

QUANTUM

EFICACIA ENERGETICA
La nueva generación de maquinas enfriadoras



**NUEVA TECNOLOGÍA DE ENFRIADORAS DE AGUA A BASE DE
TURBOCOMPRESORES SEMIHERMÉTICOS SIN ACEITE**

QUANTUM EQUIPOS DE REFRIGERACION, S.L.

Pº Castellana, 163
28046 Madrid
Tel: 91 567 5700
Fax: 91 567 5786

1 Resumen

Las nuevas enfriadoras de líquido Quantum se caracterizan por el uso de turbocompresores semiherméticos de dos etapas, completamente libres de aceite y con cojinetes magnéticos sin fricción. Cada unidad puede incorporar entre 2 y 7 compresores en paralelo, de forma que se cubre la gama entre 600 y 2100 kW de potencia frigorífica.

Los turbocompresores disponen de regulación de capacidad mediante álabes directrices, así como de variación electrónica de velocidad.

Esta nueva tecnología asegura que se minimizan las emisiones, el ruido y las vibraciones, al mismo tiempo que se obtienen un excelente rendimiento energético, sobre todo a carga parcial.

2 Generalidades sobre los turbocompresores

Existen dos clases principales de compresores: de desplazamiento positivo y rotodinámicos.

Los compresores de desplazamiento positivo aumentan la presión del vapor mediante la reducción del volumen de una cámara de compresión, aplicando trabajo mecánico. Son compresores de desplazamiento positivo los alternativos o de pistones, de tornillo (simple o doble), scroll, trocoidales, etc.

En los compresores rotodinámicos el impulsor, rodete o rueda de álabes comunica al vapor una energía cinética que luego se transforma en energía de presión. Según la dirección relativa del flujo de vapor a través del compresor, se pueden clasificar en axiales y centrífugos, siendo éstos últimos los que permiten salvar mayores diferencias de presión, que son las necesarias en aplicaciones de refrigeración. Los axiales en cambio son adecuados para grandes desplazamientos volumétricos.

De forma general, el rendimiento termodinámico de los turbocompresores es mayor que el de los de desplazamiento positivo (pistones, tornillos, scroll, etc)., Los turbocompresores no tienen un desplazamiento volumétrico característico, y su diseño se optimiza para un determinado punto de funcionamiento. Si el punto de trabajo cambia se requiere un complejo sistema de control para mantener la eficiencia en las nuevas condiciones, y esto era generalmente un inconveniente para utilizar los turbocompresores. Por esta razón la aplicación de los turbocompresores a la refrigeración estaba tradicionalmente limitada a grandes potencias, donde se justificaba este complejo sistema.

Las figuras 1 y 2 permiten hacerse una idea de la configuración de un turbocompresor.

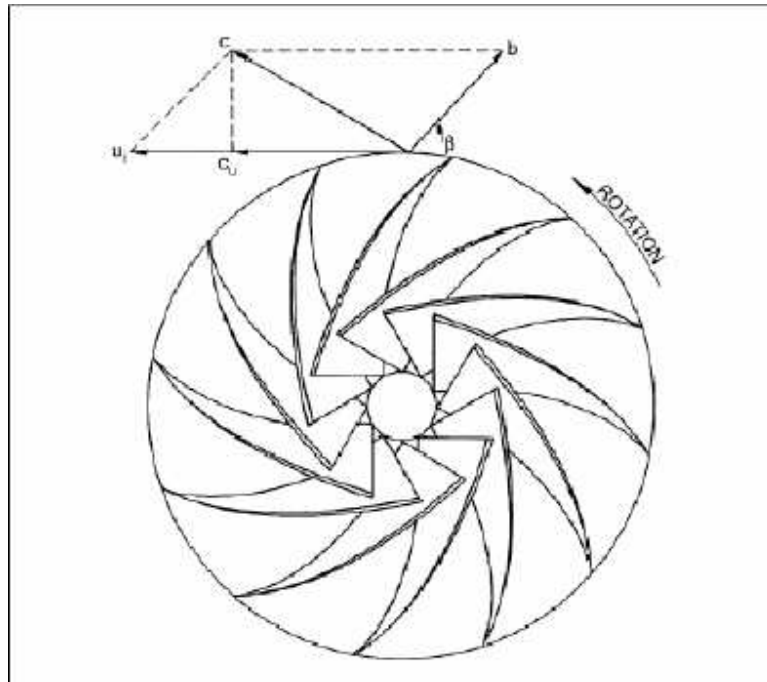


Figura 1: Vista frontal del rodete de un turbocompresor

Algunas características generales de los turbocompresores son las siguientes:

- Flujo completamente continuo, sin pulsaciones
- Es posible construir compresores de varias etapas, montando varios rodetes en el mismo rotor.
- Relación de compresión por etapa limitada a 4. Para relaciones superiores son necesarias varias etapas. Por tanto adecuado para aplicaciones de refrigeración de media y alta temperatura
- Por su principio de funcionamiento, son más eficaces para refrigerantes cuyo vapor tenga una densidad relativamente alta (R-22, R-134-a, etc)
- Grandes desplazamientos volumétricos, en relación a su tamaño. Cubren la gama de 500 a 50.000 m³/h
- Caudal desplazado fuertemente dependiente de la diferencia de presiones
- Funcionamiento a velocidades de rotación elevadas, normalmente mayores de 10.000 rpm
- Muy buen rendimiento a carga parcial, mediante regulación de velocidad de giro
- Ausencia de vibración y poco ruido, puesto que la única parte móvil es el rotor, que gira a velocidad constante y está perfectamente equilibrado
- Sencillez mecánica y pocas partes móviles, lo que resulta en menor desgaste y poco mantenimiento

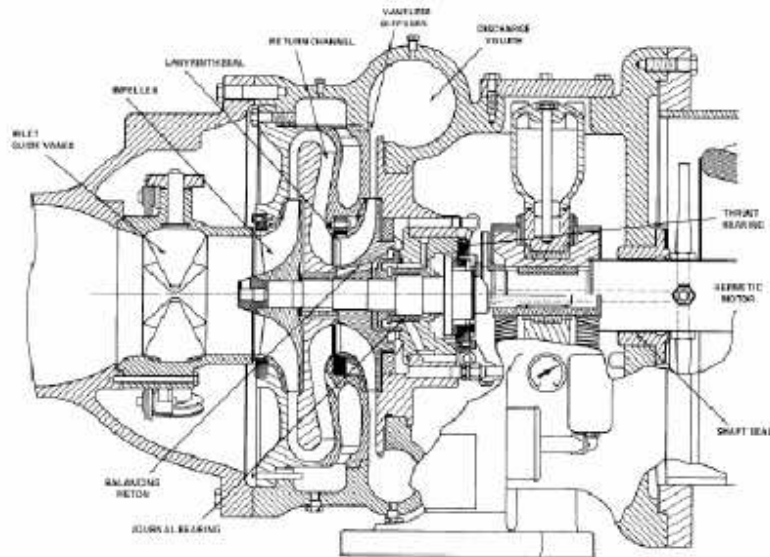


Figura 2: Sección longitudinal de un turbocompresor de dos etapas

Es especialmente importante comprender el comportamiento de un compresor centrífugo en diferentes condiciones. Este comportamiento se representa en la figura 3, en la que en el eje horizontal se lee el caudal y en el vertical el salto de presiones. La línea marcada "**surge envelope**" indica el límite de los puntos de funcionamiento estable del compresor. A la izquierda y por arriba de esta línea el funcionamiento del compresor es inestable. Los "óvalos" corresponden a líneas de igual rendimiento η , y las curvas denominadas 0,7 a 1,1 M_1 representan diferentes velocidades de giro, expresadas en función de la nominal M_1 . En la figura la línea "**system characteristic**" representa el conjunto de puntos descriptivos de las posibles condiciones de funcionamiento de una enfriadora de agua.

Puede verse en la figura que la variación de velocidad del compresor es un medio muy eficaz de variar su capacidad (caudal), manteniendo siempre un buen rendimiento. No obstante, la capacidad sólo puede reducirse hasta aproximadamente un 60%, punto en el que entramos en la zona inestable. Es posible reducir aún más la capacidad actuando en el ángulo de los álabes de prerrotación que pueden disponerse en la aspiración del compresor.

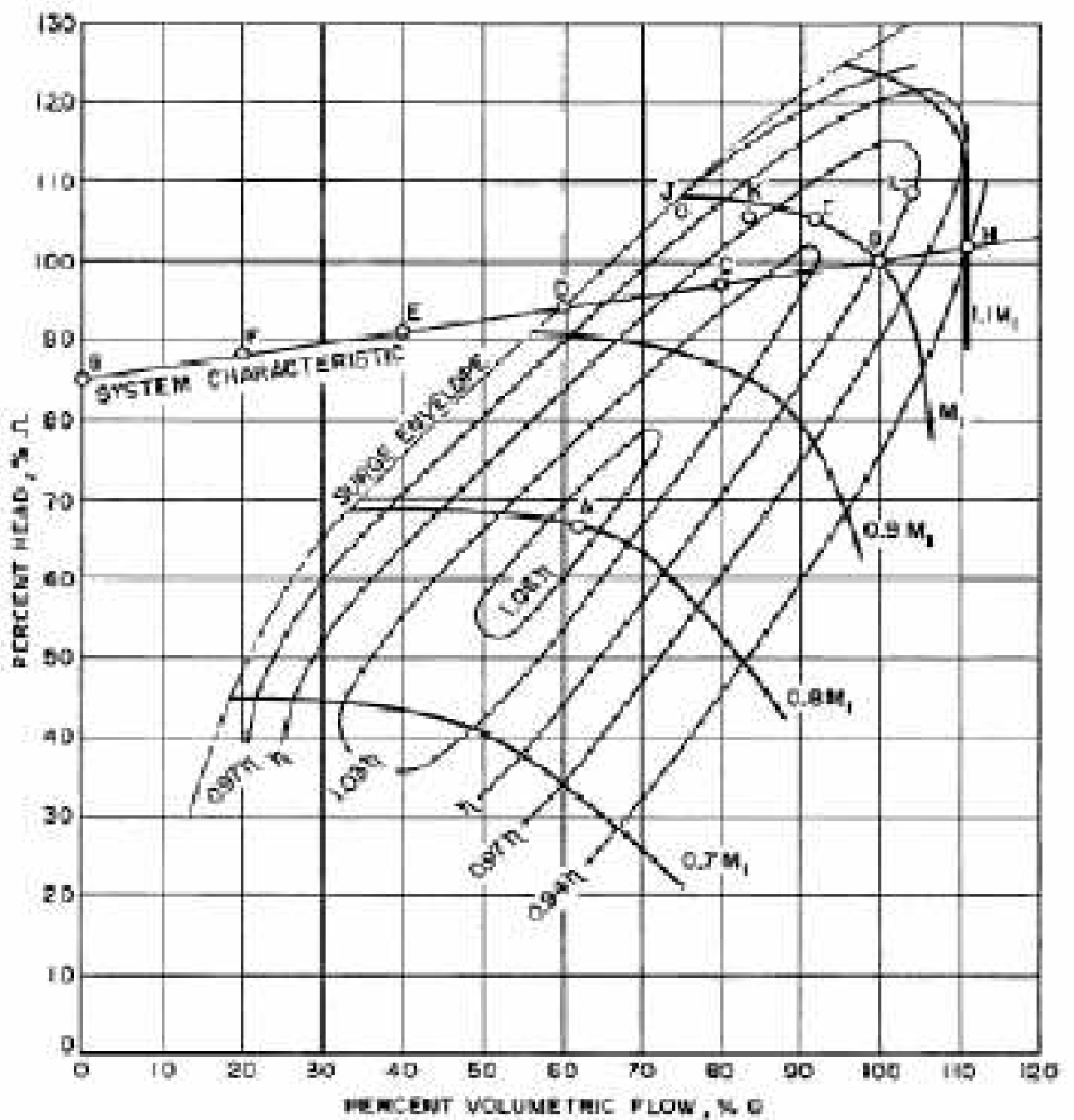


Figura 3: Curvas características de un turbocompresor

3 Turbocompresores con velocidad variable y libres de aceite

Los compresores empleados en la gama de enfriadoras Quantum se fabrican en la compañía canadiense Turbocor Inc., con gran prestigio en el desarrollo de compresores para su uso en refrigeración.

Los compresores instalados en las unidades Quantum disponen de un exclusivo sistema de regulación, combinando álabes de prerrotación y variación de velocidad, que permiten optimizar el rendimiento en una amplia gama de condiciones de trabajo. La aplicación de los compresores Turbocor a la refrigeración permite aprovechar las ventajas de los grandes turbocompresores, en potencias medianas, con gran simplicidad y con un coste reducido.



Figura 4: Vista exterior del turbocompresor hermético Turbocor

Las principales características de estos compresores son las siguientes:

- Cojinetes magnéticos, sin lubricación
- Compresores semiherméticos, virtualmente libres de fugas
- Compresión dinámica en dos etapas, con álabes regulables de prerrotación
- Regulación electrónica de velocidad entre 0 y 45.000 r.p.m, integrada en el compresor
- Variación de capacidad continua desde 20 a 100%
- Sensores incorporados para garantizar una operación segura y óptima
- Muy baja corriente de arranque (menor de 5 A)
- Desplazamiento volumétrico de 480 m³/h, lo que le confiere una capacidad de 315 kW (enfriamiento de agua 12/6°C)
- Rendimiento (COP) creciente en funcionamiento a carga parcial (según norma ARI-Standard 550-590-98)
- Carente de vibraciones y con baja emisión de ruido (presión acústica < 75 dB (A) a 1 m).
- Diseño muy compacto, y de poco peso, en relación a la potencia

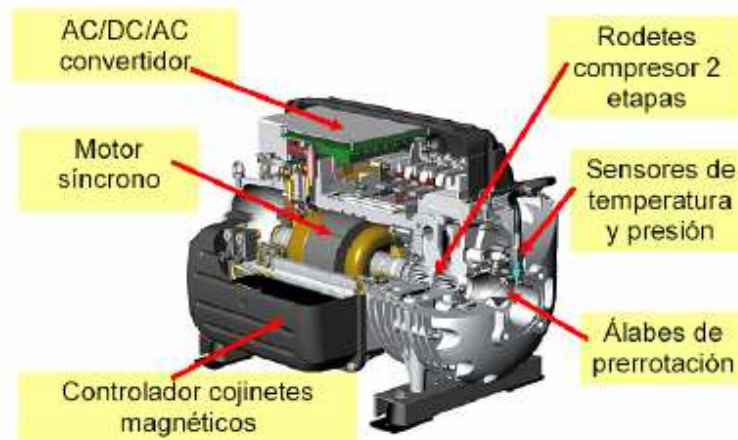


Figura 5: sección de un turbocompresor sin aceite Turbocor

Seguidamente se detallan más estas características.

3.1 Cojinetes sin lubricación

En los compresores convencionales con cojinetes lubricados con aceite, existen pérdidas de energía por fricción, y es necesario un complejo sistema para garantizar una lubricación segura: bombas, circuito de aceite, filtros, enfriadores, etc. Cualquier fallo del sistema de lubricación puede provocar graves deterioros en la máquina.

Los cojinetes electromagnéticos incorporan un conjunto de imanes permanentes y electroimanes, controlados digitalmente. La única parte móvil del compresor, el conjunto eje-rodetes, "flota" mientras gira soportado por el sistema de cojinetes magnéticos (dos radiales y uno axial). De esta forma, las pérdidas energéticas por fricción son 50 veces inferiores a las de un compresor convencional de la misma capacidad: 180 W frente a 9k W. Además, se alarga la vida del equipo al evitar el contacto entre piezas móviles.

La posición en el espacio del eje del compresor se comprueba electrónicamente mediante cuatro sensores, 60 veces por vuelta (esto es cada 6°, o seis millones de veces por minuto) y el sistema de control actúa permanentemente corrigiendo cualquier desviación, incluso si el rotor está desequilibrado. La máxima desviación permitida es de 12 µm.

En caso de corte brusco de la electricidad, el motor eléctrico se convierte en generador, y es capaz de mantener la necesaria excitación de los cojinetes magnéticos, hasta que la máquina se detiene por completo.



Figura 6: perspectiva general del conjunto rotor-rodetes-cojinetes

Cuando los cojinetes magnéticos no están excitados, el rotor se apoya en cojinetes de grafito, que evitan el contacto entre partes metálicas. Estos cojinetes están proyectados para años de uso sin mantenimiento.

El uso de cojinetes magnéticos sin lubricación permite un funcionamiento sin fricción, sin vibraciones, sin ruido, con alto rendimiento y gran fiabilidad. Además, se elimina la necesidad de aceite, lo que entraña muchas ventajas, especialmente en aplicaciones de refrigeración (ver punto XXX siguiente).

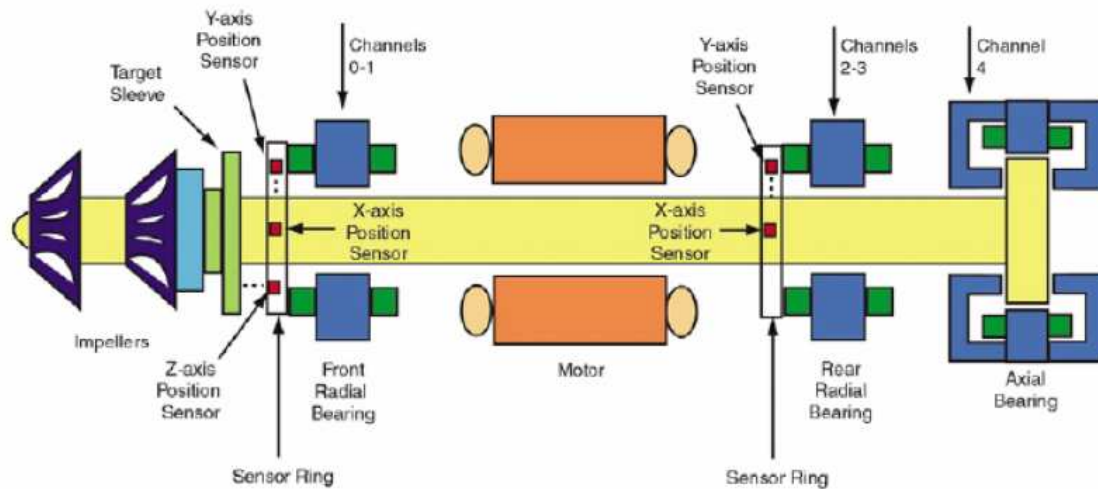


Figura 7: sección esquemática del conjunto rotor-rodetes-cojinetes, indicándolos principales elementos

Las figuras 6 y 7 muestran la configuración de los cojinetes magnéticos.

3.2 Funcionamiento totalmente libre de aceite

El aceite es necesario como lubricante en la práctica totalidad de los compresores empleados en refrigeración: pistones, tornillos, scroll, y centrífugos convencionales. En el caso concreto de los compresores de tornillo, el aceite es indispensable para garantizar la estanquidad entre los rotores, y para refrigerar la compresión. En estos compresores hay que instalar elementos adicionales, tales como separadores, bombas y enfriadores de aceite, los cuales tienen un coste, aumentan la complejidad de la máquina y empeoran además la eficiencia energética.

El aceite cumple su función lubricante en el compresor, pero en la práctica es inevitable que el refrigerante en circulación arrastre aceite desde el compresor hacia otras partes del circuito, donde su presencia es indeseable. Por ejemplo, en una enfriadora con evaporador multitubular inundado el aceite forma una capa en los tubos, que disminuye su capacidad de transmisión de calor.

El proyecto de investigación ASHRAE 601 ha analizado este fenómeno en diversos evaporadores inundados que llevaban tiempo en servicio. La concentración media de aceite en los evaporadores era del 13%, lo que producía una pérdida de rendimiento de más del 20%.

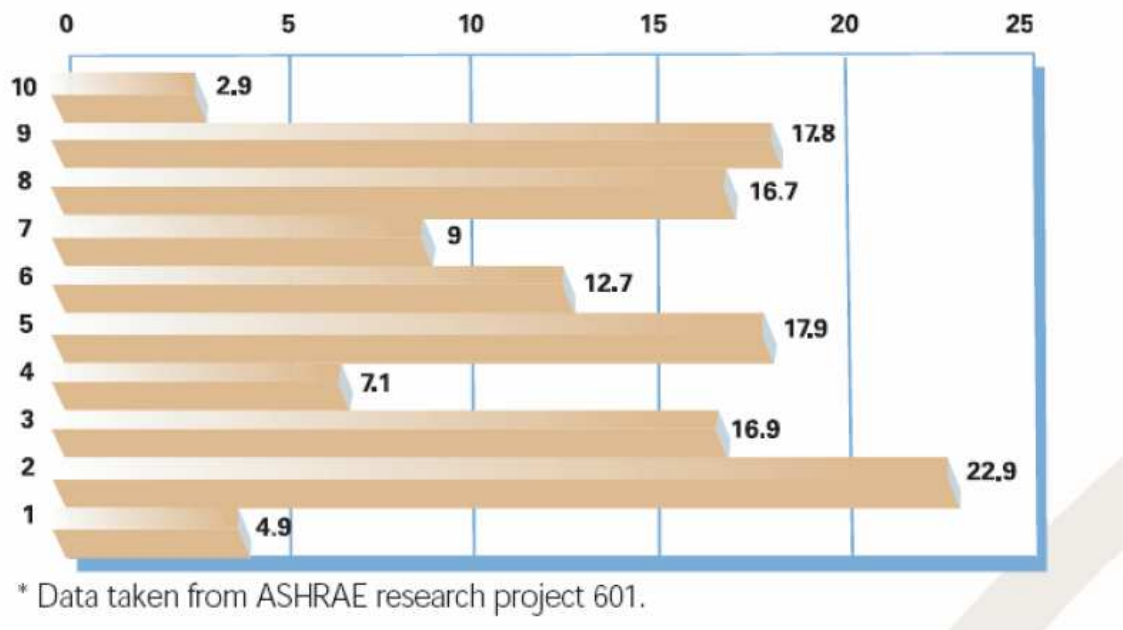


Figura 8: presencia de aceite en evaporadores de enfriadoras (en %)

La figura 9 presenta la incidencia sobre el rendimiento de la presencia de aceite en los evaporadores. Una concentración de aceite del 3,5% provoca un descenso del rendimiento del 8%.

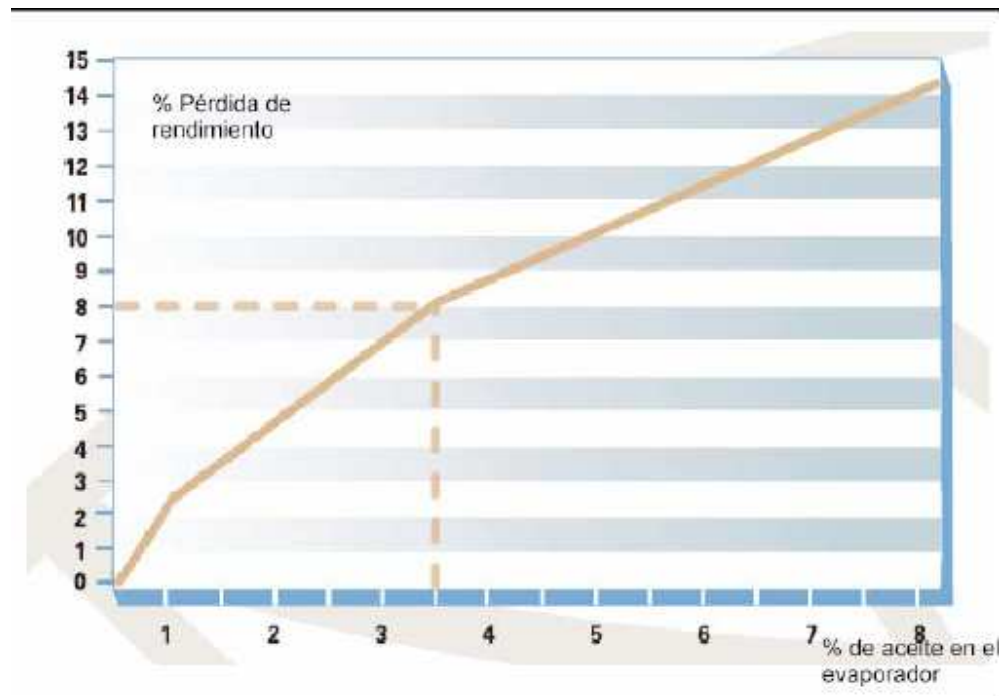


Figura 9: pérdida de eficiencia por presencia de aceite en los evaporadores de enfriadoras (en %)

Existen tecnologías de separación y recuperación del aceite que reducen este efecto, pero no lo evitan. La única forma de garantizar que no se deposite aceite en las superficies de intercambio es que NO EXISTA aceite en el circuito. La compresión absolutamente libre de aceite es una de las principales ventajas de esta tecnología, aplicada a la refrigeración. Hasta ahora la compresión sin aceite estaba reservada a unas cuantas aplicaciones muy especiales, tales como licuefacción de gases reactivos, tóxicos o inflamables. Para ello se empleaban compresores de pistón seco, de elevado coste. La aplicación de los cojinetes magnéticos permite obtener las ventajas de la compresión sin aceite, evitando costes excesivos. Esto permite aplicar esta tecnología competitivamente en el campo de la refrigeración.

Otra ventaja fundamental de la ausencia de aceite es que se evita el riesgo de contaminación medioambiental. El aceite empleado como lubricante en los compresores se considera como altamente contaminante, y debe evitarse cualquier posibilidad de vertido del aceite a los cursos de agua o a la red de saneamiento.

Por tanto, si se emplea aceite en los compresores, debe preverse un sistema de captura del aceite en el saneamiento de las salas de máquinas, que evite el vertido al medio. Por supuesto, el aceite envejecido que deba cambiarse, debe entregarse a un tratador especializado, con los costes de gestión correspondientes.

Los aceites empleados como lubricantes son combustibles. La presencia de aceite en los circuitos frigoríficos y la necesidad de mantener una cierta cantidad de reserva en el almacén de mantenimiento implican un riesgo de incendio.

Todos estos riesgos medioambientales se evitan empleando máquinas de refrigeración libres de aceite, como las Quantum.

3.3 Elevada eficiencia energética

Los compresores centrífugos en refrigeración siempre han demostrado gran eficiencia energética. El problema es que su aplicación estaba tradicionalmente limitada a grandes potencias. El desarrollo de esta nueva gama de compresores permite aplicar ventajosamente los centrífugos a potencias medias (a partir de 300 kW).

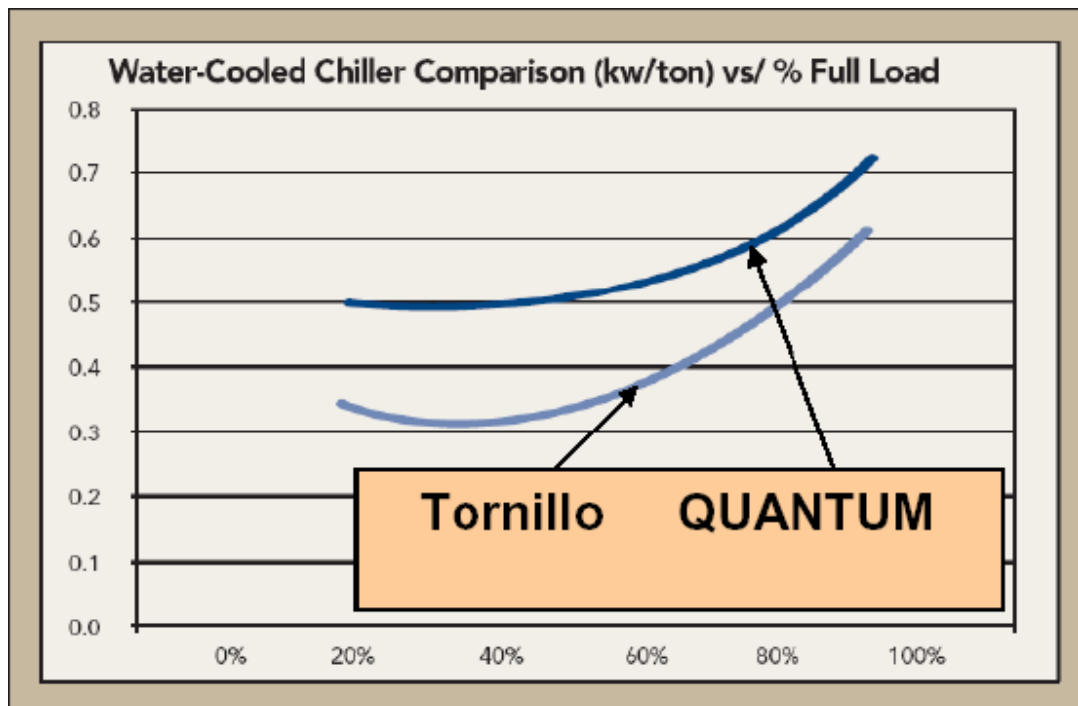


Figura 10: Consumo energético relativo QUANTUM / Tornillo

En la figura 10 se muestra la curva de rendimiento de un turbocompresor sin aceite comparado con uno de la misma potencia, de tornillo. A plena potencia, el turbocompresor presenta un consumo un 15% inferior. La diferencia es aún mayor a carga parcial: al 40%, el consumo del turbocompresor es un 40% inferior. Teniendo en cuenta que muchas plantas trabajan a carga reducida más de $\frac{3}{4}$ partes del tiempo, la incidencia energética global de estas diferencias de rendimiento es enorme.

El excelente rendimiento energético y el funcionamiento sin aceite convierten a la tecnología Quantum en la más beneficiosa para el medioambiente.

3.4 Regulación de capacidad por variación de velocidad

La mayoría de compresores herméticos se accionan mediante motores asíncronos o de inducción, con rotores de jaula de ardilla. Los compresores de las unidades Quantum incorporan un accionamiento de velocidad variable, mediante un motor síncrono con rotor de imán permanente y estator alimentado a través de un convertidor de frecuencia. Este tipo de motor es mucho más ligero y pequeño que el equivalente de inducción.

El control del compresor adapta la velocidad del compresor de modo óptimo a condiciones variables de funcionamiento, debidas a cambios en la presión de condensación, de evaporación, o de demanda frigorífica, variando entre 18.000 y 48.000 rpm. De esta forma, el compresor puede trabajar entre el 20% y el 100% de su capacidad, con excelente rendimiento. De hecho, aunque parezca sorprendente, el rendimiento global de unidad a carga parcial es mayor que al 100%. Esto se debe a

las buenas propiedades de regulación de los compresores, así como a que se dispone de la totalidad de la superficie de intercambio.

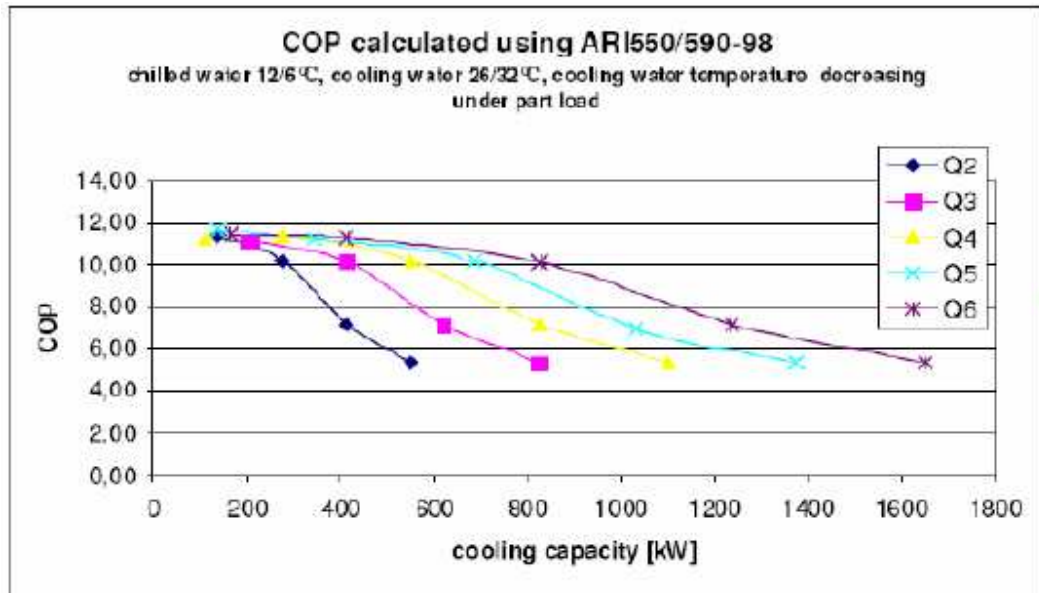


Figura 11: Eficiencia energética (COP) de las unidades Quantum a carga parcial

Por otra parte, un motor de inducción en el momento del arranque es prácticamente un cortocircuito, y no es extraño en estas potencias encontrar puntas de intensidad de arranque de más de 500 A. Otra de las ventajas del accionamiento por frecuencia variable y motor síncrono es que la corriente de arranque es menor de 5 A, lo que simplifica enormemente el diseño de los sistemas eléctricos.

En la gama más baja de capacidades, se recurre además a los álabes de prerrotación emplazados en la aspiración.

3.5 Control electrónico de los compresores

Como se ha indicado, los compresores incorporan un completo sistema de control para optimizar el rendimiento en una amplia gama de condiciones de trabajo, y para garantizar el funcionamiento en condiciones seguras.

Este sistema de control forma parte de cada compresor, y evita que se tengan que instalar complejos sistemas fuera de la máquina, necesarios en diseños más “tradicionales”. Por otra parte, la electrónica digital instalada permite la comunicación con elementos externos, así como la transmisión de información sobre el funcionamiento de la máquina, a un sistema de control “superior”.

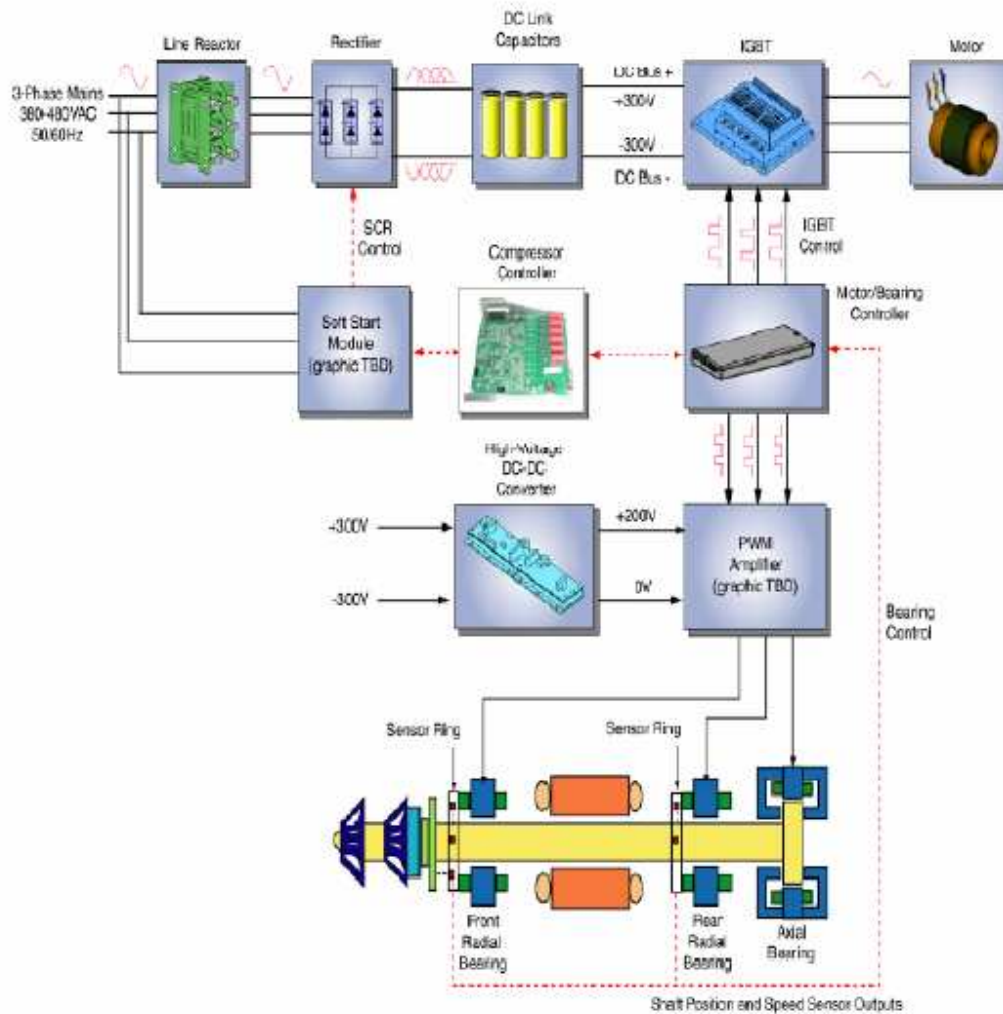


Figura 12: Esquema de bloques del sistema de control de los compresores

El sistema de regulación también tiene las siguientes funciones:

- Recopilación de datos de los diferentes sensores: temperaturas y presiones del sistema frigorífico, variables de funcionamiento del motor, etc
- Autodiagnóstico y corrección de desviaciones
- Regulación del sistema de enfriamiento del motor y de la electrónica de potencia instalada, mediante válvulas electromagnéticas incrementales.
- Monitorización, arranque y puesta en marcha del compresor.

La figura 12 muestra un esquema de los principales componentes que forman el sistema de control del compresor, así como su interrelación. La figura 13 corresponde al sistema de enfriamiento del motor y de la electrónica.

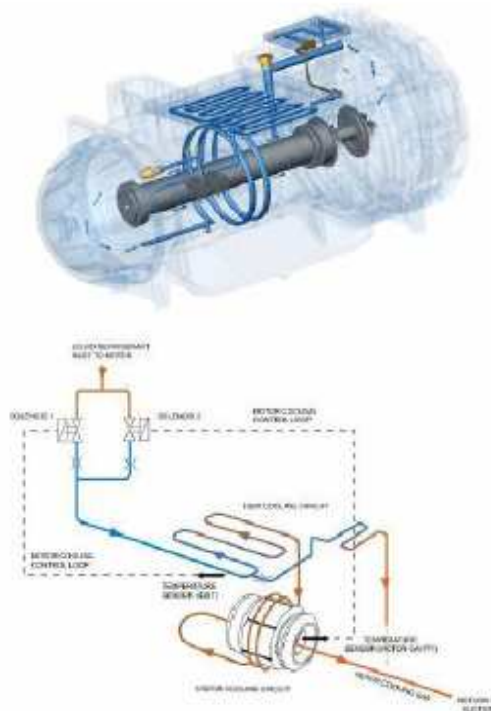


Figura 13: sistema de enfriamiento del motor y de la electrónica

3.6 Reducido impacto medioambiental: mínimas emisiones y ruido

Ya se ha incidido en las ventajas medioambientales de las unidades Quantum, por su buena eficiencia energética y su funcionamiento libre de aceite. Existen otros aspectos que las convierten en una solución muy benigna desde el punto de vista medioambiental.

El refrigerante empleado R-134-a, de la gama de los HFC, carece de efecto destructor del ozono, y tiene un moderado efecto de calentamiento global (GWP = 1300). No es tóxico ni inflamable, por lo que tiene la máxima clasificación de seguridad según el Reglamento español y otras clasificaciones internacionales reconocidas (ASHRAE, etc).

En la gama de temperaturas de trabajo alcanzables el R-134-a se encuentra a presión superior a la atmosférica, lo que evita la contaminación del circuito por entrada de humedad, impurezas, etc. Como es sabido, las impurezas en el circuito pueden ser el origen de averías en los bobinados de los compresores, si éstos están en contacto con el refrigerante. Por otra parte, la entrada de incondensables provoca disminución del rendimiento de la unidad, y es necesario purgarlos, lo que conlleva una cierta emisión de refrigerante.

El uso de compresores semiherméticos, sin necesidad de cierres o retenes en los ejes, garantiza que el riesgo de fugas de refrigerante es mínimo. La ausencia de vibración en las unidades y la compacidad de la tubería es una garantía adicional de que no se produzcan fugas en juntas o uniones.

En los modernos entornos industriales y comerciales, la preocupación por el ruido y las vibraciones es cada vez mayor. Las unidades Quantum en este aspecto satisfacen los requerimientos más exigentes. El nivel sonoro de un compresor (medido a 2,5 m) es de menos de 70 dBA, y prácticamente exento de vibración. Esto evita que se tengan que instalar atenuadores sonoros en los soportes de las máquinas, o en las conexiones de la tubería. Para una unidad completa con varios compresores, los niveles sonoros siguen estando muy por debajo de lo que puede obtenerse con otras tecnologías.

3.7 Transferencia de calor en evaporador y condensador

Los evaporadores de las unidades Quantum son de tipo inundado, con refrigerante en la carcasa y agua a través de los tubos. En un evaporador inundado la eficiencia es máxima, y esto permite elevar la temperatura de evaporación al máximo, para una misma temperatura del agua fría de salida.

El uso de evaporadores inundados es problemático si existe aceite, o si el refrigerante es una mezcla zeotrópica. Como en las unidades Quantum no hay aceite y el refrigerante es R-134-a (puro), es posible recurrir a evaporadores inundados y aprovechar las ventajas de rendimiento.

En los intercambiadores de las unidades Quantum se emplean tubos de alta eficiencia, los cuales permiten un máximo aprovechamiento térmico de la superficie de intercambio disponible. Estos tubos de alta eficiencia pierden completamente sus propiedades si existe aceite en proporción superior al 2%, sobre todo en aplicaciones con alta densidad de flujo térmico.

La ausencia de aceite en los intercambiadores permite aprovechar totalmente las ventajas de estos tubos, con una óptima transmisión de calor, lo que incrementa la eficiencia energética global de la unidad, pudiendo ésta trabajar con diferencias de temperaturas entre refrigerante y agua de menos de 1°K, incluso a plena carga.

Además, el trabajo con refrigerante puro absolutamente exento de aceite evita el riesgo de oxidación o contaminación del circuito. Todos los compresores trabajan en paralelo, aspirando del mismo evaporador y descargando en un mismo condensador. De esta forma, cuando se trabaja a carga parcial, se dispone de la totalidad de la superficie de intercambio para una menor potencia transmitida. Así se logra mejorar aún más la eficiencia energética global de la unidad, en funcionamiento a carga parcial.

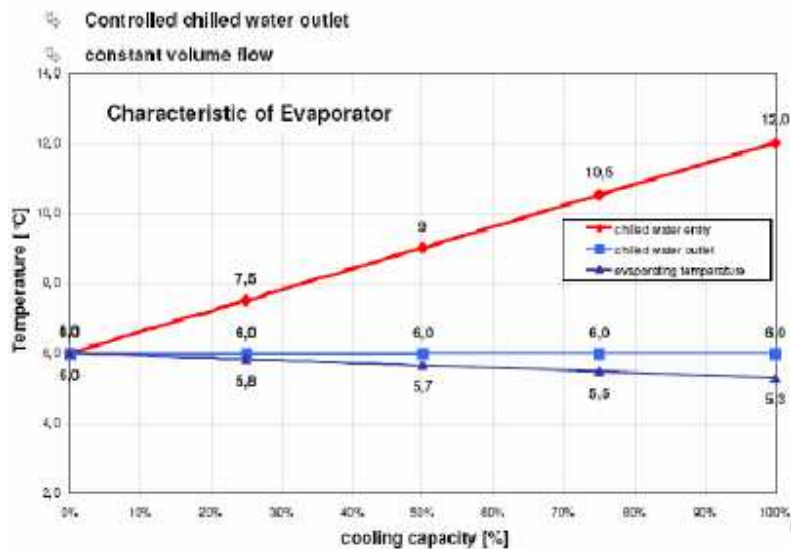


Figura 14: temperaturas en el evaporador, en función de la capacidad

3.8 Costes de mantenimiento reducidos

Los compresores incorporados en las unidades Quantum necesitan un mínimo de mantenimiento, y el periodo de marcha continua sin intervenciones de mantenimiento es máximo.

En los compresores convencionales, se estima que la mitad de las operaciones de mantenimiento están relacionadas con el aceite (revisión de niveles, reposición, cambio de aceite, cambio de filtros, etc). En las unidades Quantum no hay cambios de aceite, no hay fricción, ni elementos sometidos a desgaste. Las únicas operaciones de mantenimiento programadas son el cambio de condensadores eléctricos cada 5 años, y anualmente el reapriete de conexiones y la limpieza de los componentes electrónicos.

Por otra parte, el sistema de monitorización es tan completo que permite un rápido y preciso diagnóstico de cualquier anomalía de funcionamiento, antes de que se convierta en un problema.

Todo ello contribuye a reducir el tiempo no operativo de la unidad, y a maximizar la fiabilidad de la misma.

Anwendungsfall:	EXT	
Kaltwassereintritt	12	
Kaltwasseraustritt	6	
Kühlwassereintritt	26	konstant
Kühlwasseraustritt	32	



Lastfall	100%	75%	50%	25%
Quantum 1	300 kW	225 kW	150 kW	75 kW
Kälteleistung Einzelverdichter	300 kW	225 kW	150 kW	75 kW
Kraftbedarf Einzelverdichter	56,3 kW	36,5 kW	21,3 kW	14,7 kW
COP	5,33	6,17	7,04	5,11
Quantum 2	600 kW	450 kW	300 kW	150 kW
Kälteleistung Einzelverdichter	300 kW	225 kW	150 kW	75 kW
Kraftbedarf Einzelverdichter	56,3 kW	36,5 kW	21,3 kW	14,7 kW
COP	5,33	6,17	7,04	7,74
Quantum 3	900 kW	675 kW	450 kW	225 kW
Kälteleistung Einzelverdichter	300 kW	225 kW	150 kW	75 kW
Kraftbedarf Einzelverdichter	56,3 kW	36,5 kW	21,3 kW	14,7 kW
COP	5,33	6,17	7,04	7,12
Quantum 4	1200 kW	900 kW	600 kW	300 kW
Kälteleistung Einzelverdichter	300 kW	225 kW	150 kW	75 kW
Kraftbedarf Einzelverdichter	56,3 kW	36,5 kW	21,3 kW	14,7 kW
COP	5,33	6,17	7,04	7,74
Quantum 5	1500 kW	1125 kW	750 kW	375 kW
Kälteleistung Einzelverdichter	300 kW	225 kW	150 kW	75 kW
Kraftbedarf Einzelverdichter	56,3 kW	36,5 kW	21,3 kW	14,7 kW
COP	5,33	6,17	7,04	7,49
Quantum 6	1800 kW	1350 kW	900 kW	450 kW
Kälteleistung Einzelverdichter	300 kW	225 kW	150 kW	75 kW
Kraftbedarf Einzelverdichter	56,3 kW	36,5 kW	21,3 kW	14,7 kW
COP	5,33	6,17	7,04	7,74

Figura 15: gama de enfriadoras libres de aceite QUANTUM

Figura 15: gama de enfriadoras libres de aceite QUANTUM

3.9 La gama completa de unidades enfriadoras Quantum

Las unidades Quantum condensadas por agua incorporan un número variable de compresores idénticos (entre 2 y 7), cubriendo la gama entre 600 y 2100 kW de producción frigorífica. Pueden servirse también unidades Quantum con condensador por aire remoto, con un máximo de 600 kW.

La tabla de la figura 15 muestra las potencias de las unidades Quantum 2 a 6 condensadas por agua, tanto al 100% como a carga parcial, considerando constantes las temperaturas del agua fría y de condensación. Temperatura del agua de salida 6°C, temperatura del agua de condensador 26°C.

3.10 Fabricación y calidad

Las unidades Quantum se fabrican en la factoría de Lindau (Alemania), bajo los más estrictos controles de calidad.

Los intercambiadores se fabrican con carcasas y placas tubulares de acero, y los tubos son de cobre, fijados a las placas tubulares por mandrinado.



Figura 16: Fabricación de la virola de un intercambiador de unidad QUANTUM

Figura 16: Fabricación de la virola de un intercambiador de unidad QUANTUM



Figura 17: Los tubos de alta eficiencia se ensamblan en el intercambiador



Figura 18: Los compresores se montan sobre las unidades



Figura 19: Unidad de ensayo completamente instrumentada



Figura 20: Unidad terminada, en el banco de ensayos



Figura 21: Unidad terminada, lista para expedición al cliente



Figura 22: Unidades emplazadas en sala de máquinas final

4 Conclusión

Las unidades enfriadoras QUANTUM ofrecen ventajas no alcanzadas por otras tecnologías: funcionamiento sin aceite, máximo rendimiento energético, sobre todo a carga parcial, ausencia de vibraciones, bajo nivel de ruido y mantenimiento reducido.

Estas ventajas las convierten en la solución preferible para quienes buscan un máximo de fiabilidad, de eficiencia de respeto para el medio ambiente.

Distribuidor oficial en Cataluña;

J. Negre C., S.L.
C/París, 1 - 7 Nave 5 P.I. Cova Solera
08191 Rubí (Barcelona)
Tlf. (93) 588 08 18 Fax. (93) 588 61 62
vendes@jnegre.com www.jnegre.com

