

CALEFACCIÓN POR CENTRAL TERMICA HIBRIDA SOLAR-BOMBA DE CALOR

J. Follari, E. Emmer, D. Perelló y L. Odcino.

Innovar S.R.L., Justo Daract y Ruta 147, 5700 San Luis, innovarsrl@yahoo.com.ar
Frisia, Chacabuco 1360, 5700 San Luis, frisia@frisiaclimatizaciones.com
Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera, 5700 San Luis,
02652-15662081, follari@unsl.edu.ar

RESUMEN: El objetivo fue diseñar, construir y experimentar un sistema de calefacción híbrido **solar – bomba de calor** para ser usado en calefacción.

Se calculó la energía necesaria para ACS y calefacción en una vivienda; se dimensionó la cisterna (reservorio de energía) necesaria para conseguir la autonomía requerida en la zona. Se construyó un módulo experimental que permitió su uso calentando un reservorio de agua simulando un piso radiante y como alternativa su uso con un fan coil.

Se controlaron las temperaturas del agua de entrada y salida de los intercambiadores en las unidades evaporadora y condensadora, así como los distintos parámetros de la bomba de calor. Se midió el rendimiento del equipo solar y la eficiencia (COP) de la bomba de calor, resultando estas eficiencias de $3 < \omega < 6$, que dan altos valores de la fracción solar.

Se muestran gráficos del equipo experimental y resultados.

Palabras clave: calefacción, energía solar, bomba de calor.

INTRODUCCIÓN

La calefacción de edificios es un tema relevante dado que involucra más del 50% del consumo total de energía para el uso residencial y comercial. Esto es entre el 18 y 24 % de la energía primaria que usa Argentina, es decir, un consumo similar a toda la energía utilizada para la generación de electricidad.

La arquitectura bioclimática constituye una estrategia ineludible en cualquier construcción nueva. Esta estrategia aporta generalmente entre el 40 y 80% de la energía requerida. El resto debe ser complementado con equipamiento que provea la energía remanente (20 a 60%) para alcanzar el confort durante todo el periodo de tiempo preestablecido de acuerdo al uso del edificio en cuestión.

Esa energía complementaria puede ser aportada por gas (estufas o calderas) o bien por electricidad. En este último caso, la energía eléctrica puede disiparse en resistencias o bien alimentar una bomba de calor que toma energía térmica del exterior y la introduce al edificio. Es conocido que en una resistencia la conversión energética es 1 a 1 y que en una bomba de calor convencional la eficiencia comercial actual (M.Zemansky 1975) está entre 3 o 4. Es decir una bomba de calor toma por ejemplo 2 unidades de energía del ambiente exterior, consume 1 unidad de electricidad y vuelca 3 unidades de energía térmica al interior del edificio.

Esto significa que es 3 a 4 veces más eficiente energéticamente que una resistencia alimentando una caldera eléctrica.

Siendo esto así, ¿cuál es la razón para que esta tecnología no tenga mayor difusión en la actualidad? Sin duda hay problemas que limitan su uso.

PROBLEMAS EXISTENTES PARA EL USO DE BOMBAS DE CALOR EN CALEFACCION

El problema más relevante es que en las bombas “frío-calor” comerciales, el intercambiador exterior usa el aire del ambiente como fluido de intercambio. Cuando en invierno la temperatura exterior está debajo de 5°C, el gas de la bomba debe alcanzar temperaturas entre los -5° a -15° C. Esto hace condensar la humedad ambiente en el intercambiador que a continuación se congela. El hielo hace de capa aisladora que impide el intercambio de calor hasta que es removido. Es decir cuando más es requerido, el equipamiento responde mal o no responde.

Un segundo problema es que la potencia requerida de calefacción en invierno en la zona central de la Argentina es en general entre 2 y 5 veces mayor que la necesaria para refrigerar el mismo edificio en verano.

Temperaturas ambiente medias típicas de invierno están entre 9 y 12° C y en verano, alrededor de 25°C mucho más cerca del confort esperado. Esto significa que si están bien dimensionadas para refrigeración, son insuficientes para calefacción.

CENTRAL TERMICA HIBRIDA (CTH)

Ante este panorama se desarrolla esta nueva propuesta que consiste en utilizar una cisterna de agua para intercambiar calor del exterior. Es decir que ahora la energía térmica es extraída de la cisterna en lugar del aire exterior con la consiguiente ventaja en la calidad del intercambio, dado que desaparece el problema de congelamiento del intercambiador.

Consecuencia, el intercambiador externo funciona siempre bien, si la cisterna tiene entre 10 y 40° C, o más.

Esto resuelve el primer problema, el más relevante de todos y permite dimensionar la potencia con el requerimiento máximo, generalmente el de invierno, resolviendo también el segundo problema limitante.

Es claro que la cisterna se enfriará y puede congelarse si no se le aporta energía. Esto último se realiza con energía solar, usando colectores planos.

ALGUNOS ANTECEDENTES

Este método ha sido utilizado en Islandia usando energía geotérmica o extrayendo energía de la cloaca colectora y en Bélgica utilizando una napa de agua cercana. Esta última alternativa es interesante cuando se dispone de la mencionada napa cercana, de buen caudal y calidad de agua. Pero no puede hacerse en ciudades donde la concentración de la demanda lo impide.

Por ello se propone la CTH que puede ser usada en una muy amplia gama de casos y donde como se verá. La principal componente de la energía aportada al edificio por la CTH es solar.

En ASADES 2007 Follari et all (2007) se propuso la idea y se comparó en funcionalidad y costo con otras alternativas de calefacción. A continuación nos propusimos realizar la CTH experimentalmente, ponerla a punto y medir su eficiencia como frigorífico.

EXPERIENCIAS REALIZADAS

Se diseñó una experiencia, donde aportaron la U.N.S.L., las empresas Innovar y Frisia y la Dirección Nacional de Programas y Proyectos Especiales, Programa de Energía y Transporte (secyt).

Se instaló un termotanque de 2643 litros, calentado por colectores solares con circulación forzada. Se utilizó una bomba de calor marca FRISIA modelo CTH 3TR, con potencia variable por frecuencia y control programado por PC. La energía se entregaba usando dos opciones: al aire ambiente (fan coil) o al agua de una pileta. A los efectos de medir el coeficiente de la máquina térmica (frigorífico), se instalaron termocuplas para determinar la energía extraída del termotanque y se midió la energía eléctrica utilizada en el periodo de la experiencia.

El la fig. 1 se muestra un esquema del sistema.

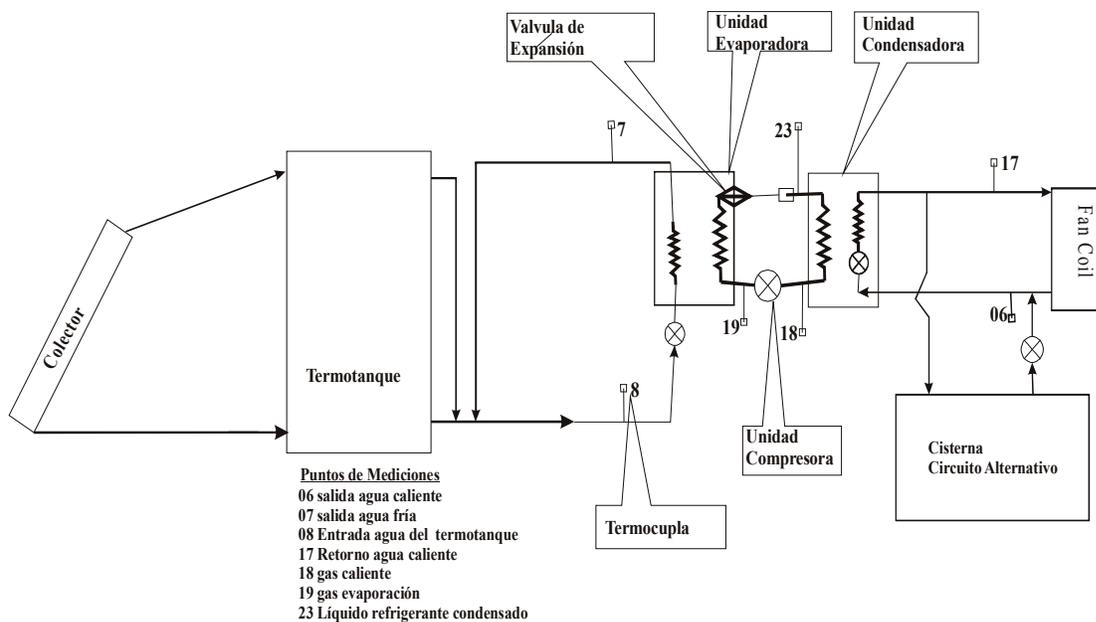


Fig. 1 Esquema del equipo experimental con los sistemas alternativos (cisterna y fan coil)

La puesta a punto del compresor se realizó para obtener temperaturas de 40-45°C, la temperatura típica de los pisos radiantes que es la forma de intercambio de calor interno más eficiente y de uso creciente. En la fig. 2 se muestra una foto del equipo en etapa de prueba.

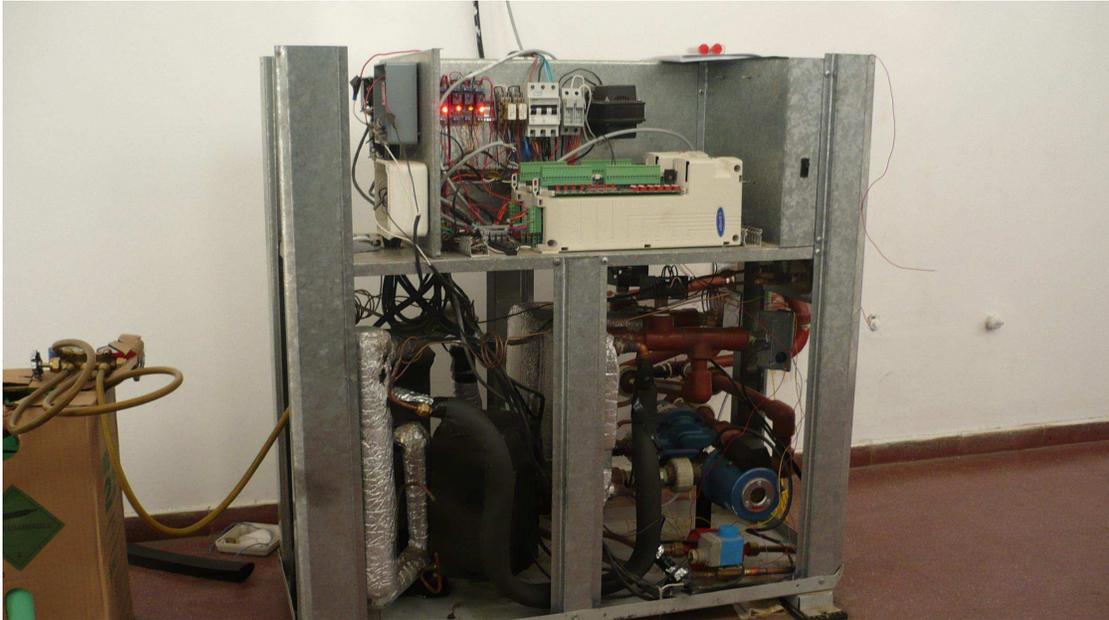


Fig. 2 bomba de calor con sus intercambiadores en funcionamiento.

En la fig. 3 se muestra el banco de colectores, la cisterna y los conductos de agua de los circuitos que conducen el agua a los puntos de intercambio de calor.



Fig. 3 Banco de colectores, cisterna y circuitos de agua.

El fig. 4 se muestra el intercambiador de calor agua – aire (fan coil) en operación.



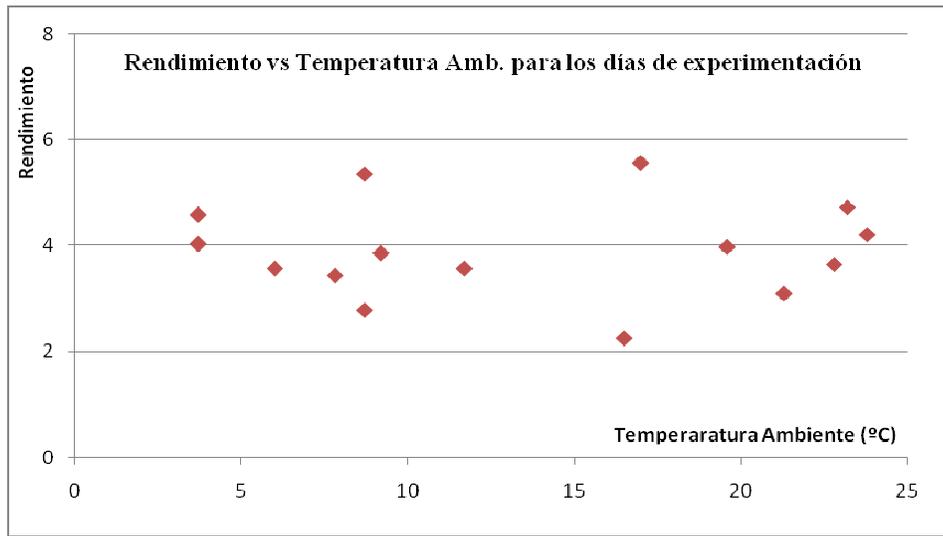
Fig. 4 Fan coil

Los resultados se muestran en la tabla 1 y en la gráfica 1.

H. Ini.	H. Final	Temp Inicio °C	Temp Final °C	Consumo Elec. KWh	Energía de calefacción aportada KWh	Eficienc =COPc	Eficienc = COPf	T. med.amb °C
21hs 54	6hs 54	59,3	30,1	21,623	91,035	4,21	3,21	23,8
22hs 20	8hs 05	55,9	33,8	14,566	68,900	4,73	3,73	23,2
21hs 50	8hs 20	46,7	29	13,904	55,202	3,97	2,97	19,6
20hs 50	10hs 50	42,2	14,3	23,835	87,000	3,65	2,65	22,8
13hs 15	21 hs	40,3	32,1	8,284	25,600	3,09	2,09	21,3
12hs 19	20hs 08	28	22,5	7,644	17,200	2,25	1,25	16,5
22 hs	6 hs	44,4	26,7	9,928	55,200	5,56	4,56	17
20 hs 15	5hs 45	42,8	15,9	25,591	71,400	2,79	1,79	8,7
4 hs	7hs 50	25,73	15	9,360	42,889	4,58	3,58	3,7
18hs 15	23hs	23,7	11,9	15,070	51,665	3,43	2,43	7,8
19 hs 10	23hs	28,3	13,8	15,860	61,082	3,85	2,85	9,2
18hs	20 hs	29,55	24,5	6,100	21,742	3,57	2,57	11,7
6hs	8hs	24,5	19,8	5,780	20,644	3,57	2,57	6
5hs	8hs	22,1	13,4	8,920	35,952	4,03	3,03	3,7
5hs	8hs	30	16,9	9,360	50,215	5,36	4,36	8,7

TABLA 1

En la gráfica se muestran los rendimientos en función de la temperatura ambiente, mostrando que son prácticamente independientes de esta y no como es en el caso de una bomba de calor trabajando en forma tradicional. Esto es porque no se presentan los problemas ya mencionados.



Graf. 1 Rendimientos en función de la temperatura ambiente

CONCLUSIONES

El sistema desarrollado, se ha mostrado seguro y de confiabilidad mecánica, ya que no se han presentado complicaciones.

Los parámetros de rendimiento son los calculados previamente (J. Follari et al. 2007) y los resultados experimentales son consistentes con estos.

Se conocen además los rendimientos parciales del sistema por medio de las lecturas de las distintas termocuplas indicadas en la fig.1: 7, 8, 17, 18, 23 etc que con los valores de capacidad de tanque y cisterna, calor específico del agua y caudal permiten conocer las transferencias de calor a los distintos componentes y con ellos las distintas eficiencias.

De la grafica 1 se comprueba que el sistema tiene eficiencias que oscilan entre 3 y 6, pudiendo tomarse como media el valor de 4.

El sistema se muestra estable para un rango de trabajo con temperaturas ambientes promedio de 5°C a los 25 °C.

El sistema por su sencillez al usar equipos de frío-calor comerciales, calentadores de agua solares comerciales y componentes estándar, permitirá una rápida y eficaz inserción en el medio.

BIBLIOGRAFIA

J. Follari, D. Perelló, L. Odicino. Sistema de calefaccion hibrido: solar – bomba de calor. AVERMA 2007

Mark W. Zemansky Calor y Termodinámica Aguilar 5ta edición

Russell y Adebisi, Termodinámica Clásica- Addison – Wesley Iberoamericana, 1997-

ABSTRACT: The purpose of this work was to design, build and experimentally test a hybrid heat pump-solar heating system. The necessary energy to be supplemented in a home was calculated and the cistern size required for the system to be autonomous in the selected zone was estimated. An experimental module was built that could be used either by heating a water reservoir simulating a radiant floor, or with a fan coil. The temperatures of the water incoming and outgoing from the exchangers in the evaporating and condensing units were modified as well as the different parameters of the heat pump. The solar system yield and the heat pump efficiency were measured, resulting in efficiency values of $3 < \varphi < 6$

Schematic representations of the system and results graphs are shown.