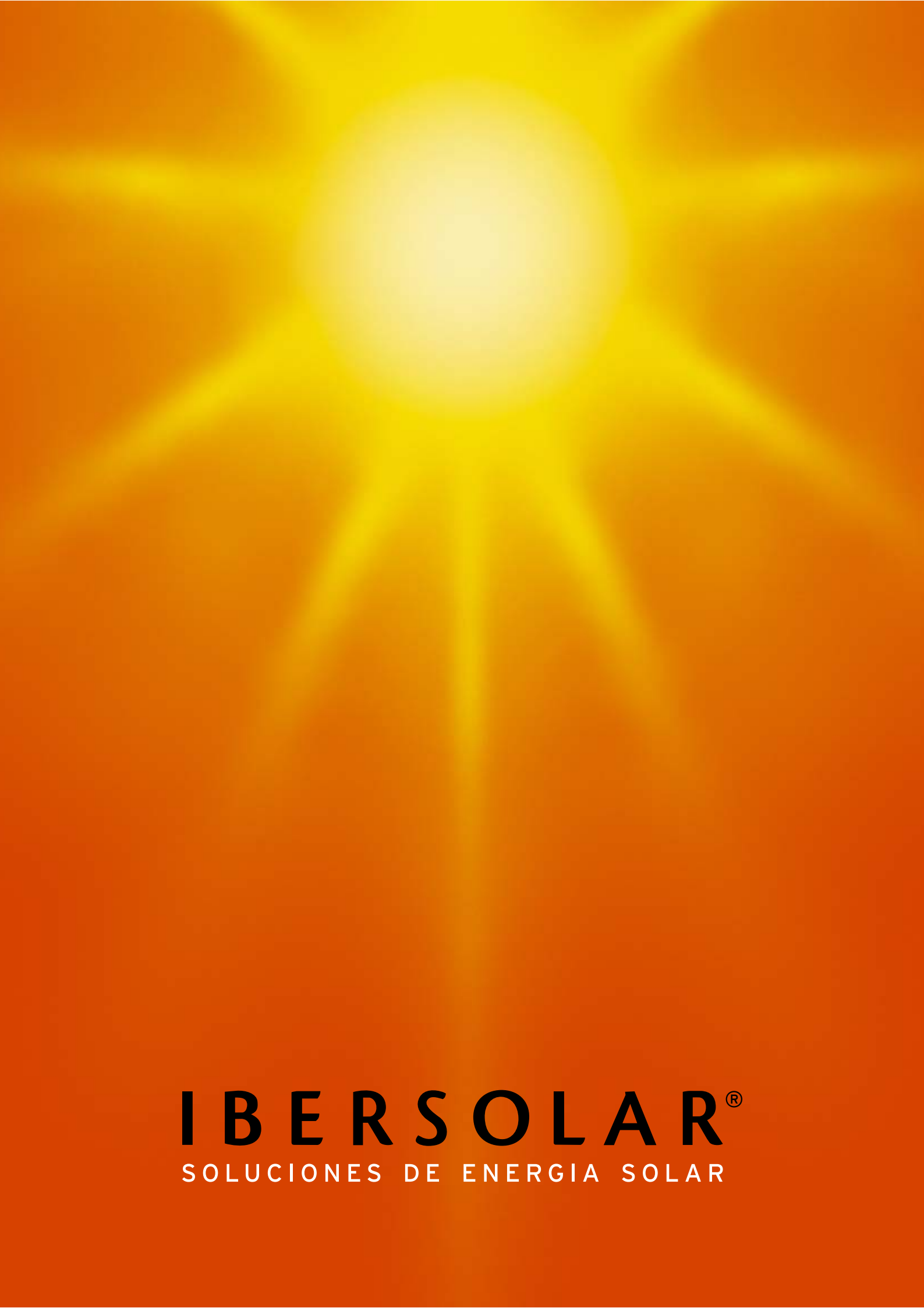




IBERSOLAR[®]
SOLUCIONES DE ENERGIA SOLAR

ABSORCIÓN

MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

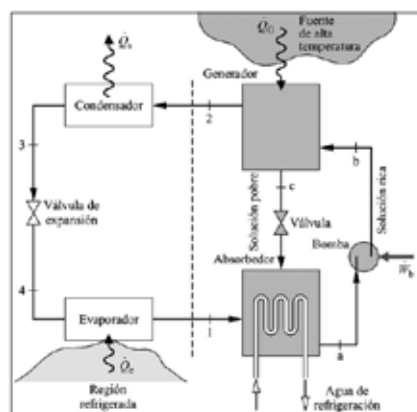
Las máquinas de absorción se basan físicamente en la capacidad que tienen algunas sales como el Bromuro de Litio, para absorber, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el agua. A partir de este principio es posible concebir una máquina capaz de producir frío a partir de una fuente de calor, en este punto es donde reside la principal diferencia con los ciclos de compresión de vapor convencionales, ya que estos necesitan de un compresor que consume gran cantidad de energía eléctrica para completar el ciclo termodinámico. Los ciclos de absorción apenas consumen energía eléctrica pero necesitan una fuente de calor a elevada temperatura (70-150 °C según el tipo de máquina de absorción).

Existe una gran variedad de equipos de enfriamiento por absorción y en un rango de potencias térmicas muy amplio según la aplicación o necesidades del usuario, desde unos pocos kilovatios para el caso de climatización, hasta de megavatios en el caso de necesitar frío industrial en grandes plantas (por ejemplo, empresas sector alimentario, cogeneradoras, etc.). Se han desarrollado máquinas que como fuente térmica emplean agua caliente, vapor de agua a presión o gases directamente de la combustión de combustibles fósiles (gas natural, gases licuados del petróleo, etc.), en este sentido, las máquinas se clasifican en Indirect Fired Chiller y/o Direct Fired Chiller.

MÁQUINAS DE ABSORCIÓN DE SIMPLE EFECTO

El proceso seguido por un ciclo de absorción básico consta de los siguientes componentes:

- Condensador. El refrigerante vaporizado procedente del generador es condensado, cediendo su calor de cambio de fase a otro fluido externo, ya sea aire o agua.
- Válvula de expansión. Disminución de presión del líquido refrigerante del condensador al evaporador. En los equipos de agua-bromuro de litio, como la diferencia de presiones entre el condensador y el evaporador es pequeña, alrededor de 5 kPa, se suele emplear simplemente trampas de líquido (tubos en U para provocar la pérdida de carga necesaria).
- Evaporador. El refrigerante procedente de la válvula de expansión se evapora tomando calor del medio que le rodea, ya sea aire o bien otro fluido como agua, salmuera, etc.
- Absorbedor. Se pone en contacto la fase vapor del evaporador con la solución procedente del generador, con el fin de agregar el refrigerante a dicha solución. A su salida se obtiene una solución concentrada en refrigerante, la cual es de nuevo impulsada hacia el generador por medio de una pequeña bomba. Como el proceso de absorción es exotérmico, la energía liberada debe ser transferida a una corriente externa procedente de una torre de refrigeración para no detener dicho proceso de absorción.
- Generador. En este componente se trata de extraer el refrigerante de la solución por medio de un aporte exterior de energía térmica, provocando la ebullición de la solución y la consiguiente separación de refrigerante.

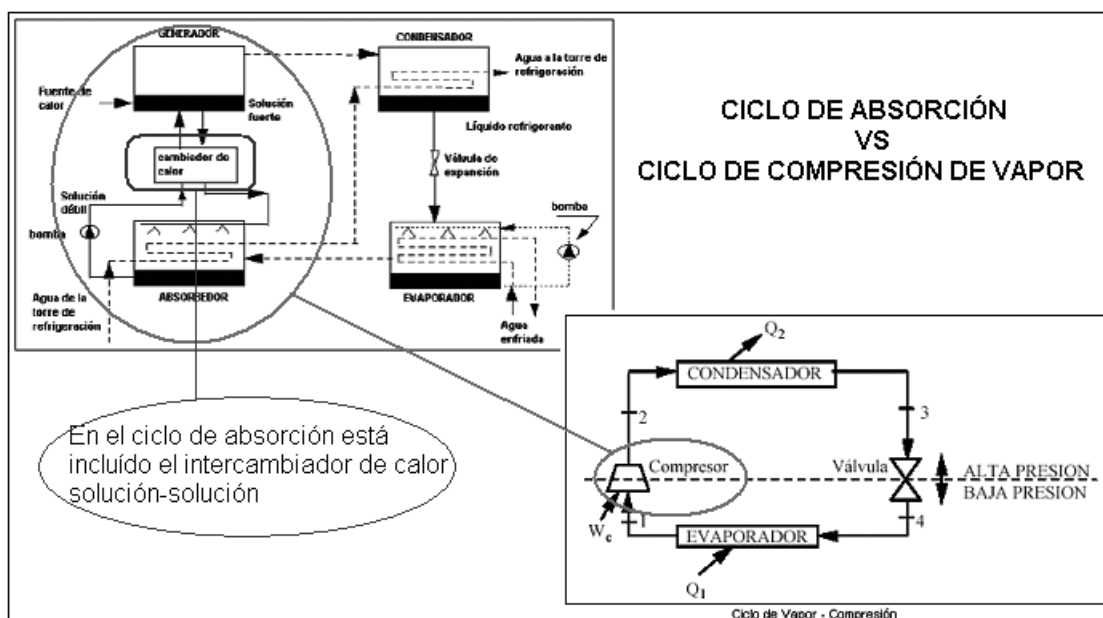


Es común para todos los equipos, la inclusión de un intercambiador de calor solución concentrada-solución diluida. Este intercambiador de calor, conocido también con el nombre de economizador, permite mejorar el rendimiento del ciclo debido a la disminución de la carga térmica en el generador y en el absorbedor. Su ausencia implicaría, que en el generador habría que calentar la solución desde la temperatura de operación del absorbedor hasta la ebullición, mientras que en el absorbedor se debería enfriar la solución desde la temperatura del generador hasta la temperatura del absorbedor, para poder iniciar el proceso de absorción.

DIFERENCIAS CON CICLOS DE COMPRESIÓN DE VAPOR

Los ciclos de refrigeración por absorción difieren respecto a los ciclos de compresión de vapor en dos aspectos importantes. Uno es la naturaleza del proceso de compresión. Existe una gran variación en el volumen específico del fluido de trabajo como vapor sobrecalentado a su paso por el compresor, esto hace que la energía requerida por el ciclo para operar debe suministrarse como trabajo mecánico en cantidades relativamente grandes esto se traduce en un alto consumo de energía eléctrica por el compresor y un mayor consumo de la fuente energética primaria a partir de la cual se produce dicha potencia. Dado que el volumen específico medio de la solución líquida es mucho menor que el del vapor del refrigerante, el trabajo necesario en los ciclos de absorción es significativamente menor.

La otra diferencia importante entre los sistemas por absorción y los sistemas con compresión de vapor es que en los primeros debe introducirse un medio para recuperar el refrigerante vapor a partir de la solución líquida antes de que el refrigerante entre en el condensador. Esto supone transferir calor desde una fuente a temperatura relativamente alta al generador mediante vapores y/o calores residuales que de otra manera serían evacuados al ambiente sin aprovecharse (por ejemplo, plantas de cogeneración), también se puede quemar gas natural o algún otro combustible, o utilizar fuentes de energía alternativas tales como las energías solar y geotérmica.



MEZCLAS DE TRABAJO EN MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

Hay diferentes mezclas de trabajo que han sido propuestas por distintos autores a lo largo de la historia, de todos los pares de trabajo estudiados, los más utilizados son los de bromuro de litio-agua ya que proporcionan mayores COP aunque en el futuro se plantea la posibilidad de utilizar mezclas de sales cuaternarias y fluidos orgánicos para resolver los problemas de corrosión.

Bromuro de Litio-Agua.

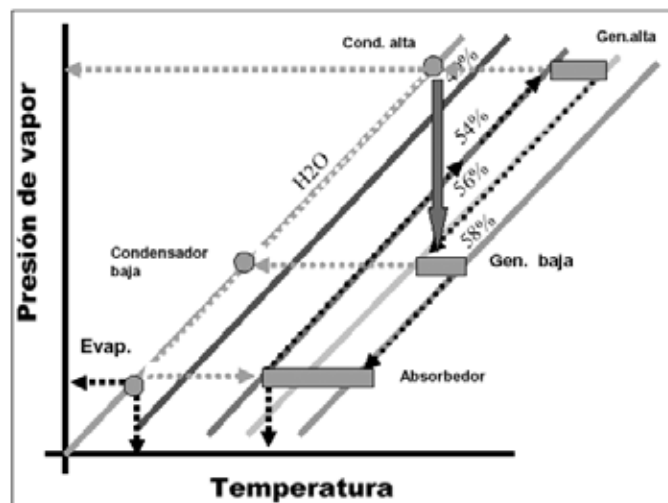
Estas plantas usan el agua como refrigerante y una solución de bromuro de litio como absorbente. El agua es un refrigerante óptimo y el bromuro de litio una solución que no es venenosa, ni inflamable e inodora. Siendo el refrigerante el agua, el campo de aplicación de estas plantas está en la refrigeración por encima de $+5^{\circ}\text{C}$ (a temperaturas inferiores existe riesgo de congelación del agua), siendo por ello la climatización de edificios la aplicación más usual. Los equipos descritos anteriormente se denominan de simple efecto, tienen un COP de alrededor de 0,7 y por norma general, necesitan una fuente de alta temperatura en el generador entre 80 y 90°C .

MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

MÁQUINAS DE ABSORCIÓN DE DOBLE EFECTO

A diferencia de los ciclos de simple efecto que requieren temperaturas de activación alrededor de hasta 90°C en el generador para separar refrigerante y absorbente, los ciclos de doble efecto suelen operar en el intervalo de temperaturas entre 140 y 170°C. Este incremento de la temperatura de activación, se traduce en una mejora sustancial del rendimiento del equipo, alcanzando valores del COP cercanos a 1,2 debido a la incorporación de un generador, un condensador y un intercambiador de calor solución-solución al ciclo básico de simple efecto.

La fuente térmica de calor se utiliza en el generador de elevada temperatura, el cual opera a temperatura y presión elevada. El refrigerante que se separa de la solución que alimenta a este equipo, se dirige hacia el condensador de alta presión, donde el calor de cambio de fase de dicho fluido sirve para empobrecer aun más la solución que entra en el generador de baja temperatura. De este modo, para una misma unidad energética de entrada al ciclo, se obtiene un mayor caudal másico de refrigerante hacia el evaporador, consiguiéndose de esta forma un aumento del 40% de capacidad frigorífica respecto a un ciclo convencional de simple efecto.



APLICACIONES DE LAS MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

Las máquinas de absorción tienen un COP significativamente menor que las máquinas convencionales de compresión de vapor, la razón para que los ciclos de absorción tengan actualmente, una aplicación práctica, se debe a que el coste de producir el trabajo mecánico necesario para obtener un kW de refrigeración por ciclo de compresión mecánica de vapor es, normalmente, superior al coste necesario para recuperar la cantidad de calor a aplicar para obtener el mismo kW en un ciclo de absorción. El coste de la energía básica es el único factor que determina la posible competitividad de los sistemas de absorción frente a los de compresión mecánica.

Por tanto, siempre que exista la posibilidad de utilizar energías térmicas desechables, gratuitas, o de muy bajo coste, procedentes de energías renovables, o efluentes de procesos industriales o de sistemas de cogeneración, la aplicación de sistemas de absorción para la producción frigorífica será competitiva e interesante.

REFRIGERACIÓN SOLAR

Actualmente se está produciendo un avance de estos equipos en climatización hacia lo que comúnmente se denomina refrigeración solar, es decir, producción de frío a partir de la radiación solar recibida y almacenada en forma de calor en los colectores solares instalados a tal efecto.

La principal ventaja que presenta el uso de energía solar para refrigerar reside en el hecho de que el recurso solar y la demanda energética, se encuentran en principio mejor acoplados que el recurso solar y la demanda energética para calefacción. Por este motivo, los sistemas de refrigeración solar con máquina de absorción permiten, en principio, justificar desde un punto de vista técnico-económico la instalación de superficies solares muy superiores al mejorar la utilización anual del sistema solar, contribuyendo, por tanto, a un incremento de la fracción de energías renovables a la demanda energética del sector de la edificación. Otras ventajas que ofrecen estos sistemas respecto a los de compresión de vapor convencionales, son la estabilización de la red eléctrica en los meses de verano y el empleo de refrigerantes no contaminantes.

Sin embargo, mención especial requiere la situación surgida con la reciente publicación (Marzo 2006) del nuevo Código Técnico de la Edificación. En la Sección HE4, se recoge que los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Por ejemplo, la situación geográfica tipificada como Zona Climática IV debe estar comprendida entre el 60 y el 70 % de cobertura anual. Este grado de cobertura puede producir problemas por sobrecalentamientos en los meses de verano según el perfil de demanda específico de cada edificio, una posible solución es instalar máquinas de absorción y emplear el calor excedente para refrigeración.

PLANTAS DE COGENERACIÓN: TRIGENERACIÓN

Se entiende por cogeneración a la producción conjunta, en proceso secuencial, de energía eléctrica y de energía térmica útil a partir de la misma fuente de energía primaria. Un sistema de cogeneración es el constituido por un conjunto de equipos convencionales que interaccionan entre sí con el fin de satisfacer las demandas de electricidad y calor que se le solicitan desde un proceso industrial, de una forma más eficiente (consumiendo menos combustible) que si se obtuvieran de manera separada e independiente. Actualmente el número existente de plantas de cogeneración está en creciente aumento el encontrarse en un marco muy favorable a raíz del Real Decreto 436/2004 sobre Producción Eléctrica en Régimen Especial, pero muchas industrias han dado un paso adelante en el desarrollo de plantas de trigeneración, es decir, la producción de energía eléctrica y energía térmica útil tanto en forma de calor como de frío con la inclusión de máquinas de absorción.

EMPLAZAMIENTOS CON AUSENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Existen lugares en los que la disponibilidad de energía eléctrica para grandes potencias no está garantizada, o bien implica un coste muy elevado, y sin embargo existen combustibles fósiles accesibles, gas natural por ejemplo, a un precio aceptable. Esta es otra posibilidad de aplicación de los sistemas de absorción, utilizando en estos casos máquinas con combustión directa que consumen un combustible líquido o gaseoso directamente para la producción de calor y frío de forma simultánea o alternativa, con un COP que puede alcanzar valores de 1,5.

SISTEMAS HÍBRIDOS

Se basan en la instalación de máquinas de absorción en serie, o en paralelo, con máquinas de compresión mecánica sobre el mismo circuito de agua enfriada. En estos sistemas, las máquinas de compresión se utilizan para hacer frente a las cargas térmicas básicas, en horas valle, mientras que las máquinas de absorción se utilizan exclusivamente en horas punta o para combatir las demandas punta. Esto permite dimensionar las máquinas que consumen energía más cara para condiciones de menor carga, lo que repercute favorablemente en los costes de explotación de la instalación.

IBERSOLAR ENERGÍA. S.A.

Pol. Ind. Camí Ral · C/ Isaac Peral 13 Nave 9 · 08850 Gavà (Barcelona)

Tel. (+34) 936 350 440 · Fax. (+34) 936 654 510 · info@ibersolar.com · www.ibersolar.com

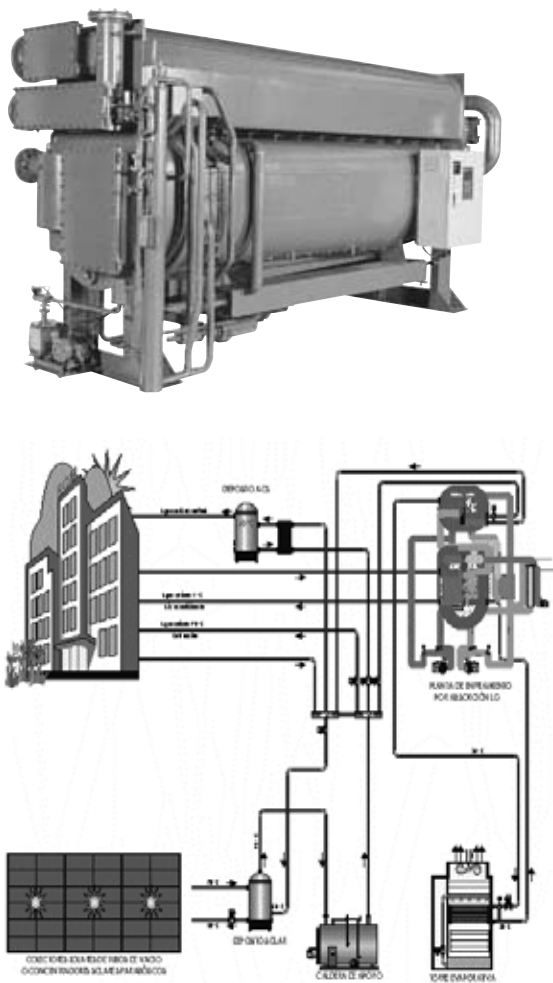
MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

Las máquinas de refrigeración por absorción le permiten producir frío a partir de una fuente de calor a elevada temperatura (85 °C como mínimo) y con un consumo eléctrico prácticamente nulo (en comparación con los sistemas convencionales de la misma potencia). Esta fuente de calor puede tener distintos orígenes: agua caliente de industrias, energía solar, geotérmica, etc. vapor de agua a presión o incluso llevan incorporados un quemador para producir el propio calor que ellas mismas necesitan.

IBERSOLAR como distribuidor en España de LS Cable, ofrece máquinas de absorción de simple efecto alimentadas por agua caliente o vapor, y máquinas de doble efecto a vapor o con quemador incorporado.

MAQUINAS DE ABSORCIÓN DE AGUA CALIENTE

Las máquinas de absorción de simple efecto (COP 0,7) alimentadas con agua caliente (85-90°C) se integran en su instalación solar permitiendo el aprovechamiento de los excedentes de calor de la misma. Como fuente auxiliar de energía se pueden emplear calderas de combustibles sólidos.



Información Técnica de Producto

- Diseño compacto y estructura ligera que contribuyen a ahorrar espacio de instalación así como facilitar el transporte, mantenimiento y reparación del sistema.
- Control de las condiciones óptimas de operación mediante el uso de controlador microprocesador (PID), prevención de cristalización del BrLi-H₂O, alarma de daños y almacenamiento de la información de operación.
- Verificación fácil y rápida del estado de funcionamiento gracias al amplio monitor LCD.
- Sistema Remoto de Control de hasta 8 unidades.
- Bajo consumo energético.
- Reducción del consumo energético manteniendo la concentración de la solución absorbente a un nivel óptimo, y minimizando el tiempo de parada de la operación. Disponen de una válvula de servicio que permite un fácil muestreo del refrigerante y de la solución absorbente.

ESQUEMA EJEMPLO INSTALACIÓN SOLAR CON MÁQUINA DE ABSORCIÓN EN HOTELES

MODELOS MÁQUINAS DE ABSORCIÓN DE SIMPLE EFECTO ALIMENTADAS CON AGUA CALIENTE

MODELO	Unidad	LWM-W003	LWM-W004	LWM-W005	LWM-W007	LWM-W008	LWM-W010	LWM-W012	LWM-W014	LWM-W016	LWM-W019	LWM-W021	LWM-W024	LWM-W027
Temperatura agua enfriada	C°	12 ? 7												
Temperatura nominal enfriamiento	kW	99	134	165	215	264	331	398	465	532	630	697	796	894
Circuito agua enfriada	Caudal	17,1	22,8	28,5	37,0	45,6	57,0	68,3	79,7	91,1	108,2	119,6	136,7	153,8
	Pérdida de carga	2,2	2,9	5,3	6,5	6,7	5,8	5,8	6,0	6,4	5,9	5,8	5,9	5,7
	Diámetro conexión	DN	65		80		100		150		150			
Circuito agua enfriamiento	Temperatura	C°	31 ? 36,5											
	Caudal		37,4	49,8	62,3	81,0	99,7	124,6	149,5	174,4	199,4	236,8	261,7	336,4
	Pérdida de carga	mAq	2,5	3,6	6,3	2,3	2,8	4,3	5,1	3,6	4,1	7,3	7,8	6,3
	Diámetro conexión	DN	80		125		150		200					
Circuito agua caliente	Temperatura	C°	95 ? 80											
	Caudal		8,0	10,7	13,4	17,4	21,4	26,7	32	37,4	42,7	50,7	56,1	72,1
	Pérdida de carga	mAq	1,1	1,2	2,6	0,8	0,9	2,1	2,2	2,2	2,4	4,4	4,3	4,4
	Diámetro conexión	DN	40		65		80		100					
	Dia. Válvula de control	DN	40		50		65		80					
Características eléctricas	Fase, voltage, frecuencia	V	3 Ph 220 / 380 / 440											
	Corriente total	A	5,6		7,8		8,1		14,4					
	Dimensión cable		3,5											
	Circuito de control	kVA	3,7		5,1		5,3		9,5					
	Bomba absorbedor 1	kW(A)	1.2 (3.0)		2.0 (5.2)		3.0 (11.5)							
	Bomba absorbedor 2	kW(A)	*****											
	Bomba refrigerante	kW(A)	0.2 (1.1)		0.4 (1.4)									
	Bomba de purga	kW(A)	0.4 (1.0)											
Dimensiones	Largo	mm	2020	2520	2547	3567	3627	4630	4784					
	Ancho	mm	1344	1346	1305	1476	1539							
	Alto	mm	1952	1965	2150	2330	2630							
Peso	Operativo	ton	2,1	2,3	2,7	4,1	4,3	5,3	5,7	6,9	7,2	8,4	8,9	10,8
	Con embalaje	ton	1,8	1,9	2,3	3,5	3,7	4,6	4,9	5,8	6,1	7,1	7,5	9,5

MODELO	Unidad	LWM-W031	LWM-W034	LWM-W038	LWM-W043	LWM-W048	LWM-W054	LWM-W060	LWM-W067	LWM-W074	LWM-W081	LWM-W088	LWM-W095	LWM-W102
Temperatura agua enfriada	C°	12 ? 7												
Temperatura nominal enfriamiento	kW	1028	1126	1260	1426	1591	1792	1989	2221	2453	2686	2918	3150	3383
Circuito agua enfriada	Caudal	176,6	193,7	216,4	244,9	273,4	307,6	341,7	381,6	421,5	461,4	501,2	541,1	581,0
	Pérdida de carga	mAq	6,6	6,4	5,8	8,1	10,8	6,0	8,0	10,6	7,9	10,1	12,5	12,7
	Diámetro conexión	DN	150		200		250		300					
Circuito agua enfriamiento	Temperatura	C°	31 ? 36,5											
	Caudal		386,3	423,7	473,5	535,8	598,1	672,9	747,6	834,9	922,1	1009	1097	1184
	Pérdida de carga	mAq	7,2	7,7	5,8	7,8	10,2	5,9	7,7	10,0	6,2	7,7	9,5	10,4
	Diámetro conexión	DN	250		300		350		400					
Circuito agua caliente	Temperatura	C°	95 ? 80											
	Caudal		82,8	90,8	101,5	114,8	128,2	144,2	160,2	178,9	197,6	216,3	235,0	253,7
	Pérdida de carga	mAq	4,4	4,4	2,0	2,7	3,6	2,5	3,4	4,5	1,3	1,6	2,0	2,0
	Diámetro conexión	DN	125		150		200							
	Dia. Válvula de control	DN	125		150		200							
Características eléctricas	Fase, voltage, frecuencia	V	3 Ph 220 / 380 / 440											
	Corriente total	A	14,4	19,6	21,1	25,8	43,6	47,9	52,4					
	Dimensión cable	mm?	3,5	5,5	8,0	14,0	22,0							
	Circuito control	kVA	9,5	12,9	13,9	17,0	28,7	31,5	34,5					
	Bomba absorbedor 1	kW(A)	3.0 (11.5)		4.5 (16.2)		5.5 (20.5)		7.5(25.0)					
	Bomba absorbedor 2	kW(A)	*****	2.0 (5.2)	2.2 (6.7)		5.5 (21.0)							
	Bomba refrigerante	kW(A)	0.4 (1.4)		1.5 (3.9)									
	Bomba de purga	kW(A)	0.4 (1.0)		0.75 (2.0)									
Dimensiones	Largo	mm	4789	4931	5473	5971	5616	6114	6639	6346	6871	7371	7050	7550
	Ancho	mm	1652	2015	2195	2680	2970							
	Alto	mm	2886	3190	3640	3840	3920							
Peso	Operativo	ton	13,4	14,0	19,3	20,9	22,0	27,5	29,5	31,7	35,7	38,2	40,5	47,4
	Con embalaje	ton	11,2	11,7	16,2	17,6	18,5	22,7	24,4	26,3	30,1	32,3	34,2	37,8

MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

Las máquinas de refrigeración por absorción le permiten producir frío a partir de una fuente de calor a elevada temperatura (85°C como mínimo) y con un consumo eléctrico prácticamente nulo (en comparación con los sistemas convencionales de la misma potencia). Esta fuente de calor puede tener distintos orígenes: agua caliente de industrias, energía solar, geotérmica, etc. Vapor de agua a presión o incluso llevan incorporados un quemador para producir el propio calor que ellas mismas necesitan.

IBERSOLAR como distribuidor en España de LS Cable, ofrece máquinas de absorción de simple efecto alimentadas por agua caliente o vapor, y máquinas de doble efecto a vapor o con quemador incorporado.

MAQUINAS DE ABSORCIÓN DE VAPOR

Las máquinas de absorción alimentadas con vapor son ideales para industrias con excedentes de calor, por ejemplo, en plantas de cogeneración con turbina de gas permite enfriar el aire de entrada al compresor en los meses de verano aumentando por tanto la producción eléctrica de la planta.



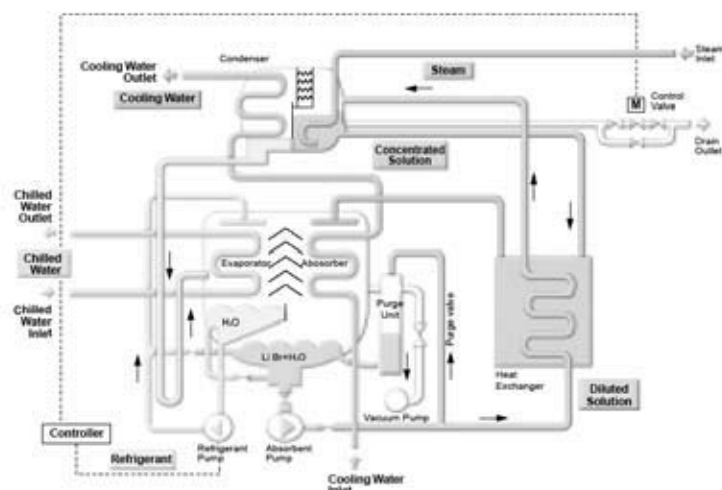
Información Técnica de Producto

Doble efecto:

- Potencia de refrigeración: 350-5250 kW.
- Consumo de vapor: 440-6600 Kg/h.
- Temperatura del agua enfriada: 7-12°C.
- Temperatura agua fría proveniente de la torre de refrigeración: 32-37,5°C.
- Consumo eléctrico: 3 PH, 220/380, 50/60 Hz.

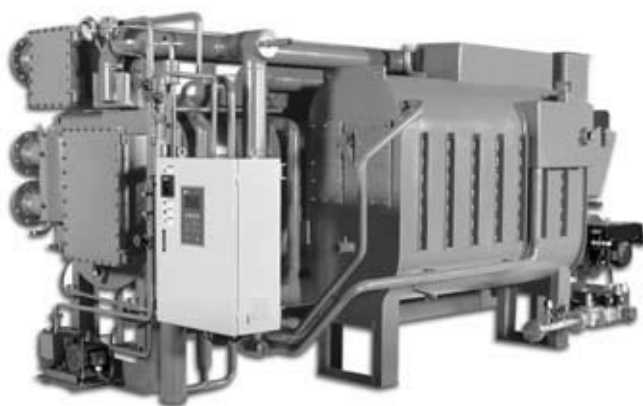
Simple Efecto:

- Potencia de refrigeración: 350-4900 kW.
- Consumo de vapor: 800-11200 Kg/h.
- Temperatura del agua enfriada: 7-12°C.
- Temperatura agua fría proveniente de la torre de refrigeración: 32-39,5°C.
- Consumo eléctrico: 3 PH, 220/380, 50/60 Hz.



MAQUINAS DE ABSORCIÓN DE DOBLE EFECTO A LLAMA DIRECTA

Las máquinas de absorción de doble efecto a llama directa (Direct Fired Chillers) permiten producir frío en aquellos emplazamientos con ausencia de energía eléctrica. Además pueden actuar como bomba de calor, es decir, son capaces de producir calor en los meses de invierno.



Información Técnica de Producto

- Potencia de refrigeración: 350-5250 kW.
- Consumo de gas: 27.3-409 Nm³/h.
- Consumo de oil: 27.4-411 Nm³/h.
- Temperatura del agua enfriada: 7-12°C.
- Temperatura agua fría proveniente de la torre de refrigeración: 32-37,5°C.
- Consumo eléctrico: 3 PH, 220/380, 50/60 Hz.

