

LA MÁQUINA DE ABSORCIÓN

Enrique Martín-Lorente Rivera

La máquina de absorción fue ideada por un francés, Reginald Carré, y patentada en los Estados Unidos en los años de la guerra de secesión (1861-1865). Estas máquinas se utilizaron para producir frío por un mecanismo distinto de la compresión y en 1950 se dejaron prácticamente de utilizar. No obstante, a finales de los años 70 del siglo XX volvieron a ser empleadas, debido a las ventajosas posibilidades que ofrecían de aprovechar las energías alternativas, como la solar, del mismo modo que la energía calorífica residual, que suele deshecharse, puede ser reutilizada por estas máquinas para producir frío y climatizar, por ejemplo, un centro comercial.

La máquina de compresión utiliza un compresor movido por un motor eléctrico que comprime un gas. Este último actúa como refrigerante, en el evaporador enfría el agua o el aire caliente que procede del recinto y lo enfría. El esquema básico de estos aparatos es de sobra conocido por todo el mundo, pues corresponde, sin ir más lejos, con el de las máquinas de frío (*split*) que casi todos tenemos en casa.

Si bien una máquina de compresión funciona con electricidad, una de absorción lo hace con calor. Esta última afirmación, si bien puede parecer confusa e incluso incongruente, es ciertamente verdadera: la máquina de absorción consume calor y produce frío. Este principio es lo que las hace, precisamente, tan atractivas. Suponiendo que contamos con una fuente de calor, que puede ser de origen solar o un residuo de un proceso industrial (o sea, que se va a deshechar), ocurre que puede aprovecharse esta energía calorífica y de ella obtener a bajo coste frío, ahorrando el gasto de electricidad y minimizando la contaminación que suele producirse, contribuyendo de esta manera a ser más respetuosos con el medio ambiente.

FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de una máquina de absorción es bastante complejo, pero en algunos componentes resulta similar a la máquina de compresión. La diferencia entre ambas radica, básicamente, en el compresor. En la máquina de compresión mecánica, se trata de un compresor que aspira gas del evaporador y lo comprime en el condensador. En la máquina de absorción se realiza lo mismo, pero aquí el compresor no es mecánico, sino que una disolución de bromuro de litio al absorber o perder agua hace las veces de compresor. Veamos la función de cada elemento más despacio mirando la figura 1 (página siguiente), en la cual hay dos depósitos, uno está señalado con la letra (H) y el otro con la (A): el hervidor y el absorvedor.

HERVIDOR (H): El hervidor es una especie de depósito, a donde llega la energía calorífica, bien de la instalación solar, bien de cualquier proceso calorífico residual. En el hervidor hay una disolución, que para máquinas de absorción destinadas a la climatización es de bromuro de litio y cuyo **gas refrigerante es agua**. El proceso de funcionamiento consiste en que el bromuro de litio tiene gran afinidad por el agua, de manera que en el hervidor están mezclados ambos elementos. Cuando se aplica calor a esta mezcla, que se llama «rica» (rica en agua), que está en el hervidor, que recibe el calor procedente de la instalación solar o el generado residualmente por otra máquina, ocurre que el agua se evapora y se separa de la mezcla, quedando una mezcla que se llama «pobre» (pobre en agua). El agua evaporada de la mezcla, o sea, en estado gaseoso, hace que aumente la presión en el hervidor y ella misma experimenta un impulso hacia el condensador.

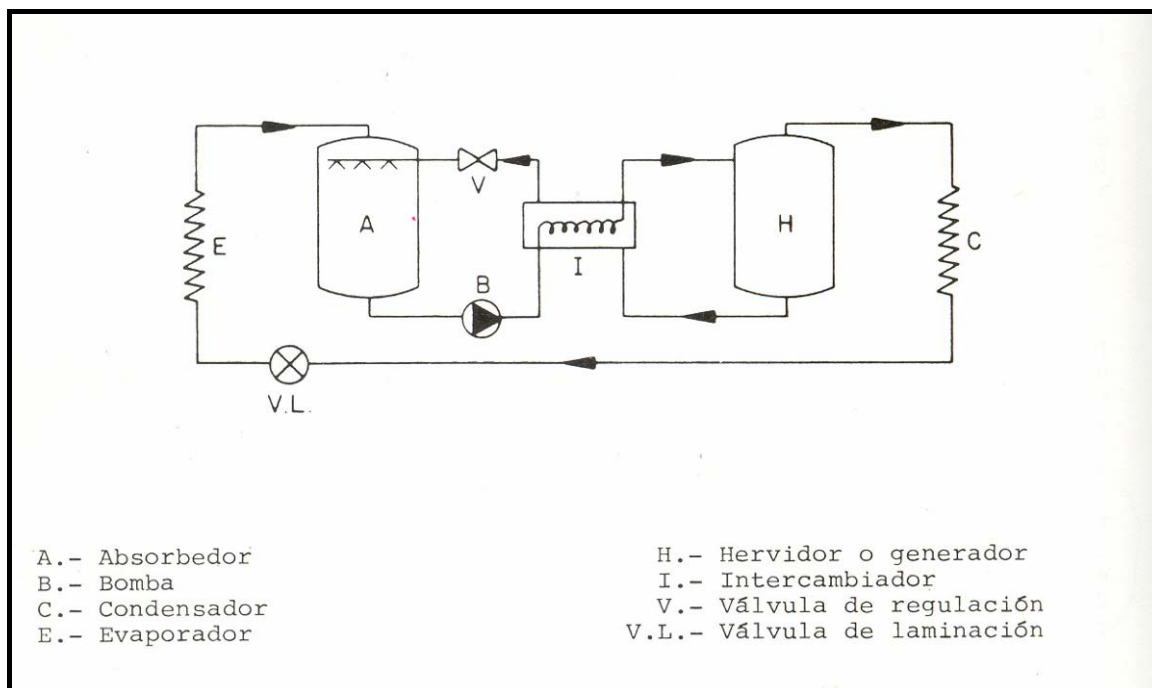


FIGURA 1

CONDENSADOR (C): En el condensador, el vapor de agua llega a alta temperatura y es allí donde se le roba calor a este vapor de agua, de manera que se condensa (o sea, el vapor se hace líquido), de ahí su nombre, por la misión de condensar el agua (que es el refrigerante) haciendo que pase de estado gaseoso (o vapor) a líquido. Una vez que el vapor de agua ha licuado en el condensador, éste pasa a la válvula de laminación.

VÁLVULA DE LAMINACIÓN (V.L.): La válvula de laminación no tiene más misión que separar las distintas presiones de alta y baja que tiene una máquina de absorción, correspondiendo la parte izquierda de la figura 1 (E, A) a la parte de bajas presiones y la parte derecha (H, C) a la de alta presiones. Después de que el agua líquida atraviese la válvula de laminación, ésta pasa al evaporador.

EVAPORADOR (E): El agua llega en forma líquida al evaporador, donde se realiza de nuevo la función que da nombre al componente. Debido a un ajuste de presiones (muy baja presión), el evaporador se encuentra a 6,5 mmHg y a esa presión el agua evapora a 5 °C, temperatura más que suficiente para la refrigeración. De esta manera, el evaporador roba calor del medio que le circunda y, así, si es aire lo que circula por el exterior del evaporador, hará que se enfríe, refrigerando de esta manera el recinto en cuestión. Tras la evaporación del agua y habiendo por tanto cumplido su misión de enfriamiento, de ahí pasa al absorbedor.

ABSORBEDOR (A): En este recipiente hay una mezcla de bromuro de litio pobre en agua, de manera que esta mezcla está preparada para absorber el vapor de agua que le llega del evaporador. El absorbedor lo que hace es aspirar estos vapores.

Con esto quedan descritos todos los elementos principales de la máquina de absorción. Para cerrar el ciclo, sólo nos falta describir el intercambio que existe entre hervidor y absorbedor.

Lo que se ha descrito más arriba ha sido el circuito del refrigerante que es el agua. Como ya hemos explicado, el hervidor contiene mezcla rica, es decir, bromuro de litio mezclado con abundante agua. El calor procedente de la instalación solar o calor residual hace que se evapore este agua, de manera que la mezcla pierde agua y se convierte en mezcla pobre (poco agua), y esta mezcla la recircula una bomba eléctrica

(B, éste es el único consumo eléctrico que tienen estas máquinas, el cual es mínimo) hacia el absorbedor, de manera que en éste tendremos una mezcla pobre, la cual es apta para absorber los vapores de agua procedentes del evaporador, por tanto la mezcla se convierte en rica, y esta es dirigida por la bomba explicada antes (B) hacia el hervidor, donde de esta manera se cierra el ciclo.

Explicado el funcionamiento de la máquina de absorción, diremos que uno de los problemas que tienen estos aparatos es su bajo rendimiento, mucho menor que las de compresión. Para aumentar el rendimiento hay que hacer máquinas de varias etapas (la Figura 1 representa la de una etapa), las cuales son más caras, complejas y aumenta la temperatura de alimentación a la máquina.

Otro problema que tienen estas máquinas es que tienen que ser refrigeradas no por aire (esto se llama: condensadas por aire), sino por agua y esto obliga a realizar otra instalación conjunta, incorporando una torre de refrigeración.

Por otro lado, la climatización con máquinas de absorción alimentadas con energía solar es mucho más cara que con una máquina de compresión. Con todo, hoy en día son factibles máquinas de absorción alimentadas por instalaciones solares de tubos de vacío, que tienen mayor temperatura y rendimiento que la placa plana. Hay máquinas de absorción que funcionan con 90 °C en la alimentación, temperatura fácilmente alcanzable con tubos de vacío en verano. Además, el hacer una instalación solar en la cubierta de una nave o edificio ofrece la posibilidad de agua caliente sanitaria todo el año, calefacción en invierno y refrigeración en verano alimentando una máquina de absorción.

Explicaremos también que, a diferencia de instalaciones solares para calentar agua caliente sanitaria (A.C.S., que es el agua que consumimos en la ducha y demás usos domésticos) ocurre que en invierno es cuando más A.C.S. necesitamos y cuando menos radiación solar hay. Sin embargo, en instalaciones solares para alimentar una máquina de absorción para refrigerar un local, ocurre que en verano es cuando más hay que refrigerar y cuando más radiación hay, con lo cual están en fase la oferta con la demanda. Con ello, está asegurada la prosperidad de instalaciones solares para alimentar máquinas de absorción y climatizar, por ejemplo, centros comerciales, hospitales, etc. Y a ello se añade el factor de respeto al medio ambiente, ya que la electricidad que consumiría una máquina de compresión no tiene por qué ser generada, con lo cual no resultan con ello emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Hoy en día existen en España unas 20 instalaciones solares con máquina de absorción para climatización de grandes superficies. Para ello hace falta tecnología e ingeniería puntera; y es que el hecho de aprovechar el sol y no contaminar justifica, hoy por hoy, toda tentativa. De este modo, dentro de unos años esperamos ver muchas más instalaciones de este tipo.

REFERENCIAS

CURSO DE FORMACIÓN (2007): *Cálculo y Diseño de Instalaciones de Frío y Calor Solar. Curso Postgrado*, Universidad de Lleida.
DE ANDRÉS Y RODRÍGUEZ-POMATTA, J. A., S. AROCA LASTRA y M. GARCÍA GÁNDARA (1985): *Climatización II: Acondicionamiento de aire*, Escuela de la Edificación de la UNED.