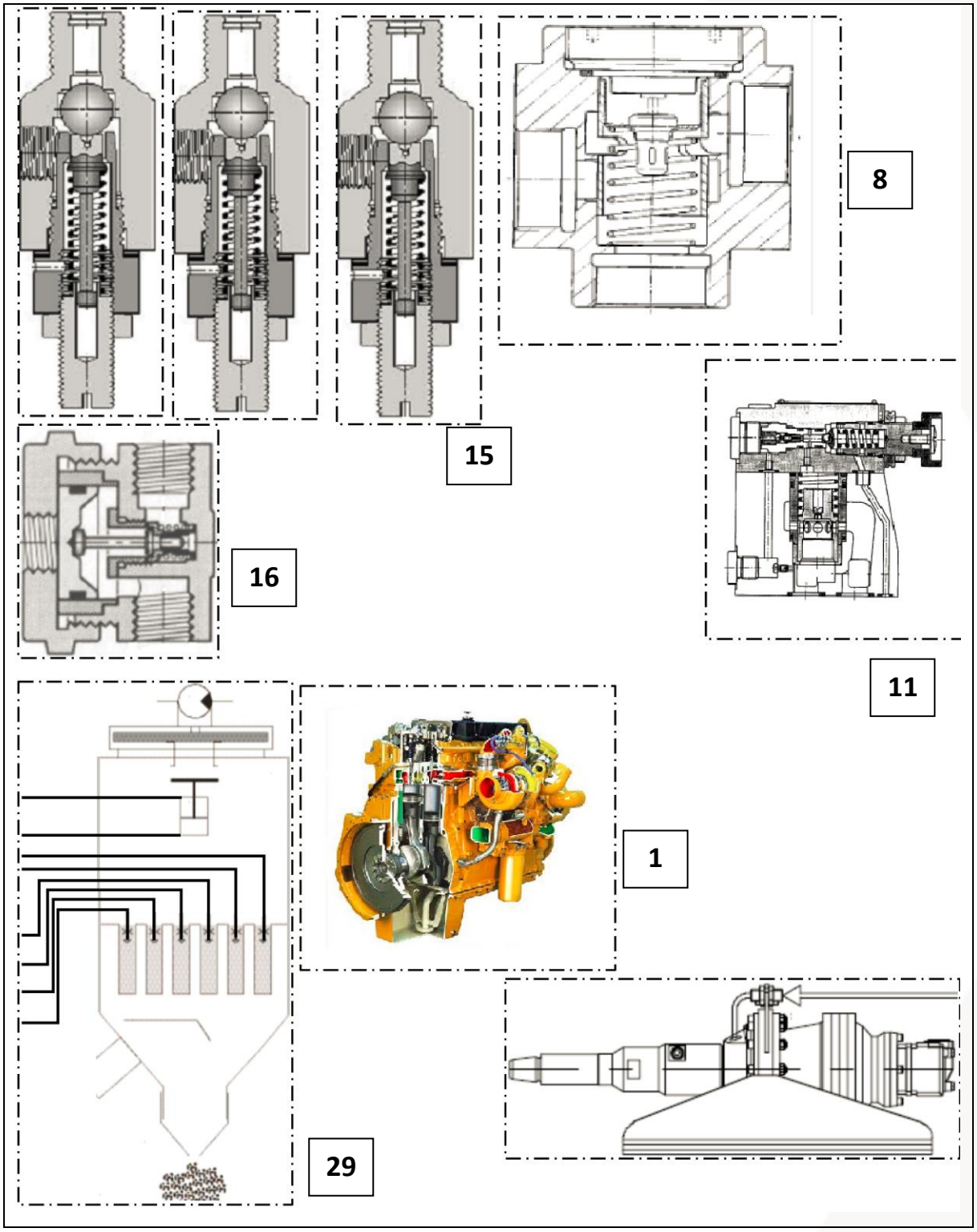
2.

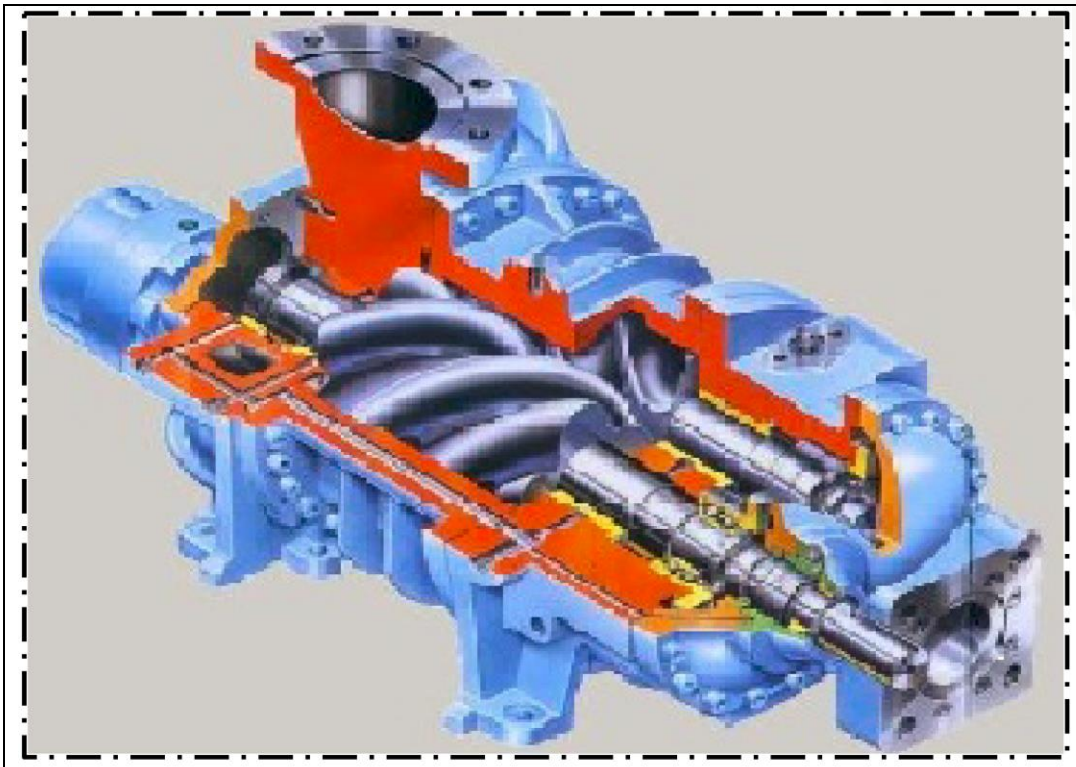
3.

4.

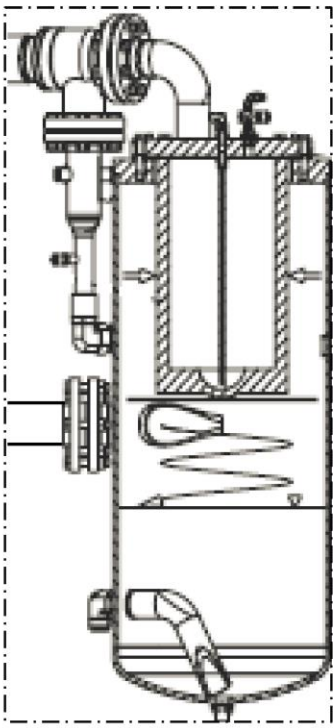
Componentes:




8
15
16
11
1
29

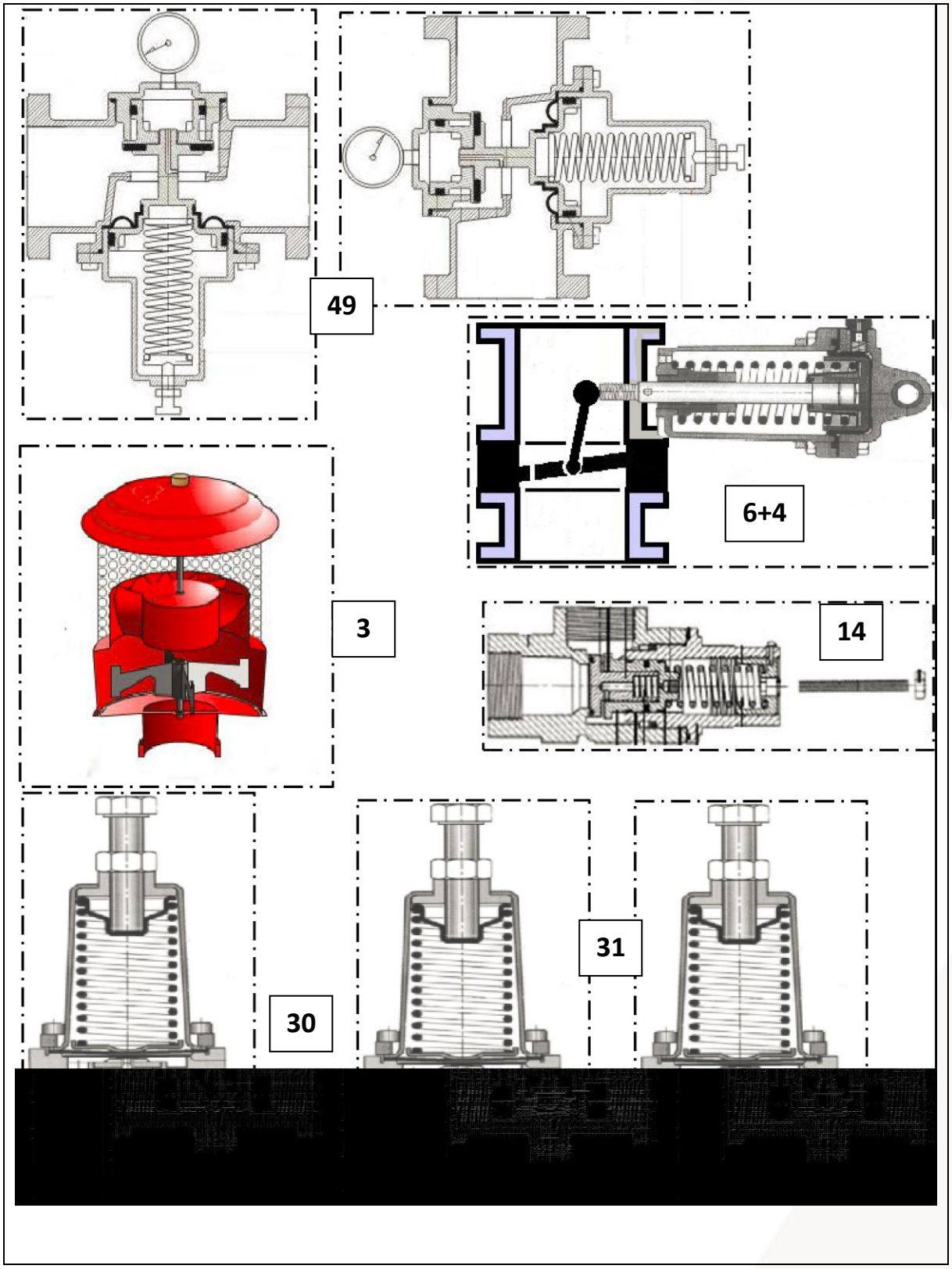


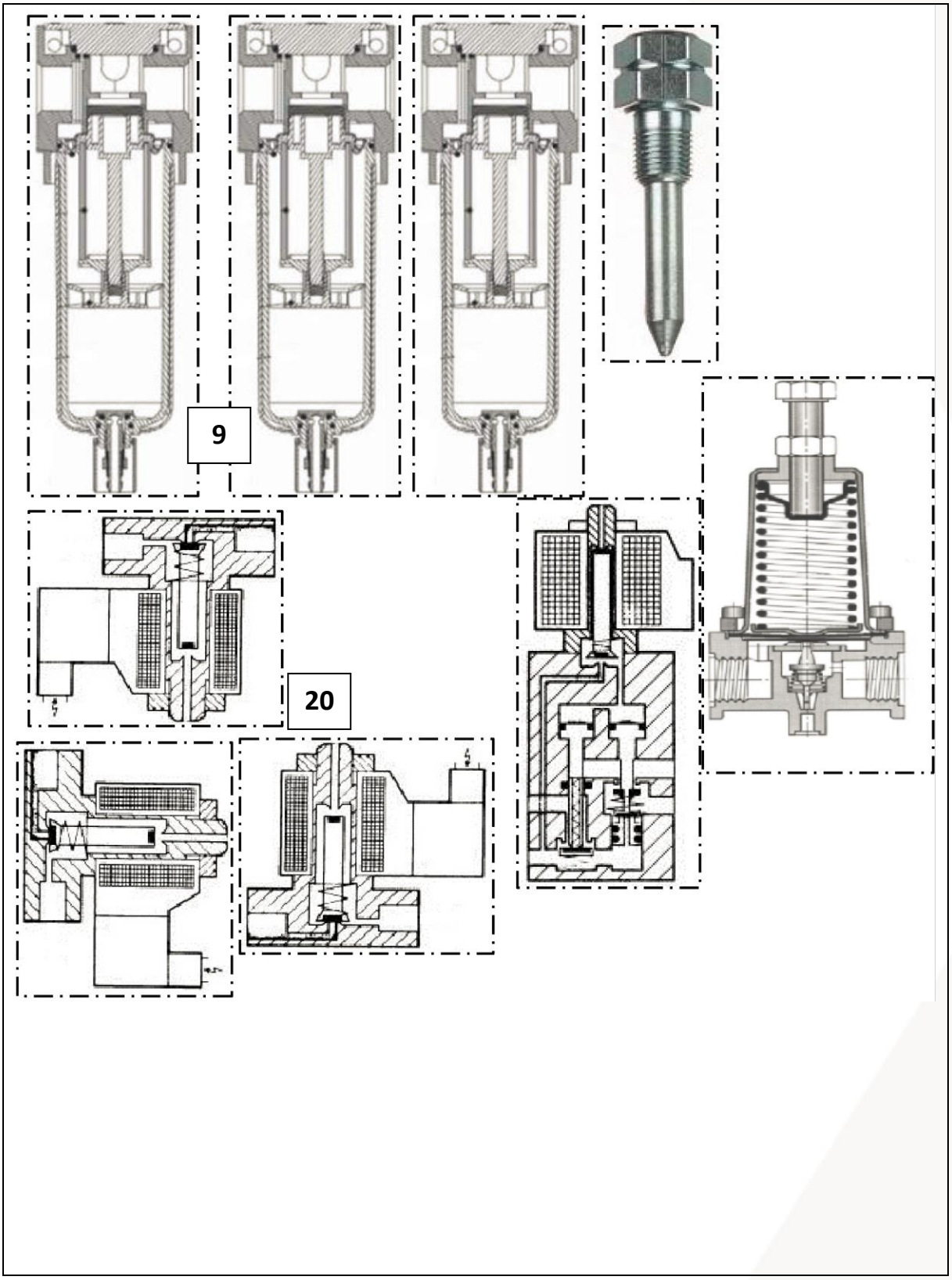
2

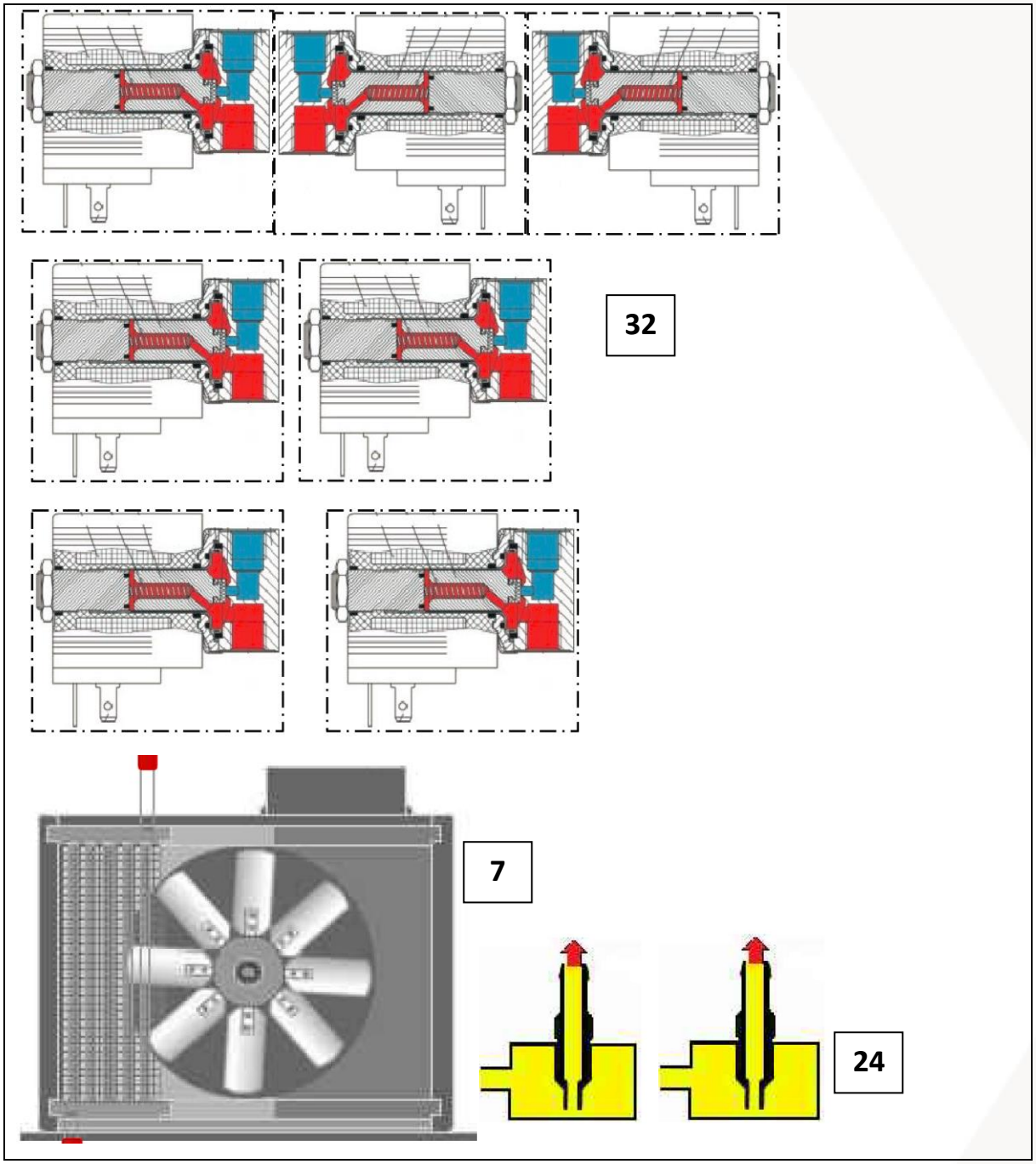


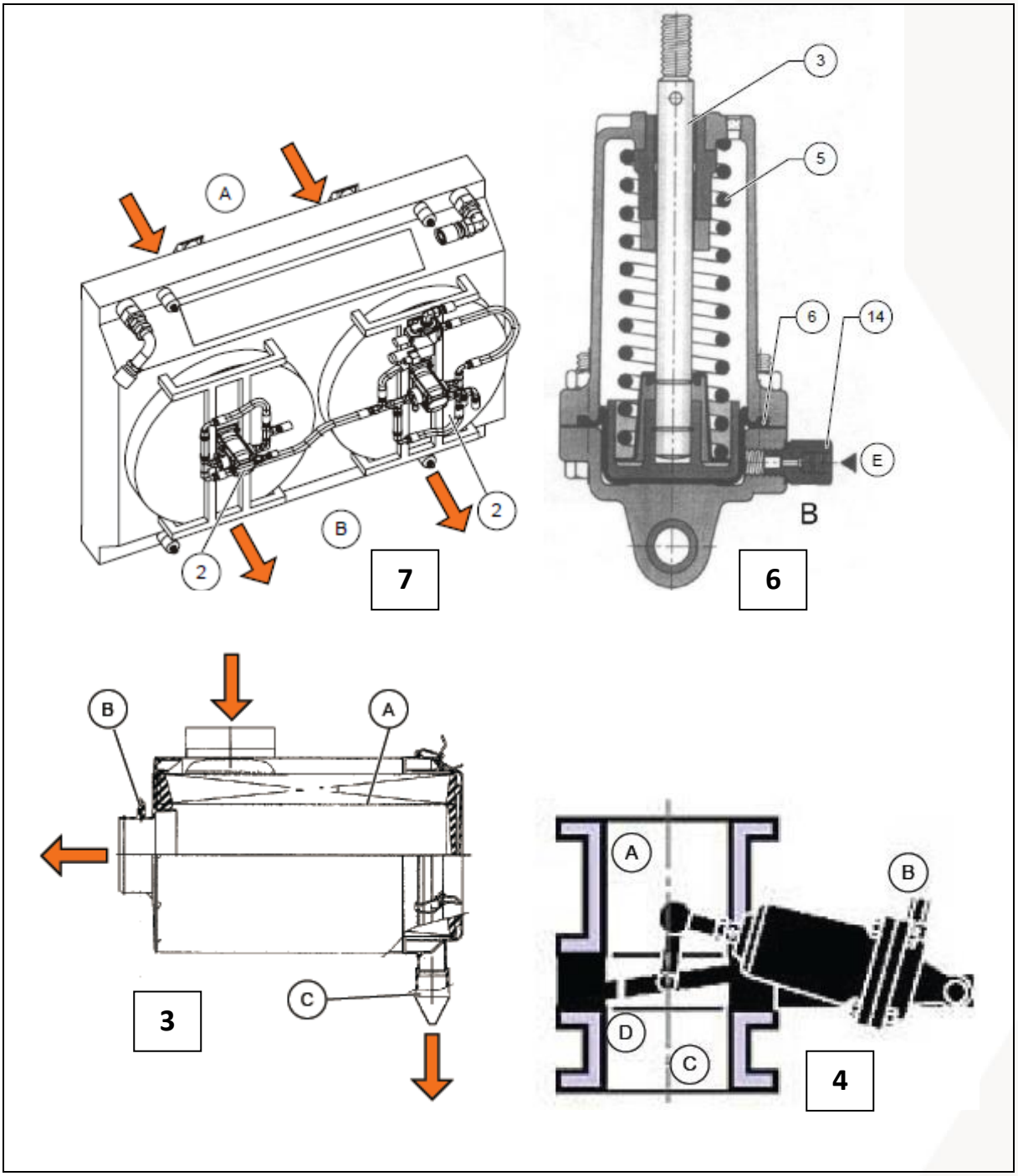
5

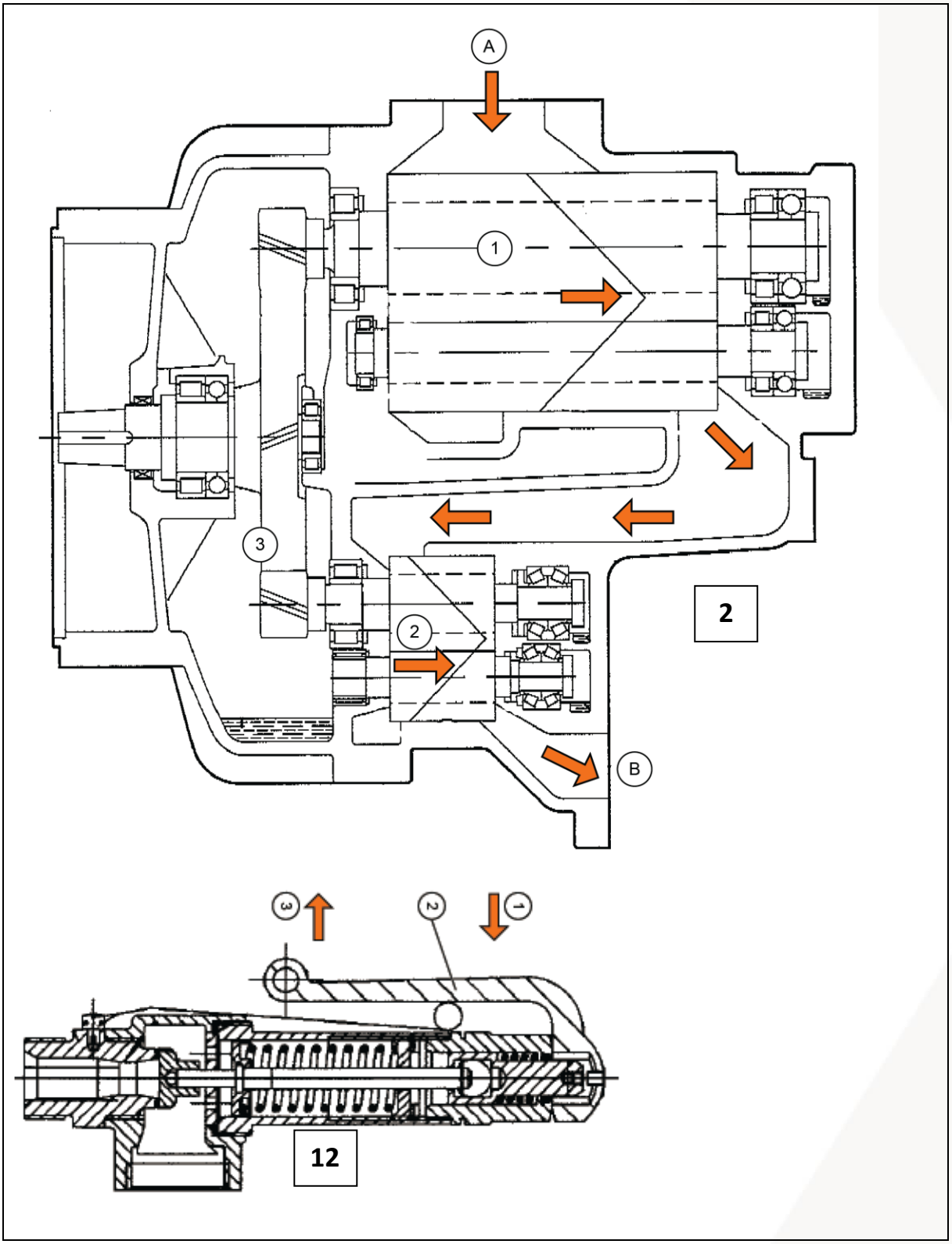
47

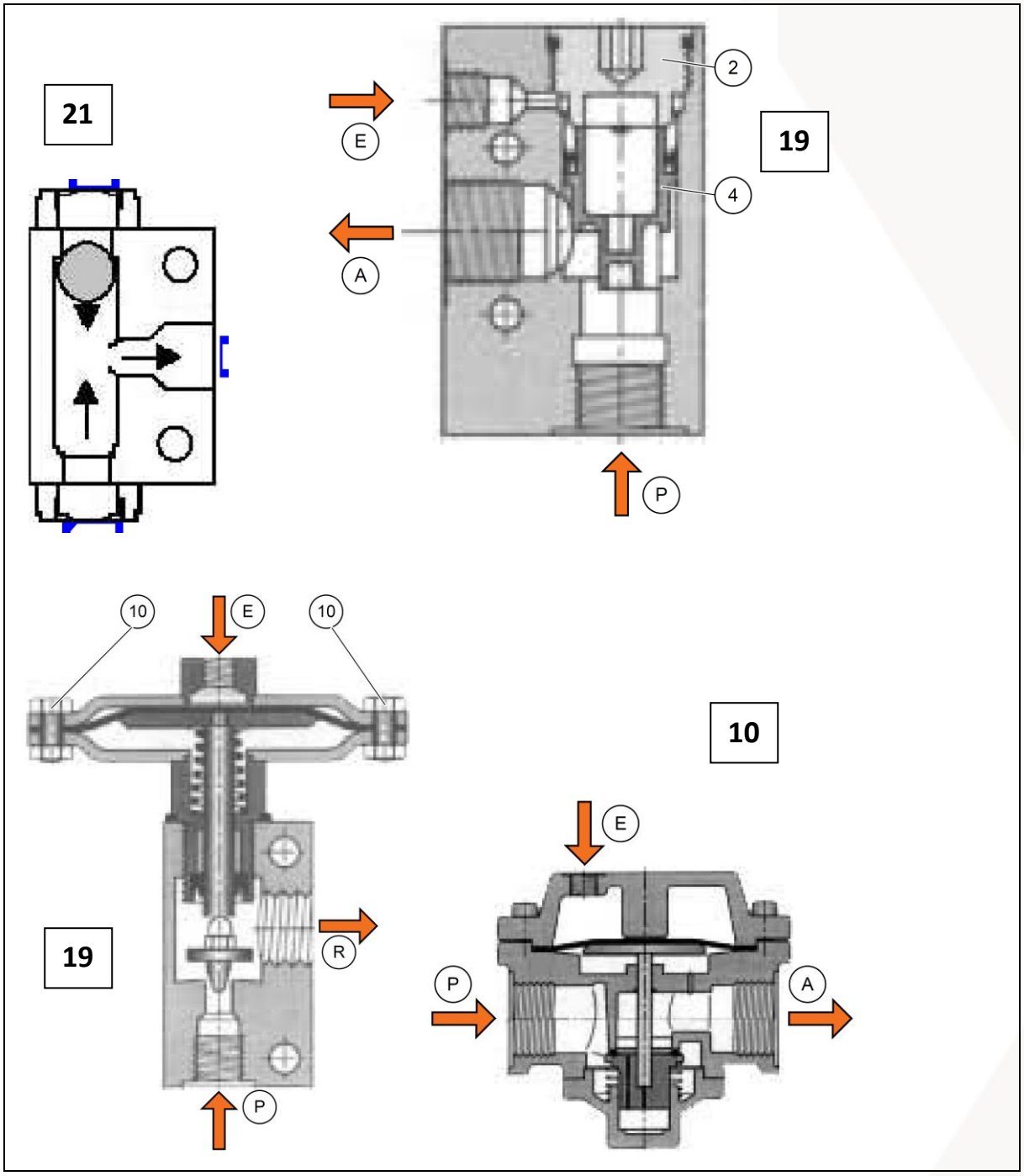

49
6+4
3
14
30
31

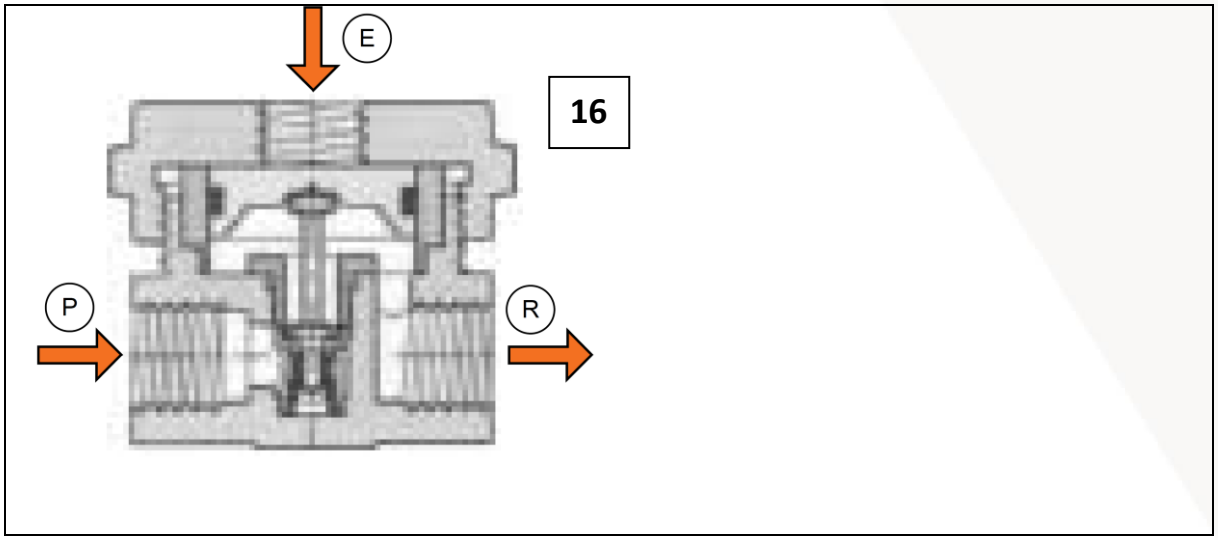

9
20

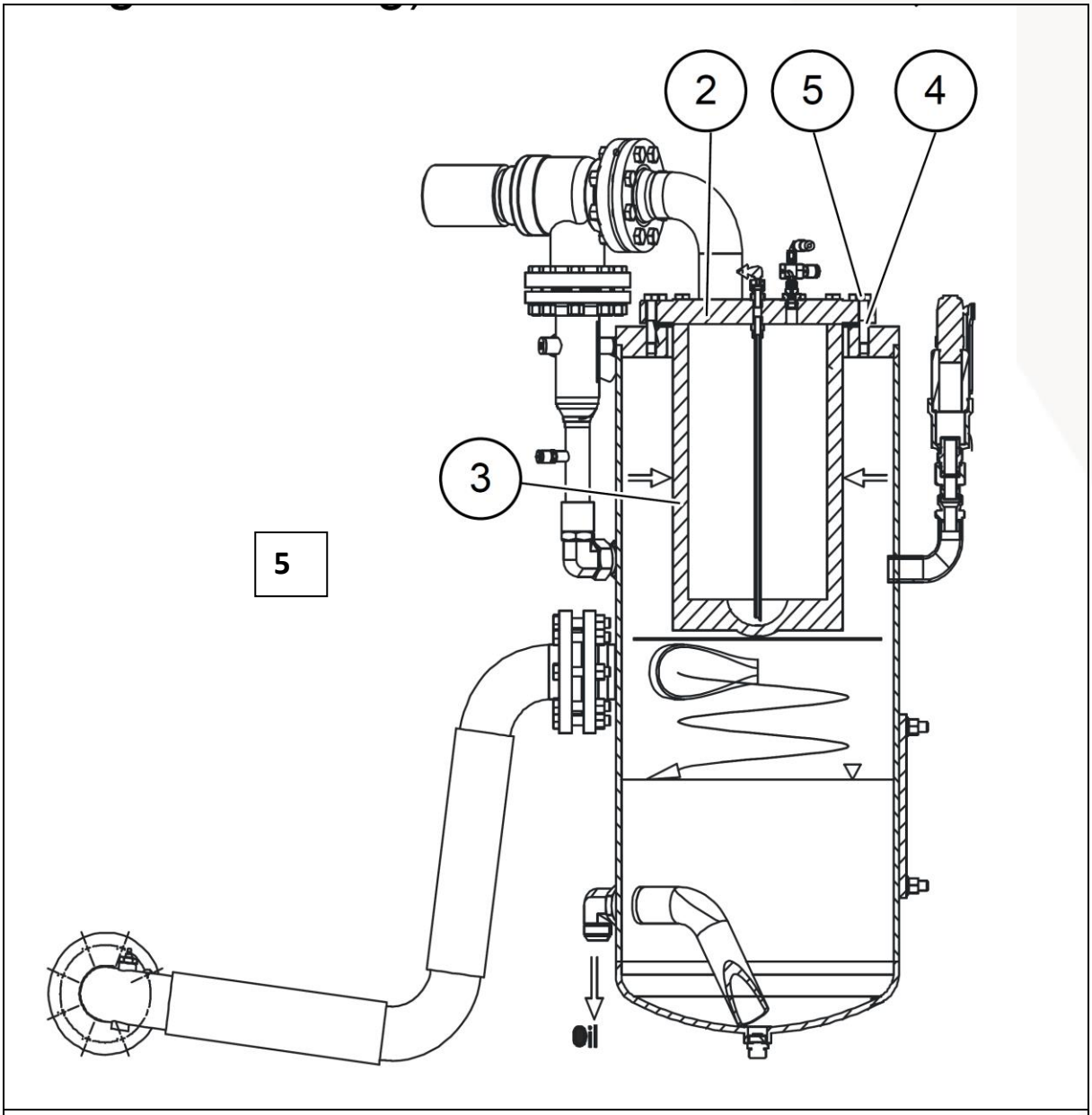

32
7
24


A
B
2
2
7
3
5
6
14
E
B
6
B
A
C
3
A
B
D
C
4


A
1
3
2
B
2
3
2
1
12


21
19
E
A
2
4
P
10
E
10
19
R
P
10
E
P
A

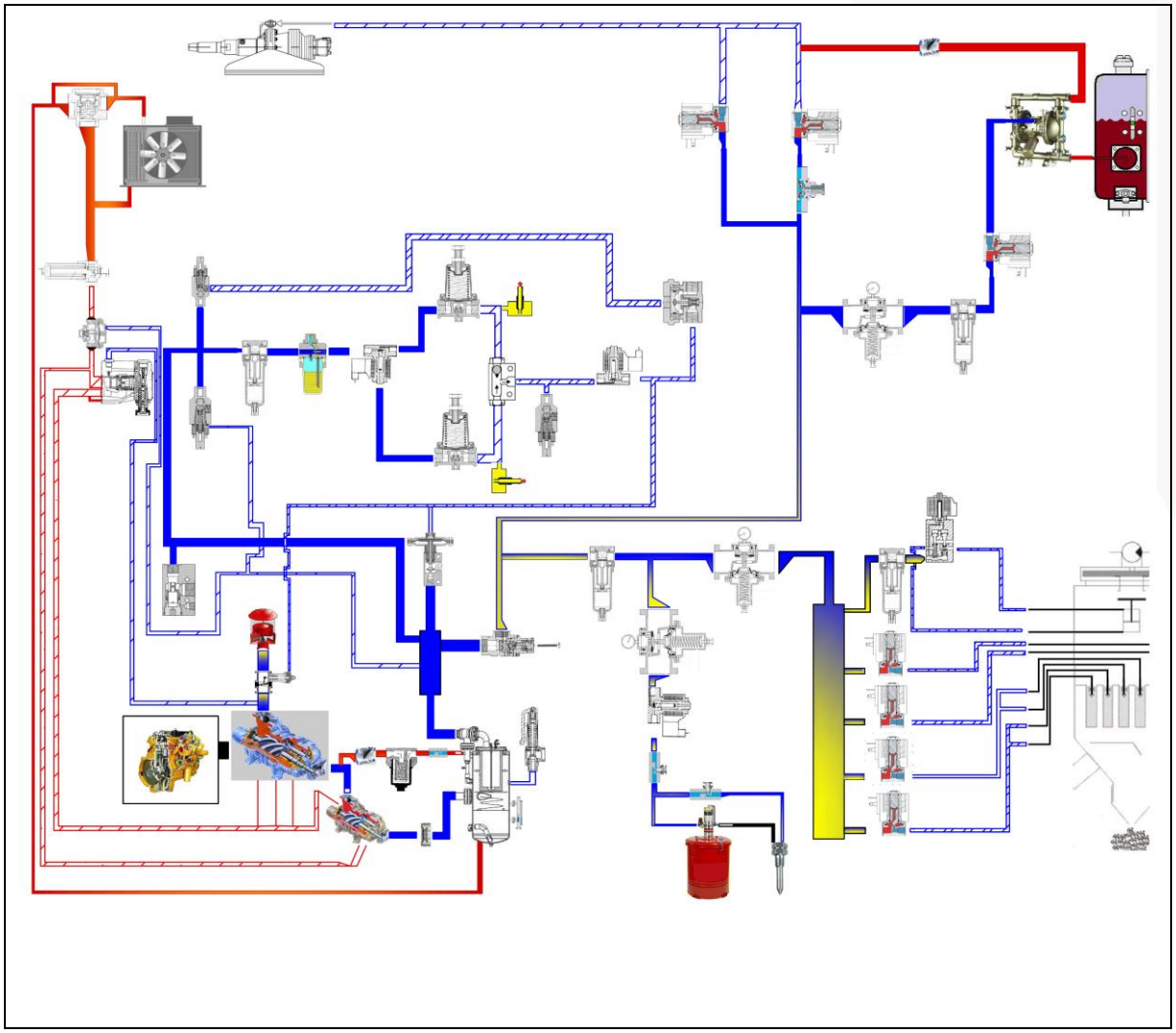

E
16
P
R



Procedimiento aplicado .

- Recortar y armar circuito hidráulico con válvulas en corte.
- Utilizar durante el proceso de armado, los planos neumáticos, para realizar las conexiones.
- Realizar housekeeping.

Ejemplo solo de referencia (borrar)



Nombre del instructor	Fecha	Firma
Observaciones		

Cierre

Comente los resultados de la actividad con su grupo y haga las observaciones y consultas.

Una vez terminado el proceso de armado del circuito neumático el instructor procederá a evaluar la construcción y la correcta conexión de líneas

En el circuito armado se evaluara el funcionamiento de los componentes y sistema neumático de perforación

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