

# Sistema de aire comprimido en buses y camiones eléctricos

La energía primaria para obtener el aire comprimido es diferente si proviene de un motor de combustión o de un banco de baterías.



Ricardo Berizzo  
Cátedra Movilidad Eléctrica  
UTN Regional Rosario  
rberizzo@gmail.com

El aire comprimido se utiliza en buses y camiones desde hace varias décadas, con una tecnología que logró un grado de madurez tal que en la actualidad conforma un sistema altamente confiable y eficaz.

Ahora bien, la energía primaria para obtener el aire comprimido es diferente si proviene de un motor de combustión o de un banco de baterías.

## Breve descripción del sistema básico

La función principal de un compresor de aire para bus o camión es suministrar aire comprimido a los sistemas de frenos, suspensión neumática, sistemas auxiliares, etc.

Por lo general, este tipo de compresor se acciona con el motor de combustión (gasol). En la mayoría de los casos, el compresor de aire se lubrica a través del suministro de aceite del motor de combustión y se enfría con el refrigerante del motor.

Según el modelo del compresor, extraerá aire filtrado, ya sea de aspiración natural (a presión atmosférica) directamente del filtro de aire del vehículo o, ya a mayor presión, del turbocompresor del motor de combustión. Luego, comprime el aire hasta que alcanza la presión requerida del sistema.

El sistema en general, y de frenos en particular, requiere un suministro constante de aire comprimido dentro de una presión máxima y mínima predeterminada a fin de funcionar correctamente.

---

*Todos los compresores tienen un regulador que controla la presión de aire en el depósito de suministro y controla cuándo el compresor necesita bombear aire al sistema*

---



Figura 1. Compresores

Todos los compresores tienen un regulador que controla la presión de aire en el depósito de suministro y controla cuándo el compresor necesita bombear aire al sistema; esto se denomina "ciclo de acumulación de aire", en el que el compresor funciona con carga. Una vez que el sistema tiene suficiente aire, el compresor puede girar sin generar presión, lo que se denomina "funcionamiento sin carga".

El gobernador monitorea cuándo la presión de aire en el sistema se vuelve mayor que la del "corte" preestablecido. Cuando la presión de aire excede la presión preestablecida, el gobernador activa el mecanismo de descarga del compresor, evita que el compresor acumule aire y hace que se purgue el secador de aire. A medida que cae la presión de aire del depósito de servicio, cae al ajuste de "conexión" (mínimo preestablecido) del gobernador. Durante este proceso, el aire atmosférico se comprime. Como resultado, todo el vapor de agua que originalmente estaba en el aire ahora viaja al sistema. Además, una pequeña

cantidad del aceite lubricante del compresor se transfiere al sistema en forma de vapor.

El ciclo de trabajo del compresor es la relación entre el tiempo que dedica a generar aire en relación con el tiempo total de funcionamiento del motor. Los compresores de aire para buses o camiones acumulan presión de aire o funcionan "cargados" hasta el 25% del tiempo.

---

*Los compresores de aire para buses o camiones acumulan presión de aire o funcionan "cargados" hasta el 25% del tiempo*

---

Si un compresor ejecuta ciclos de trabajo más altos, lo que provoca temperaturas más altas en el cabezal del compresor, esto puede afectar negativamente el rendimiento del sistema de frenos de aire. Además, los ciclos de trabajo continuos significan que el sistema de aire requerirá man-

tenimiento adicional debido a que más gotas de vapor de aceite pasan al sistema de frenos de aire.

Los factores que pueden causar ciclos de trabajo más altos innecesarios en los compresores de aire son los siguientes:

- » Tener un compresor subdimensionado.
- » Funcionamiento de accesorios de aire adicionales.
- » Aplicaciones frecuentes de los frenos.
- » Fugas en el sistema de aire (a través de accesorios, conexiones o válvulas).
- » Oscilación excesiva de la suspensión neumática.

---

*Uno de los compresores de aire más comunes que se encuentran en los vehículos pesados modernos hoy en día es un compresor de un solo cilindro con una salida de desplazamiento nominal de 18.7 CFPM a 1.250 rpm*

---

Uno de los compresores de aire más comunes que se encuentran en los vehículos pesados modernos hoy en día es un compresor de un solo cilindro con una salida de desplazamiento nominal de 18.7 CFPM a 1.250 rpm.

El aire comprimido viaja desde el secador de aire hacia los depósitos o tanques de aire. Normalmente, el aire se entrega primero al depósito del sistema de frenos primario y luego al depósito del sistema de frenos secundario. Para cada sistema, el aire presuriza el depósito y las mangueras hasta la siguiente válvula de control, donde permanece a la presión, lista para usar.

Cuando el conductor presiona el freno de pie, el émbolo dentro de la válvula de pedal del freno de pie se mueve, abriendo canales dentro de la válvula de pedal que permiten que la presión de aire que espera allí pase a los sistemas de freno primario y secundario.

Ahora la presión de aire aumenta rápidamente en las cámaras de freno, aplicando fuerza a la varilla de empuje del freno, transfiriendo esta fuerza al freno de disco o mediante un ajustador a un freno de tambor en las ruedas.

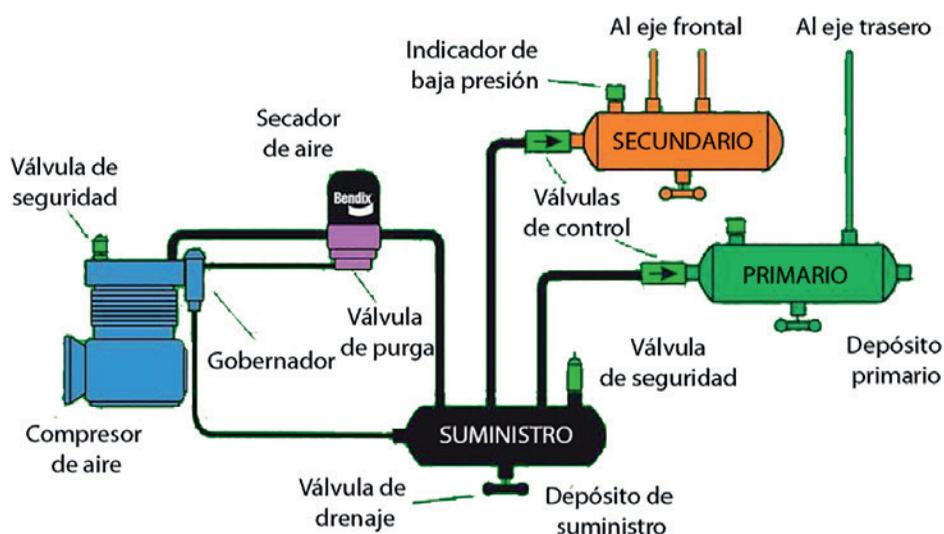


Figura 2. Sistema básico de funcionamiento

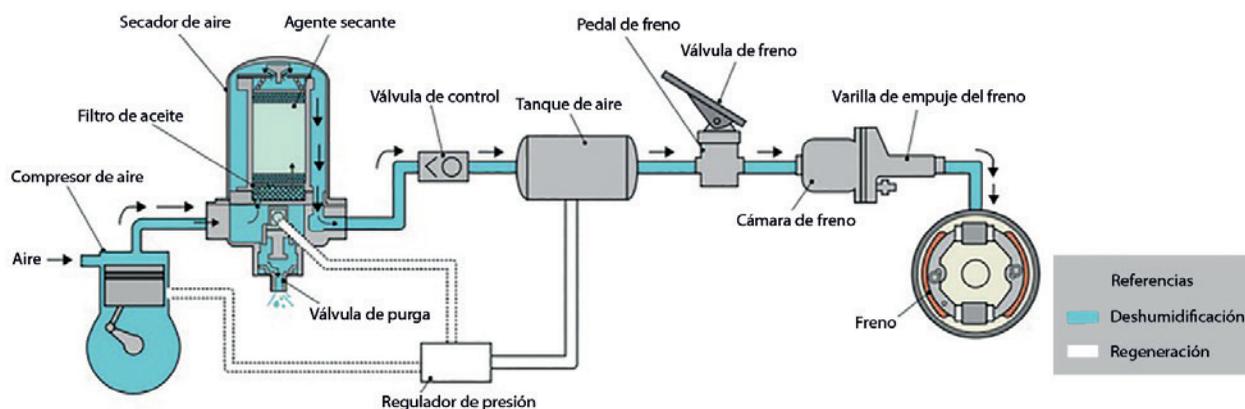


Figura 3. Esquema de funcionamiento

Cuando se suelta el pedal del freno, el aire de las cámaras se expulsa rápidamente, lo que permite que las pastillas o zapatas del freno vuelvan a su posición normal.

### La pieza clave: el compresor

Los compresores comprimen el aire limpio y proporcionan la presión creada a través de la unidad de procesamiento para todos los dispositivos del vehículo que requieren aire comprimido, por ejemplo, el sistema de frenos, y a los consumidores secundarios, por ejemplo, la suspensión neumática y los controles de las puertas.

Los compresores son compresores de pistón de diseño de una o dos etapas. Normalmente se accionan directamente con engranajes desde el motor de combustión del vehículo o por medio de transmisiones por correas.

Características de los compresores:

- » Cantidad de cilindros: uno o dos.
- » Principios de compresión: etapa simple o doble.
- » Tipos de accionamiento: rueda dentada o transmisión por correa.

- » Presiones de funcionamiento: presión normal (NDR) mayor o igual a 8 a 14 bar (en casos extremos, hasta 18 bar).
- » Refrigeración por agua y/o aceite, refrigeración por aire.
- » Tipo de lubricación: comúnmente, de alimentación forzada.

Las presiones del sistema de hasta 14 bar en los vehículos actuales provocan temperaturas muy por encima de los 300 °C en la cámara de compresión con compresión de una etapa. Estas altas temperaturas desencadenan reacciones químicas indeseables que pueden provocar fallos de funcionamiento en el propio compresor y en los dispositivos aguas abajo. Estos problemas se reducen en gran medida mediante el uso de compresores de dos etapas.

### Comprimiendo aire: motores de combustión o motores eléctricos

Aunque prácticamente idénticos por fuera a un autobús diésel (gasoil) convencional, por dentro, los autobuses y camiones eléctricos son fundamentalmente diferentes en lo que respecta a producir el aire comprimido que proporciona la fuente de energía para los frenos de aire, la suspensión neumática, el sistema de puertas, etc.

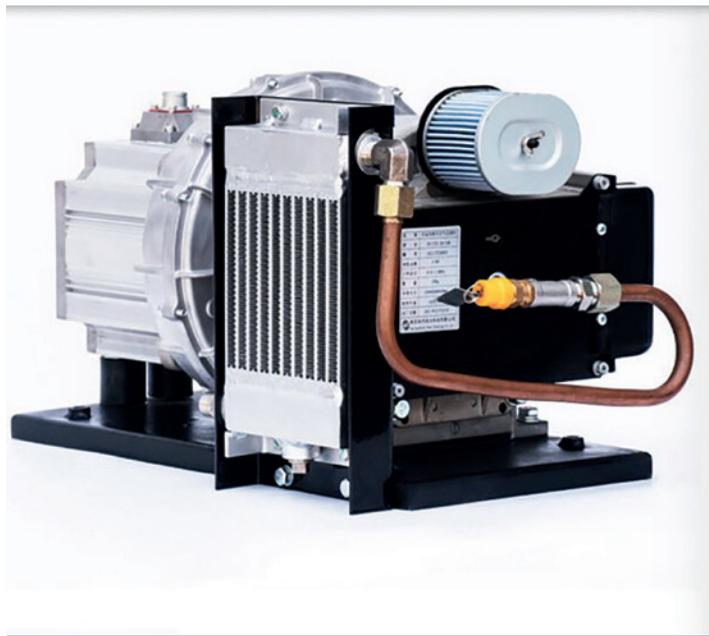


Figura 4. Ejemplo de un compresor de aire Scroll Air End, 2.2 kW, 3 Hp, 100% libre de aceite 250L/Min, 8.8 CFM, concentrador de oxígeno, 0.6-1.2 Mpa (6-12 bar)

---

*Los vehículos eléctricos están equipados con compresores accionados eléctricamente por separado. Conocidos como "compresores electrónicos", estos sistemas se componen de un compresor, un motor de accionamiento eléctrico y un inversor*

---

Mientras que los camiones/autobuses con motores de combustión interna utilizan compresores de aire accionados por el mismo motor, los vehículos eléctricos están equipados con compresores accionados eléctricamente por separado. Conocidos como "compresores electrónicos", estos sistemas se componen de un compresor, un motor de accionamiento eléctrico y un inversor.

A diferencia de los compresores accionados por motores de combustión interna, que se lubrican y enfrían por el circuito de aceite del motor, los compresores eléctricos cuentan con un sistema de lubricación independiente. Además, a dife-

rencia de los compresores convencionales que reciben aire limpio del filtro de aire del motor de combustión, los compresores electrónicos toman el aire del ambiente a través de un filtro de aire integrado. Estos sistemas requieren cambios regulares de aceite y filtro de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y el ciclo de trabajo del vehículo con el objeto de proteger la vida útil del sistema. Los compresores convencionales requieren un mantenimiento mínimo y están diseñados para brindar una vida útil promedio de cinco años.

---

*Estos sistemas requieren cambios regulares de aceite y filtro de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y el ciclo de trabajo del vehículo*

---

Teniendo en cuenta la limitada disponibilidad de energía proporcionada por los bancos de baterías en comparación con un tanque de combustible líquido, todos los componentes auxiliares de los vehículos, como este caso, se deben calcular en miras a lograr la máxima eficiencia de funcionamiento, de tal manera que la incidencia sobre la reducción de autonomía sea la menor posible. ■