

# Fuentes de Energía

## Capítulo 10: Producción de calor y frío. Energía del ambiente. Energía geotérmica. Ejercicios, Actividades y Cuestiones de autoevaluación

### Autor:

- Antonio Lecuona Neumann. Catedrático del Área de Máquinas y Motores Térmicos. Dpto. De Ingeniería Térmica y de Fluidos, [Grupo ITEA](#), [Universidad Carlos III de Madrid](#), Leganés, España.

2019

La información contenida en este documento sirve de propósito exclusivo como apuntes para alumnos en la enseñanza de la asignatura indicada y ha sido obtenida de las mejores fuentes que se han podido encontrar, generalmente de reconocido prestigio. No obstante el/los autor/es no garantizan la exactitud, exhaustividad, actualización o perfección de su contenido. Por ello no será/n responsable/s de cualquier error, omisión o daño causado por el uso de la información contenida, no tratando con este documento prestar ninguna clase de servicio profesional o técnico; antes bien, se ofrece como simple guía general de apoyo a la docencia. En caso de detectar algún error, rogamos nos lo comunique e intentaremos corregirlo. Puede contener material con copyright © por lo que su reproducción puede no estar permitida.

## 10.4.- Frío y calor por sorción (cont.).

**Ejercicio 10.1.-** Haga uso de las Ecs. (10.7) para:

I.- Determinar  $\Delta\Delta t$  para potencia nominal de la máquina frigorífica  $\dot{Q}_{e,nom}$ .

**Solución:**

II.- Con  $t_e = 10\text{ °C}$  y  $t_{ac} = 25\text{ °C}$ , durante el verano en Madrid y con torre de refrigeración húmeda, determine  $t_g$  para potencia nominal.

**Solución:**

III.- Compruebe que un aumento de la diferencia de temperatura para el bombeo reduce el  $COP_{mf}$ .

La diferencia de temperatura de bombeo (salto) es la diferencia entre las temperaturas medias externas de evaporación y de condensación, pero ambas tienen un efecto distinto, pues los factores que las afectan en la expresión de  $\Delta\Delta t$  son diferentes, Ec. (10.6). Si optamos por bajar hasta el mínimo admisible para una máquina de H<sub>2</sub>O/LiBr,  $t_e = 4\text{ °C}$  y subimos hasta  $t_{ac} = 29\text{ °C}$ , resulta:

**Solución:**

## 10.8.- Cuestiones de autoevaluación.

10.1	La producción de agua caliente sanitaria resulta especialmente favorable de producir con energía solar	
10.2	La instalación de dispositivos de producción de ACS en edificios nuevos o rehabilitados es obligatoria en España	
10.3	Para producir ACS solar en España es necesario recurrir a captadores de tubos de vacío, por las bajas temperaturas en invierno	
10.4	El ACS se puede almacenar preparada, hasta su uso	
10.5	Si se radica en una zona donde la helada es posible, no se puede preparar el ACS haciéndola pasar por los captadores.	
10.6	Tomar calor de la atmósfera resulta posible para calefacción, por intermedio de una bomba de calor.	
10.7	Con una bomba de calor se puede lograr habitualmente un COP para calefacción de 3, o incluso superior	
10.8	Dada la temperatura alta de los gases de escape de los motores térmicos, es posible recuperar ese calor residual para aplicaciones de calefacción y calor de proceso	
10.9	La cogeneración conlleva la producción de electricidad que puede inyectarse en la red	
10.10	El calor de refrigeración de un motor alternativo de combustión interna, p. e. un Diésel, también puede usarse para calefacción.	
10.11	El calor de refrigeración de un motor alternativo de combustión interna, p. e. un Diésel, también puede usarse para suministrar a una máquina de absorción de simple efecto.	
10.12	El calor de refrigeración de un motor alternativo de combustión interna, p. e. un Diésel, también puede usarse para suministrar a una máquina de absorción de doble efecto.	

## 10.8.- Cuestiones de autoevaluación.

10.13	La energía geotérmica activa de media y alta temperatura puede usarse directamente como fuente de calor.	
10.14	El almacenamiento estacional en el terreno es útil en instalaciones de uno o algunos chalets unifamiliares.	
10.15	Obtener calor del terreno o de las aguas en invierno con bomba de calor para calefacción es especialmente útil en países fríos.	
10.16	Si se rechaza el calor residual del acondicionamiento de aire al terreno en verano, en invierno conviene tomarlo invirtiendo el funcionamiento de la bomba de calor para evitar la saturación térmica del terreno.	
10.17	El “radiador” de un coche refrigera el motor con un intercambiador agua-aire generalmente. Está dotado de aletas para favorecer la convección con el aire, forzada con un ventilador perpendicularmente a los tubos de agua. ¿Es a flujo cruzado?	
10.18	Al aumentar el área de transferencia en un intercambiador de calor, a resto de parámetros constantes ( <i>ceteris paribus</i> ) , aumenta la conductancia térmica.	
10.19	El tener que usar la diferencia logarítmica media de temperaturas para calcular la potencia calorífica transferida en un intercambiador de calor se debe a que una corriente se va calentando y otra enfriando progresivamente, por lo que aparecen no linealidades al ser la diferencia de temperaturas variables a lo largo del recorrido de intercambio	
10.20	La “carga”; es decir, en este caso la potencia, de una máquina de absorción se controla simplemente con las tres temperaturas de sus respectivos intercambios con el exterior.	
10.21	La potencia de un motor se puede controlar de dos maneras, con el régimen de giro y con la “carga”, denominada a veces “acelerador”.	
10.22	Un generador eléctrico movido por un motor, convencionales, ha de girar a régimen fijado por la frecuencia de la red a la que está conectado.	

## 10.9.- Actividades propuestas (*ex cursus*)

**Actividad 10.2:** Busque en Internet fabricantes de máquinas de absorción de  $H_2O/LiBr$ . Sugerencias BROAD, CARRIER, HITACHI, LG, SANYO, SHUANGLIANG, THERMAX, TRANE, YAZAKI, Johnson Controls/YORK, Climatewell, Rotartica, SOLARNEXT, McQuay. Describa los tamaños (potencias nominales) disponibles, la fuente de calor que emplean (Llama directa, gases de escape, vapor, agua sobrecalentada o agua caliente), el *COP* según sean de simple efecto, doble efecto, triple efecto (Kawasaki Thermal Engineering) o efecto mitad (solamente teórico) y justifique la razón de ello. Indique la forma de evacuación del calor (condensación por aire o por agua).

**Solución:**

## 10.9.- Actividades propuestas (*ex cursus*)

**Actividad 10.3:** Busque en Internet fabricantes de máquinas de absorción de  $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ . Sugerencias: APINA/ARANER, COLIBRI-BV, ENTROPIE-SAS, ROBUR, THERMAX, VICOT, PINK, AOSOL, SOLARNEXT, CHILLII. Describa los tamaños (potencias nominales) disponibles, la fuente de calor que emplean (Llama directa, gases de escape, vapor, o agua sobrecalentada o caliente), el COP de refrigeración, el COP de calefacción y justifique la razón de ello. Indique la forma de evacuación del calor (condensación por aire o por agua). Use exclusivamente el espacio reservado en esta cara.

**Solución:**

## 10.9.- Actividades propuestas (cont.) (*ex cursus*)

**Actividad 10.4:** Localice en Internet el consumo europeo de calor para procesos industriales (palabras de búsqueda: calor de proceso, process heat, residual heat, waste heat, heat valorization) y compárelos con otros consumos energéticos globales y valore el resultado. Considere la temperatura a la que se emplea ese calor. Cite el origen de sus datos. Use exclusivamente el espacio reservado en esta cara.

**Solución:**

## 10.9.- Actividades propuestas (cont.).

**Actividad propuesta 10.5:** A) Haciendo uso de las Ecs. (10.7) dibuje las gráficas del  $COP$  de la máquina de absorción, como máquina frigorífica y como máquina calorífica, en función de  $t_g$ . Particularice para temperatura media exterior a la máquina  $t_e = 4 \text{ }^\circ\text{C}$  y evacuación seca al ambiente  $t_{amb} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , con un salto térmico en la evacuación de  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ . B) Determine la temperatura media mínima de activación  $t_{g,min}$  que hace  $\dot{Q}_e > 0$  y  $t_{g,nom}$  a la cual se alcanza la potencia nominal. C) Determine ambos  $COP$  máximos asintóticos. D) Descubra que por encima de un cierto valor de  $t_g$  no aumenta la eficiencia apreciablemente, aunque sí la potencia. E) ¿Qué tipo de captador solar resultaría adecuado para activar esta máquina?. F) Compare esta tendencia con la de dos máquinas de Carnot en serie: un motor térmico entre  $T_g$  y  $T_{ac}$  cuyo trabajo (exergía) mueve internamente una bomba de calor entre  $T_e$  y  $T_{ac}$ .

**Solución:**



## 10.9.- Actividades propuestas (cont.).

**Actividad propuesta 10.5:** (Cont.) F) Compare esta tendencia con la de dos máquinas de Carnot en serie: un motor térmico entre  $T_g$  y  $T_{amb}$  cuyo trabajo (exergía) mueve internamente una bomba de calor entre  $T_e$  y  $T_{amb}$ .

**Solución:**