

COMPRESORES A TORNILLO

Se presenta al compresor como una máquina térmica, y se indica su uso con gases cuando la necesidad es un incremento elevado de la presión; se hacen algunas acotaciones respecto del fluido de trabajo para el compresor, y se describe el principio de funcionamiento tomando como portador de energía a un gas ideal ($PV=RT$).

Se menciona la clasificación de los compresores, según sigue: Compresores de desplazamiento positivo y compresores de desplazamiento cinético. Indicando que una verdadera compresión [mecánica](#) se realiza en los primeros.

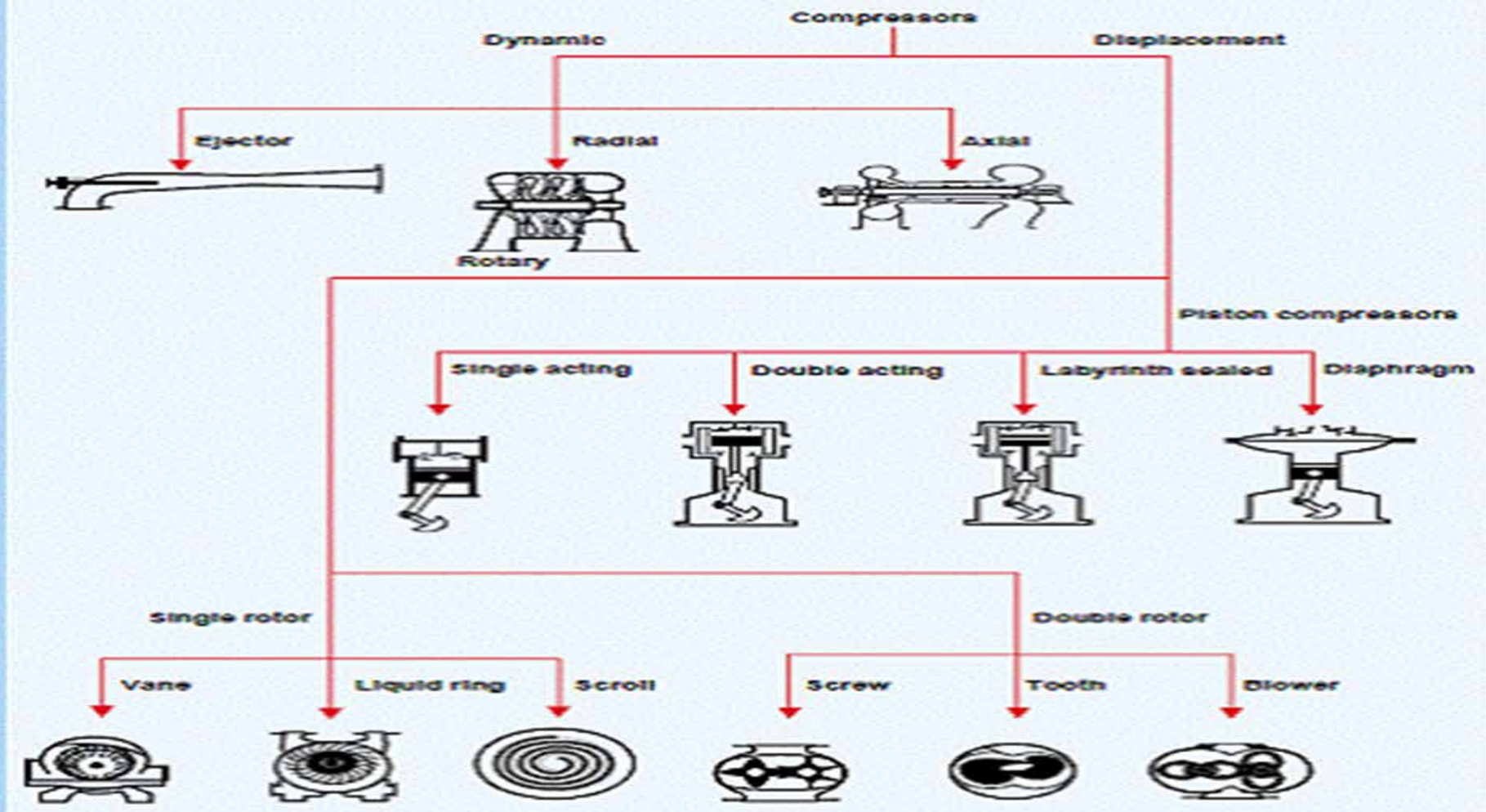
Dentro del [grupo](#) de los compresores de desplazamiento positivo se encuentran los rotativos. Éstos últimos comprimen al gas entre un elemento estator y uno rotor, accionado directamente por el equipo motriz; además, de acuerdo al tipo de rotor se tienen varios tipos y dentro de ellos los compresores de tornillo.

Se describe el [proceso](#) de compresión en los compresores de tornillo: ocurre con un movimiento de rotación del gas combinado con un movimiento de desplazamiento axial, que permite el decremento continuo del volumen que contiene al gas y resulta en el incremento de presión a la salida del compresor. Se distinguen las siguientes fases: aspiración, compresión e impulsión

Finalmente, se hace una breve [descripción](#) de los elementos componentes del compresor de tornillos y se menciona la diferencia entre los compresores con y sin inyección de aceite.

Se describe brevemente a los compresores de tornillo; y a continuación, se brindan algunos [datos](#) interesantes de esta [clase](#) de compresores que detallaré:

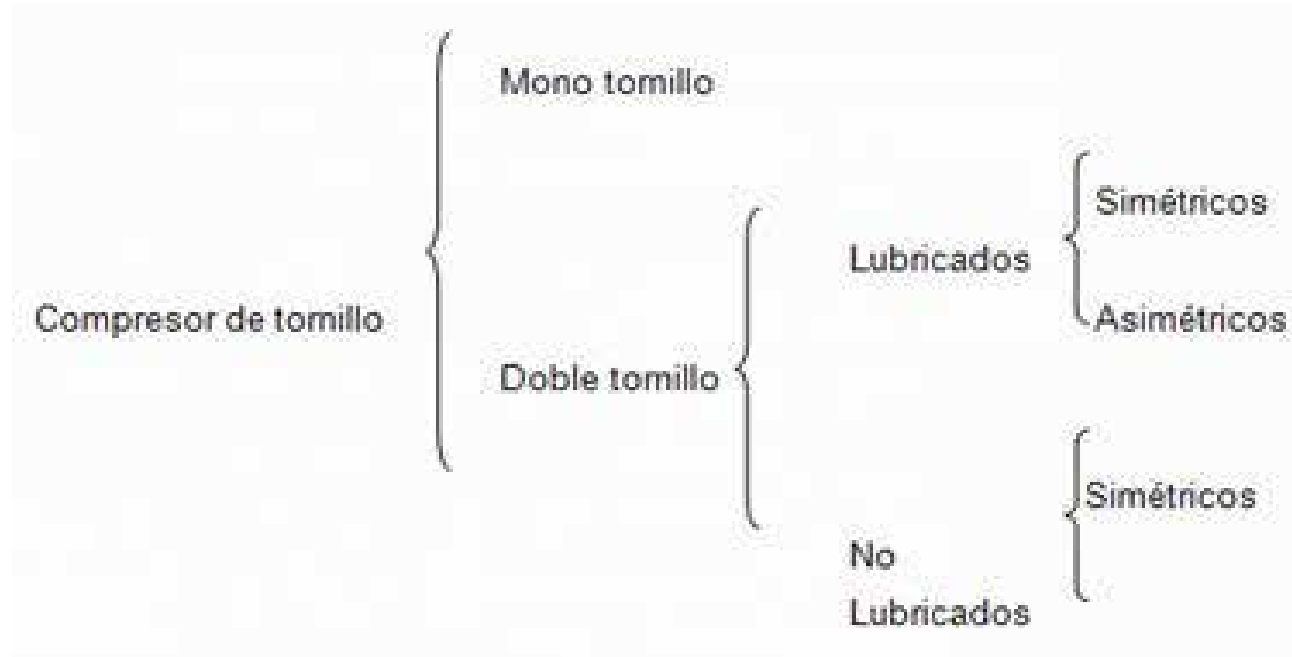
- Tienen la misma curva de rendimiento que los compresores alternativos, pero son mejor adaptables para el uso con mecanismos variadores de [velocidad](#).*
- Usualmente están limitados a una capacidad máxima de 25 000 ft³/min.*
- Su diseño rotativo les permite un funcionamiento libre de pulsaciones.*
- Los engranajes de sincronización transmiten aproximadamente el 10 % del torque.*
- Tienen una tasa fija de pérdidas que causa un calentamiento del aire a la succión, se debe tener en cuenta la velocidad mínima de operación para que no ocurra sobrecalentamiento del equipo con posibles daños en el rotor.*
- Si la temperatura de descarga del compresor excede los 195°C, se deben usar sistemas de refrigeración con aceite.*



The chart shows the most common types of compressor, divided according to their working principles. They can also be divided according to other principles, for example, air or liquid cooled, stationary or portable, etc.

El compresor de tornillo es un compresor rotativo de desplazamiento positivo.

En este caso se va analizar al compresor de tornillo, el cual tiene algunas variantes, cada una para condiciones de [trabajo](#) distintas.



Compresor de doble tornillo

Está compuesto por dos rotores de perfiles conjugados: uno de ellos se denomina macho y posee lóbulos (perfil convexo), mientras que el otro se llama hembra y posee alvéolos (perfil cóncavo). En general, el rotor macho posee 4 lóbulos y el rotor hembra consta de 6 alveolos; sin embargo, existen relaciones de 3/5 y 5/7. Su disposición se observa en la Fig.1.

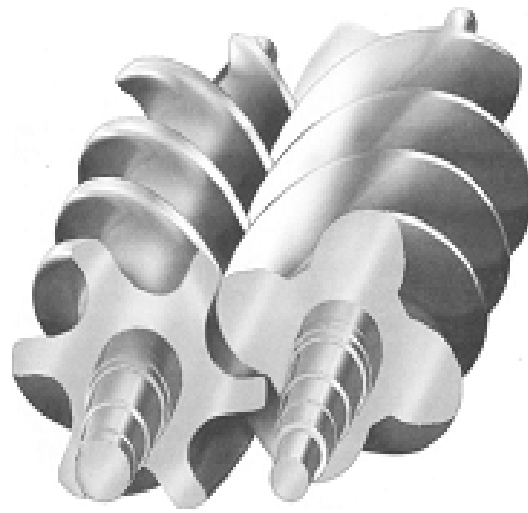


Fig.1 Disposición de los rotores.

El principio de funcionamiento se explica mediante la distinción de las siguientes fases de trabajo:

Aspiración.-*el fluido penetra a través de la entrada de aspiración y llena el espacio creado entre los lóbulos, los alveolos y la carcasa. El espacio aumenta progresivamente en longitud durante la rotación a medida que el engrane de los rotores se aproxima hacia el lado de descarga. Esta fase acaba una vez el fluido ha ocupado toda la longitud del rotor.*

Compresión.-*el fluido disminuye su volumen debido al engrane final de los rotores y en consecuencia aumenta su presión.*

Descarga.-*el fluido es descargado continuamente hasta que el espacio entre los lóbulos de los rotores desaparece.*

Debido a la [geometría](#) de los rotores el flujo es axial y circunferencial. El punto en el que el fluido alcanza la lumbrera de salida determina la relación de presiones del equipo. En la siguiente figura se [muestra](#) las fases de funcionamiento.



Fig. 2 Fases de trabajo. Figura extraída de La [Producción de Frío](#).

Por otro lado los compresores de doble tornillo se subdividen en dos [grupos](#):

Sin flujo de [aceite](#) a través de la máquina.- presenta las siguientes características:

- En este caso se tiene un [juego](#) entre los rotores que en ninguno momento entran en contacto. La sincronización de giro se logra mediante engranajes exteriores.*
- En los compresores de tornillo libres de aceite el perfil utilizado para los rotores es simétrico.*
- Debido a que estos compresores no operan con aceite presentan limitaciones en su funcionamiento [impuestos](#) por la [temperatura](#) y la diferencia de presión*
- La [acción](#) de estos compresores operando a altas velocidades genera altos niveles de [ruido](#). Por lo tanto, siempre deben contar con silenciadores.*

Con flujo de aceite a través de la máquina

Se descartan los engranajes sincronizadores y se transmite el [movimiento](#) por contacto directo de los rotores lubricados. El uso de aceite cambia las características del compresor de tornillo:

- Incrementa la capacidad de relación de presiones*
- No hay necesidad de una chaqueta de [diseño](#) alrededor de la carcasa.*
- Reduce los niveles de ruido y, por ende, se descartan el uso de silenciadores.*

- Se utiliza un filtrador de aceite a la salida del compresor.

El perfil de los rotores puede ser asimétrico y simétrico. El perfil asimétrico mejora el rendimiento del compresor. En la siguiente figura se muestran los perfiles mencionados.

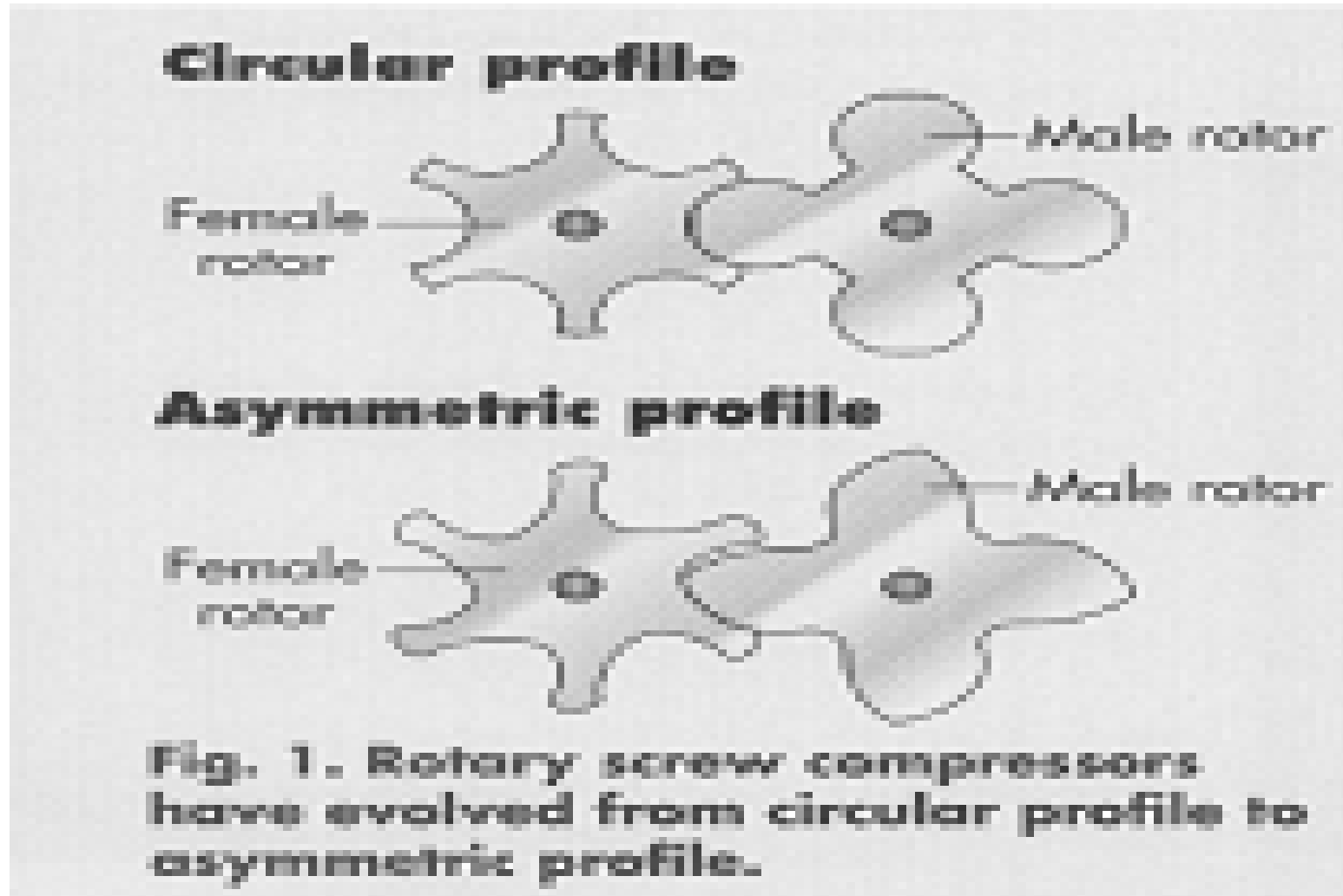


Figura 3.

Locomotora diesel-eléctrica modelo CKD 8 (larga distancia)

Sistema de suministro de aire (A01)

La función del sistema de suministro de aire, es proporcionar aire comprimido limpio y seco que cumpla con los requisitos para sistemas de freno de las locomotoras y vehículos. La locomotora utiliza dos unidades de compresores de aire del modelo SL22-72 tipo tornillo como el origen, el flujo de aire para cada unidad es de 2400L/min. Se instalan dos unidades de secado de torres gemelas del modelo JKG1C como apoyo, y dos micro filtros de aceite del modelo F46-801-MODG como dispositivos de procesamiento del filtro para agua y aceite en el origen del aire. El aire procesado por minuto de cada desecadora tipo torre gemela son de 2.7m³/min. El aire comprimido después del tratamiento puede satisfacer el estándar y norma ISO8573-1 de las partículas sólidas de grado II, aceite de grado II y agua de grado II. Por otra parte la locomotora cuenta con dos depósitos de aire de 503L de volumen conectados en serie para ser recipientes de almacenamiento de aire comprimido, los depósitos de aire están instalados en ambos lados del tanque de combustible debajo del bastidor. Con el fin de cumplir la función de conexión de locomotoras en tándem, en los extremos de locomotoras están instalados tubos mangas de conexión para aire principal y tubos mangas de presión dinámica media.

Unidades de compresor de aire



Foto de la Unidad de compresor de aire SL22-72

El modelo del grupo de compresores de aire es SL22-72 de tipo tornillo, su motor de accionamiento es del modelo ZTP-180C2 tipo DC. Este grupo del compresor de aire tiene dispositivo del control de temperatura y presión, que puede realizar el arranque sin carga. El aire escapa hacia arriba a través de los orificios de ventilación del enfriador. El estado de funcionamiento del grupo de compresor de aire es controlado por el control automático del interruptor de presión de aire principal, también puede ser forzado por el botón de control manual para su accionamiento de inicio o parado.

Parámetros técnicos:

Modelo SL22-72

Revolución por minuto 2640 r/min

Caudal 2400 L/min \pm 6%

Presión de trabajo 10 bar

Potencia del eje 22kW \pm 7%

Marca de aceite de motor Anderol 3057M

Temperatura de funcionamiento -10°C~+50°C

Modelo de motor ZTP-180C2

Tensión de trabajo 110V (min.75VDC, max.135VDC)

Corriente de trabajo 245A \pm 10%

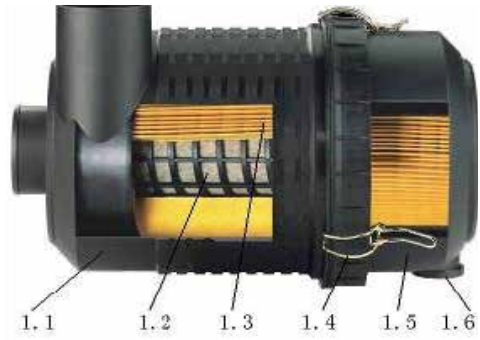
Grado de protección IP23

Velocidad de flujo del aire refrigerado 0.55m³/s

Control de tensión 24~110VDC \pm 30%

Peso de encintado 400kg \pm 3%

aire



Referencias

1.1-carcasa

1.2-filtro de seguridad

1.3-filtro

1.4-cerrojo

1.5-tapa trasera de la carcasa

1.6-diafragma

Vista en corte del filtro de aire



Indicando Filtro limpio

Indicando Filtro sucio

Figura del indicador de filtro sucio (indicador de vacío)

Cuando el indicador muestra el color rojo, hace falta limpiar o cambiar el filtro de aire, después hay que restablecer el indicador manualmente

Modo de trabajo del compresor

El grupo de compresor puede trabajar de manera intermitente o continua. El límite dado por el monitor de presión en circunstancias normales: Presión de arranque a 7,5 bares y presión de parada a 9 bares.

La compresión de aire es de una sola etapa, con casi ninguna pulsación. La lubricación, sellado y refrigeración en el proceso de compresión son realizados a través del aceite.

Introducción de la función de los componentes

El aire a las máquinas pasa a través del filtro y después entra en la unidad del compresor.

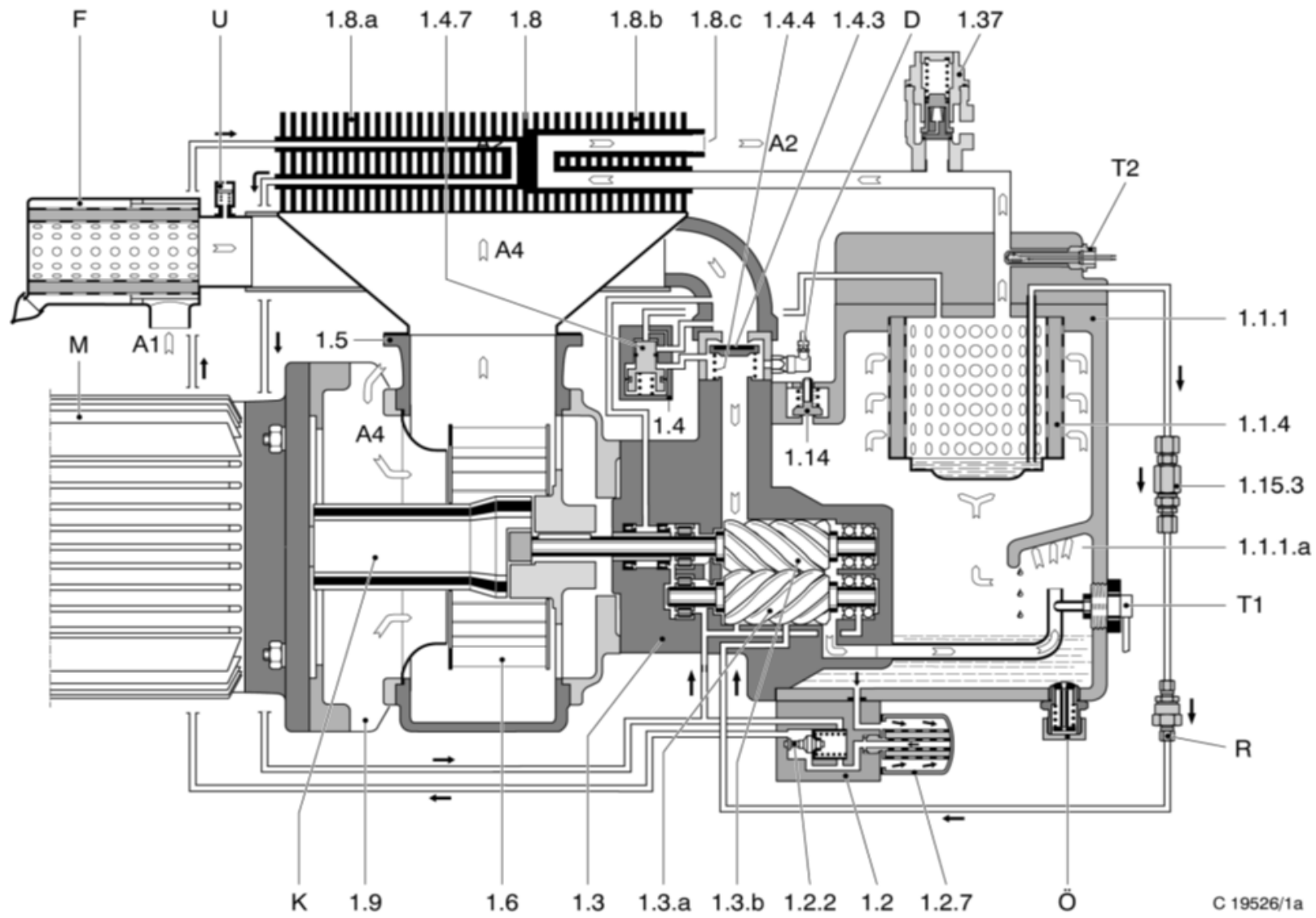
El indicador de vacío (U) que hay sobre el filtro de aire (F) muestra cuándo se necesita realizar el mantenimiento del filtro de aire.

El aire comprimido por la unidad del compresor circula a través de la carcasa de compresor (deflector 1.1.1.a, separador de aceite fino 1.1.4) y después desaceita entra en las tuberías del aire comprimido (1.8.c) a través del radiador de aire (1.8.b).

Durante el proceso de compresión, el aceite utilizado para el sellado, lubricación y enfriamiento circula a través de la unidad del control de aceite (1.2) entra de nuevo en la unidad del compresor. El aceite entra por el radiador de aceite (1.8.a) de conexión intermedia cuando la temperatura del aceite es muy elevada.

El radiador de aceite y de aire (1.8) obtiene aire frío (A4) por el ventilador centrífugo (1.6).

Después de cada parada del grupo de compresor, la válvula de reducción de presión (1.4) reduce la presión dentro del compresor a la presión atmosférica



C 19526/1a

Referencias de la figura de la Unidad de compresor de aire SL22-72

1.1.1 Carcasa de la unidad del compresor

1.1.1a Deflector

1.1.4 Componentes del filtro y desaceitado del aire comprimido

1.2 Unidad del control de aceite

1.2.2 Termóstato

1.2.7 Filtro de aceite de tubo

1.3 Unidad del compresor

1.3.a Rotor principal

1.3.b Rotor secundario

1.37 Válvula de presión

1.4 Válvula de reducción de presión

1.4.3 Disco de válvula

1.4.4 Muelle de compresión

1.5 Voluta

1.6 Ventilador centrífugo

1.8 Radiador

1.8.a Radiador de aceite

1.8.b Radiador de aire

1.8.c Conexión de aire comprimido

1.9 Caja de conexión

1.14 Válvula de seguridad

1.15.3 Filtro de tubos de succión

Ö Válvula de drenaje de aceite

K Acoplamiento

F Filtro de aire

M Motor

T1 Interruptor por temperatura

T2 Monitor de temperatura

U Indicador de vacío

R Válvula de retención

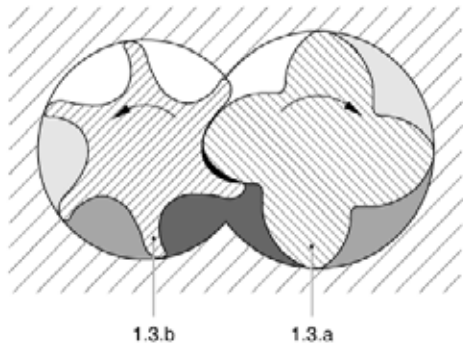
A1 Orificio de admisión

A2 Salida del aire comprimido

A4 Aire para refrigeración

Compresor de tipo tornillo

El compresor trabaja como una máquina de extrusión, es decir, que trabaja según el principio de transmisión forzada. Están diseñadas por ser máquinas rotatorias biaxiales. La unidad del compresor está formado por un par de rotor helicoidal con dientes asimétricos, y los rotores trabajan dentro de un armario gris de fundición. El aire entra de forma radial sale de forma axial por una apertura de moldeo especial de la carcasa de la unidad del compresor.



1.3. a –Rotor principal 1.3.b –Rotor secundario

Diagrama esquemático de los rotores

Con la rotación del rotor, la cantidad del aire situada entre los dientes cambia constantemente, si la entrada de aire se deja abierta, el aire será inhalado. Si las dos aperturas están cubiertas por rotores, el aire será comprimido y al mismo tiempo será empujado a la salida. Cuando en la salida del aire se deja abierta, por los rotores, el aire es comprimido a una presión final, saldrá empujado al seguir girando los rotores.

Compresores Excentos de Aceite

Tipos de Aplicaciones

El compresor de tornillo es principalmente usado para proveer aire comprimido en la [industria](#) de [construcción](#); alimenticia; farmacéutica; metalúrgica y en [transporte](#) neumático.

También son ampliamente utilizados para la compresión de refrigerantes para [sistemas](#) de [aire](#) acondicionado y de hidrocarburos en la industria Química

Estos compresores tienen cámaras de compresión libres de aceite lo cual permite suministrar aire limpio sin [contaminación](#) por el lubricante. Esto es posible a que hay contacto metálico entre los rotores ya que son mecanizados con precisión evitando el calentamiento y la consecuente lubricación.

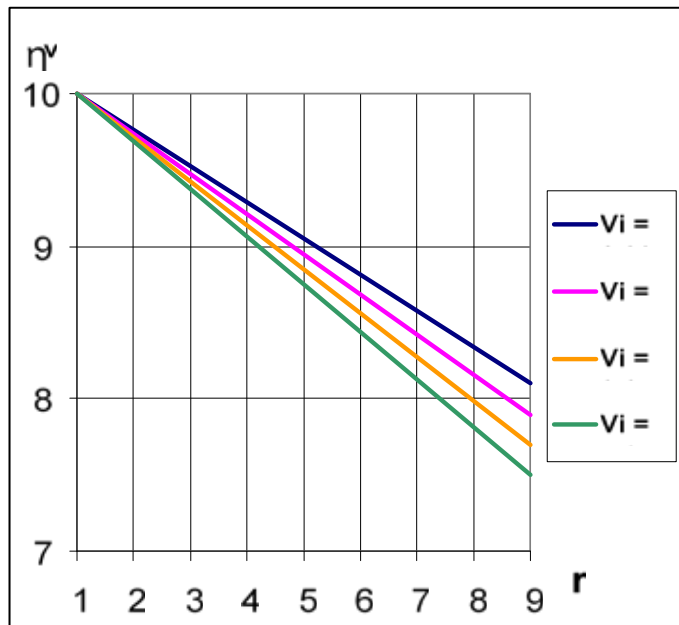
Estos compresores cuentan además con módulos de recuperación de energía, suministrando [agua](#) caliente (85-90°C) utilizable como precalentadores de [calderas](#), duchas, secadores, refrigeración por adsorción etc.

Algunos vienen con la opción Full Feature que incorpora al equipo un secador y filtro de aire para aplicación de alta pureza de aire, como en la industria de los [alimentos](#).

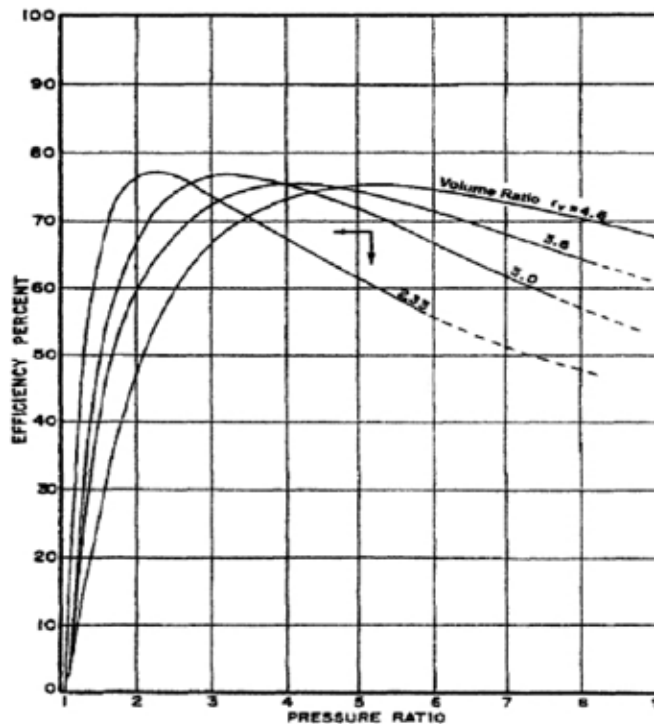
ZT 15-22, ZR/ZT 30-45 y ZR/ZT 22-37-55 VSD

La línea ZT es refrigerada por aire mientras que la línea ZR es refrigerada con agua.

Condiciones De Ensayo Para determinación de las Curvas



Rendimiento volumétrico



Rendimiento adiabático

Las consideraciones iniciales que se tienen que tener en cuenta son las condiciones a las cuales han sido hecho los ensayos para poder elaborar el catálogo tales como la temperatura de 20°C, la presión de 1 bar y la humedad relativa de 0%

Rendimientos típicos de compresores de tornillo para distintas relaciones de volumen intrínsecas V_i

El engrane entre los rotores ocasionaría importantes pérdidas por fricción, además de un rápido desgaste, si no se tomaran medidas para impedirlo. Las soluciones pueden ser:

Transmitir el movimiento a los dos rotores helicoidales independientemente, mediante engranajes externos. Tiene las desventajas de requerir una sincronización muy delicada entre los engranajes y la de producir fugas entre ambos tornillos que hacen muy bajo el rendimiento volumétrico. Se utiliza esta

