

ACS Y CLIMATIZACIÓN DE VIVIENDA Y PISCINA CON ENERGÍA SOLAR

ACS AND AIR CONDITIONING OF HOUSE AND SWIMMING POOL WITH SOLAR ENERGY

Recibido: 23/11/06

Aceptado: 08/02/07

José Rodrigo Carda

Ingeniero Industrial.

Director Técnico de

ElektroSol, S.L.

Matthias Fohrer

Ingeniero Industrial.

Departamento Técnico de

ElektroSol, S.L.

RESUMEN

Es muy importante utilizar la energía solar térmica para contribuir a evitar una crisis energética causada por falta de combustibles fósiles en el futuro. Para aprovecharla mejor en el ámbito doméstico, hay que componer sistemas que produzcan un aporte solar mayor a la demanda térmica aprovechando mejor el potencial que ofrecen los captadores. En este artículo se presenta un sistema así, que suministra calor (para la calefacción y la piscina), frío y agua caliente sanitaria (ACS) a partir de energía solar.

Palabras clave: Energía solar térmica, refrigeración, calefacción, ACS

ABSTRACT

Solar thermal energy has to be used more and more in the future to help to avoid an energy crisis caused by lack of fossil energy. For a better domestic use of this energy source, systems has to be developed, that provide more of the demanded thermal energy by the sun using more efficiently the energy produced by the collectors. Such system that supplies heating, cooling, domestic hot water

and heat for a swimming pool by solar energy is presented in this article.

Key words: Solar thermal energy, heating, air conditioning, domestic hot water

1- INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de la energía solar térmica para la provisión de ACS y la calefacción se ha incrementado sustancialmente en los últimos años. No obstante, los consumos únicamente de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción no se compaginan con la radiación solar incidente al no existir simultaneidad entre la demanda energética y la radiación incidente. El resultado es que un aporte solar alto sólo puede ser obtenido con excesos de energía solar sobre todo en verano. La refrigeración por energía solar térmica conseguida mediante una máquina de absorción es un consumo adicional que mejora la adaptación del perfil de consumo total a la energía solar incidente. A pesar de ello, aún se obtienen excesos en primavera y otoño, cuando el aporte solar es alto, ya que no existe suficiente demanda de refrigeración o calefacción en estos meses. Estos excesos pueden ser aprovechados para calentar una piscina.

Este artículo investiga la posibilidad de cubrir la demanda térmica total de una vivienda con un aporte solar alto evitando excesos gracias a la climatización de una piscina.

Para obtener la demanda de refrigeración y calefacción de la vivienda, se ha modelado una casa con un coeficiente de transmisión de calor K_g de

0,6. La superficie habitable de la vivienda se estima en 200 m² repartidos en dos plantas. Se ha realizado el modelado con los programas *SimCad* y *Prebid*. Este modelo se ha aplicado en el *software* de simulación *TRNSYS* junto con el sistema de captación, refrigeración, calefacción, la demanda de la piscina, la demanda de ACS y la caldera auxiliar. Gracias a esta simulación, obtenemos el aporte tanto del sistema de energía solar como de la caldera auxiliar.

Los datos meteorológicos de referencia que influyen en la simulación han sido tomados en la localidad de Castellón. Pese a esto, los resultados podrían ser extendidos para viviendas afectadas.

En la simulación se han contemplado varios sistemas de captación y varias inclinaciones de los captadores para, finalmente, escoger la combinación con la mejor relación existente entre aporte solar y costes del sistema.

La demanda está causada por:

- Calefacción de la vivienda (200 m²) obteniendo temperaturas > 21 °C.
- Refrigeración de la vivienda obteniendo temperaturas entre 23 °C y 25 °C.
- Piscina exterior de 32 m² de superficie y 48 m³ de volumen.
- ACS para cinco personas.

En la tabla I adjunta se muestran las condiciones de la piscina.

El sistema considerado para cubrir la demanda está compuesto por:

- Captadores basados en tubos de vacío con tecnología CPC (*Compound Parabolic Concentrator*) por un total de 45 m² de superficie de captación,

Tabla I: Condiciones de la piscina

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura de la piscina	22	22	22	24	25	26	29	29	27	25	22	22
Tiempo sin manta térmica (%)*	5	5	20	50	100	100	100	100	100	50	5	5

* Manta térmica que se utiliza para tapar la piscina reduciendo las pérdidas de calor.

inclinados por 35° hacia el Sur. Estos captadores tienen un rendimiento nominal de 66,1% según EN12975 y alcanzan temperaturas mucho más elevadas que los captadores planos debido a la concentración de la radiación de la superficie captable (espejos CPC) en la superficie del absorbente, situada en tubos de vacío que reducen las pérdidas de calor.

- Depósito de estratificación de 3.000 litros de capacidad. Este depósito cuenta con módulos independientes para calefacción y ACS reduciendo así las pérdidas de calor por aislamiento térmico.

- Calefacción/refrigeración por suelo radiante/refrescante. Con este sistema se alcanza un COP (rendimiento a base del calor aportado) mayor de la máquina de absorción. Esto es debido a que las temperaturas del agua fría no tienen que ser tan bajas como en las condiciones nominales. Al emplear al sistema de suelo refrescante en una vivienda de clima mediterráneo, se hace necesaria la deshumidificación de la vivienda y el empleo de una sonda de rocío para evitar la condensación del vapor. También sería viable climatizar la vivienda con *fan coils* sin necesidad de emplear un deshumidificador.

- Máquina de absorción de 15 kW de potencia nominal de refrigeración. El COP nominal de esta máquina es de 0,71 con las temperaturas nominales de agua caliente a 90 °C (entrada), agua fría a 11 °C (salida) y agua para la condensación a 30 °C (entrada).

- Caldera auxiliar con un rendimiento estimado del 80%.

- Torre de refrigeración. (alternativa de realizar la condensación por geotermia apoyada por *fan coil*, con el ahorro de los problemas asociados a una torre de refrigeración)

Los componentes están interconectados tal y como se muestra en la figura 1.

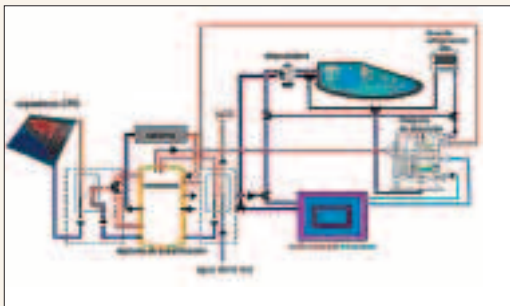


Fig. 1: Esquema de la instalación

En lugar del apoyo por caldera existe la posibilidad de realizar el apoyo por bomba de calor de manera más eficiente en la parte fría para refrigeración y en parte caliente para calefacción y ACS. Esto supone un aumento de la eficiencia general del sistema pues los COP de las bombas de calor comerciales disponen de COPs mayores a 4-5.

La condensación de la máquina de absorción* también puede realizarse mediante geotermia apoyada por un *fan-coil*. Con el sistema geotérmico adicional se podría llevar la energía auxiliar necesaria a un mínimo. No obstante, en los cálculos siguientes se ha considerado el apoyo por caldera.

En la figura 2 se muestran los datos en forma de un gráfico de barras.

Este gráfico muestra las distintas demandas térmicas (calefacción, ACS, la demanda térmica de la máquina de absorción y el calentamiento de la piscina), el aporte solar por los captadores de CPC y la energía auxiliar necesaria para cubrir el resto de la demanda de calefacción, refrigeración y ACS suponiendo un rendimiento de la caldera del 80%.

En esta figura se puede apreciar que el aporte solar al consumo de la calefacción, refrigeración y ACS es lo bastante alto como para cubrir la demanda casi por completo. La radiación solar incidente únicamente es insuficiente para cubrir la demanda energética unos pocos días al año. El resultado es que el sistema auxiliar será necesario en muy pocas ocasiones, con el consiguiente ahorro económico.

La demanda energética de la piscina queda cubierta totalmente en los meses de abril a septiembre. En enero, el aporte solar al calentamiento de

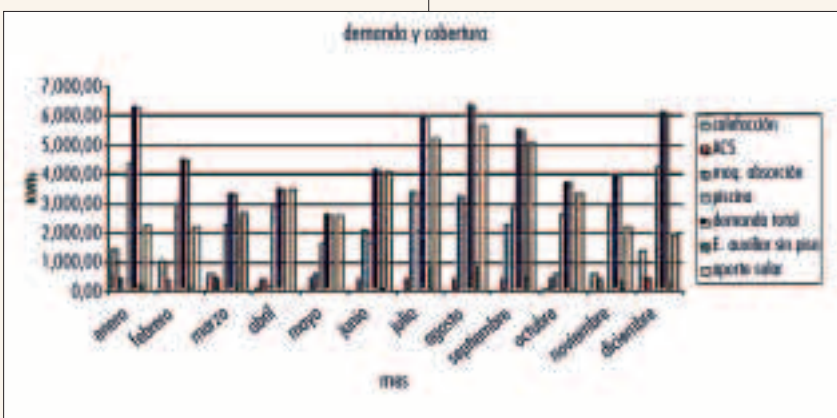


Fig. 2: Demanda de la casa, aporte solar y energía auxiliar

En la tabla II se resumen los resultados de la demanda (a), la cobertura solar (b) y la energía auxiliar (c) para los componentes modelados.

la piscina representa un 12%, en febrero un 28%, en marzo un 82%, en octubre un 86%, en noviembre un 50% y en diciembre, un 9%.

*Las máquinas de absorción son equipos muy habituales en el mercado de la refrigeración. Su funcionamiento se basa en las reacciones físico-químicas entre un refrigerante y un absorbente. Funcionan mediante energía térmica (en este caso aportada a través de la instalación solar térmica) con el fin de producir agua fría (7-12 °C). En comparación con las máquinas de compresión (accionadas únicamente con energía eléctrica), el consumo eléctrico de las máquinas de absorción es mucho más bajo. Aunque en las máquinas de absorción de simple efecto su COP es reducido (0,5-0,7), al emplear una energía prácticamente gratuita, el ahorro energético es muy importante.

DEMANDA ENERGÉTICA					ENERGÍA SOLAR		
	Calefacción	ACS	Máquina de absorción	TOTAL KWh	Energía auxiliar ACS+Calf+Refr		Energía producida neta kWh
Ene	1.450	445	0	6.255	230	4.800	2.231
Feb	1.030	395	0	4.485	150	2.750	2.165
Mar	550	430	0	3.240	200	500	2.680
Abr	90	410	112	3.472	0	0	3.472
May	0	420	560	2.600	0	0	2.600
Jun	0	400	2.100	4.140	70	0	4.084
Jul	0	405	3.360	5.895	850	0	5.215
Ago	0	410	3.220	6.320	820	0	5.664
Sep	0	405	2.240	5.475	500	0	5.075
Oct	50	425	567	3.692	60	450	3.284
Nov	550	420	0	3.860	300	1.800	2.180
Dic	1.400	435	0	6.075	340	4.800	1.963
TOTAL	5.120	5.000	12.159	55.509	3.520	15.100	40.613

Tabla I: Demanda y cobertura. Datos en kWh

En verano, cuando la máquina de absorción se ponga en funcionamiento, la piscina será alimentada con el calor que se obtiene de la vivienda, transportando el calor no deseado de la casa a la piscina mediante la máquina de absorción. De esta manera resulta más energía producida neta (aporte solar) que la captada con los captadores. Cuando la temperatura de la piscina aumente por encima de lo deseado, el calor residual será desviado desde la máquina de absorción a la torre de refrigeración.

Cuando no exista demanda de refrigeración, el aporte solar al calentamiento de la piscina procederá de los excesos de energía solar. Por ejem-

plo, en abril hay muy poca demanda de refrigeración y calefacción, así que se puede utilizar el campo de captadores sobre todo para calentar la piscina. En invierno también hay bastantes días con excesos, así que estos días se puede cubrir una parte de la demanda de la piscina gracias a esos excesos.

El aporte solar del sistema a los consumos, repartidos en un grupo que es ACS, calefacción y refrigeración y otro grupo que es la piscina se presenta en la tabla II.

Con el sistema elegido se consigue un aporte solar para los consumos de ACS, calefacción y refrigeración muy alto durante todos los

meses del año. La climatización de la piscina requiere un muy elevado aporte energético. Renunciando a la climatización de la piscina en los meses de invierno, se podría conseguir cubrir prácticamente toda la demanda energética de la vivienda.

La aparición de máquinas de absorción de pequeña potencia que se está produciendo actualmente ha permitido que estas máquinas puedan emplearse en un ambiente doméstico. Cada vez más fabricantes están desarrollando este tipo de máquinas de absorción, lo cual hace que se esté abriendo el mercado de estos dispositivos fuera de las aplicaciones industriales. El resultado es que los precios de estas máquinas descenderán en un futuro próximo reduciendo el coste total del proyecto y aumentando, por lo tanto, su rentabilidad económica.

2- BIBLIOGRAFÍA

- DUFFIE, John A.; BECKMAN, William A. *Solar Engineering of Thermal Processes*, 3rd Edition, ISBN: 0-471-69867-9.

- DELGADO MARÍN, Jose Pablo. "Climatización de un centro con Energía Solar". DYNA, Diciembre 2006. Vol. LXXXI-9. Pág. 6-10.

- MARTÍN ZORRAQUINO, Juan V. "Integración de calderas individuales en las instalaciones ACS con energía solar". DYNA, Octubre 2005. Vol. LXXX-7. Pág. 32-36. ■

COBERTURA SOLAR		
	ACS + Calefacción + Refrigeración %	Piscina %
Enero	90,29	11,93
Febrero	91,58	28,10
Marzo	83,67	82,30
Abril	100	100
Mayo	100	100
Junio	97,76	100
Julio	81,94	100
Agosto	81,93	100
Septiembre	84,88	100
Octubre	95,39	86,42
Noviembre	75,26	50,17
Diciembre	85,18	9,43
Media	87,36	63,65

Tabla II: Aporte solar