

DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA BÁSICO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA PARA SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE SANITARIA EN EDIFICIOS

**Editores científicos:
Eduardo Montero García
María Jesús González Fernández
Fernando Aguilar Romero**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares de este Copyright, bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, conocido o por conocer, comprendidas la repografía y el tratamiento informático.

© UNIVERSIDAD DE BURGOS 2009

Edita: UNIVERSIDAD DE BURGOS (España)
Servicio de publicaciones e imagen institucional

ISBN: 978-84-92681-08-2

Depósito Legal: Bu-334-2009

INDICE

DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA BÁSICO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA PARA SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE SANITARIA EN EDIFICIOS	1
INDICE	3
INTRODUCCIÓN	4
SISTEMA DE CAPTACIÓN	5
SISTEMA DE INTERCAMBIO	6
SISTEMA DE ACUMULACIÓN	6
CIRCUITO HIDRÁULICO	7
EQUIPO DE REGULACIÓN Y CONTROL	8
DESCRIPTION OF A LOW TEMPERATURE SOLAR THERMAL SYSTEM FOR DOMESTIC HOT WATER SUPPLY IN BUILDINGS	10
INTRODUCTION	11
COLLECTING SYSTEM	12
HEAT EXCHANGE SYSTEM	13
STORAGE SYSTEM	13
HYDRAULIC CIRCUIT	14
CONTROL SYSTEM	15
DESCRIPTION D'UN SYSTEME BASE D'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE DE BASSE TEMPERATURE POUR LA DEMANDE D'EAU CHAUDE SANITAIRE DANS LA CONSTRUCTION	17
INTRODUCTION	18
SYSTEME DE CAPTATION	19
SYSTEME D'ÉCHANGE	20
SYSTEME D'ACCUMULATION	20
CIRCUIT HIDRAULIQUE	21
EQUIPEMENTS DE RÉGULATION ET DE CONTRÔLE	22

INTRODUCCIÓN



La utilización práctica de sistemas de energía solar térmica de baja temperatura en la edificación consiste en el aprovechamiento de la radiación procedente del sol para el calentamiento de un fluido a temperaturas habitualmente inferiores a 90°C .

Esta aplicación se lleva a cabo con los denominados captadores solares, que aprovechan, en primer lugar, las cualidades de absorción y transmisión de calor de algunos materiales y, en segundo lugar, el efecto invernadero que se produce en otros materiales translúcidos (usualmente vidrio) que son transparentes a la radiación de onda corta procedente del Sol y opacos a la radiación de onda larga que emiten o reflejan los cuerpos calientes terrestres.

La utilización de esta energía en determinados servicios térmicos de los edificios permite disminuir el uso de combustibles de origen fósil o electricidad, y reducir también las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes

El aprovechamiento de la energía solar térmica de baja temperatura presenta tres aplicaciones fundamentales:

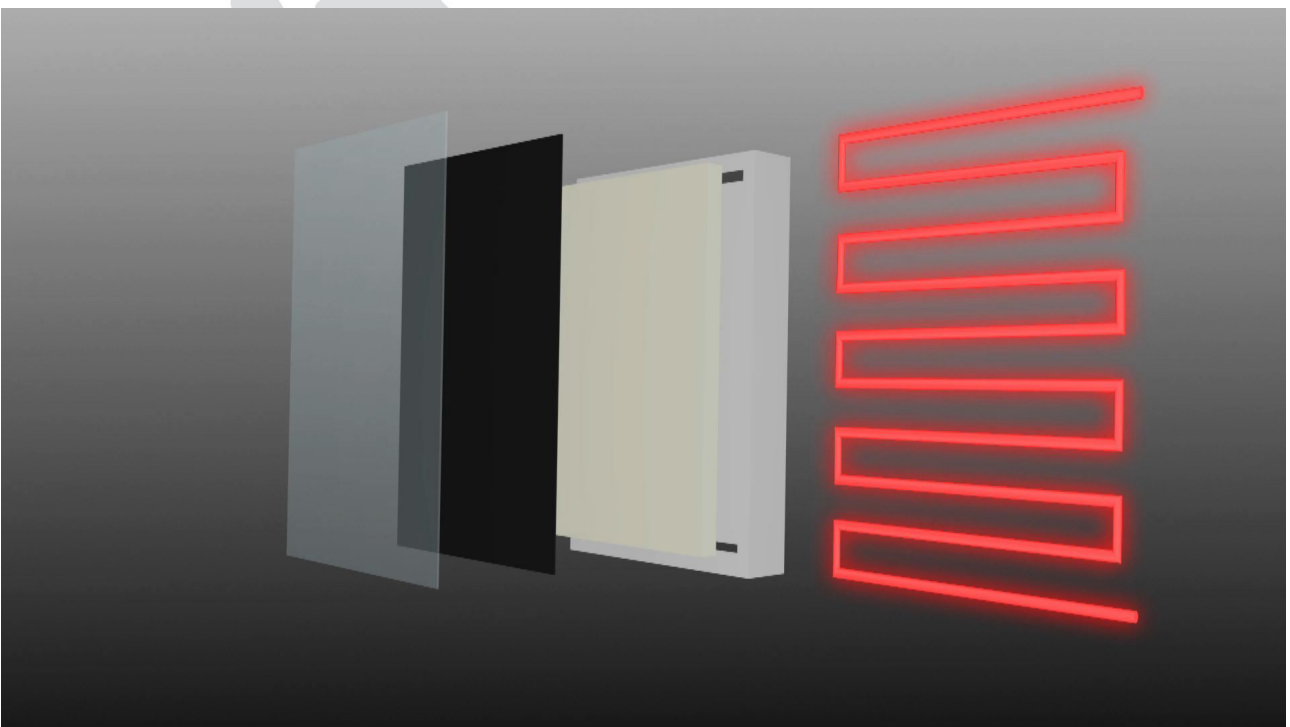
- a) la producción de agua caliente sanitaria, cuya utilización se extiende a lo largo de los doce meses del año
- b) climatización de piscinas, cuya uso es estacional en períodos limitados del año
- c) calefacción, de uso estacional al igual que el anterior

El sistema solar descrito en este documento es de tipo térmico a baja temperatura, es decir, utiliza un fluido que se calienta a temperaturas inferiores a 90°C , empleando colectores de placa plana

El funcionamiento de una instalación solar térmica de baja temperatura requiere:

- a) un **sistema de captación** de la energía radiante del Sol, que se transforma en energía térmica de un fluido, con el consiguiente aumento de su temperatura
- b) un **sistema de intercambio**, que transfiere la energía térmica desde el circuito primario o de captación hasta el circuito secundario o de acumulación
- c) un **sistema de acumulación** de la energía térmica en el circuito secundario, encargado de almacenar la energía captada del sol en los momentos de insolación diurna para su utilización en otros momentos del día por el usuario

SISTEMA DE CAPTACIÓN



El captador plano es el elemento encargado de transformar la energía radiante del Sol en calor, para transferirlo al fluido caloportador o fluido primario.

La radiación solar de onda corta interceptada por el captador atraviesa un vidrio transparente e incide sobre la superficie absorbente. Al incrementarse su temperatura, esta superficie absorbente emite y refleja una pequeña cantidad de radiación de onda larga, que es ahora retenida mayoritariamente por la lámina de vidrio, produciéndose el denominado efecto invernadero. A su vez, parte de la energía captada por el captador se disipa al exterior por conducción y convección, debido a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, tanto en la parte frontal como en la posterior. La energía definitivamente captada por la superficie absorbente se transfiere a los tubos adheridos a ella y al fluido que circula por su interior, constituyendo la energía útil disponible en el captador.

El rendimiento del captador solar plano es la fracción de la radiación incidente en el

captador que se obtiene como energía útil en el fluido primario. En Europa, los captadores solares térmicos se homologan de acuerdo con la norma EN-12975. En ella se establece una curva de rendimiento estacionario del captador. Este rendimiento es una función decreciente con la diferencia de temperatura entre la temperatura media del fluido caloportador y la temperatura ambiente.

Otro conjunto de datos relevantes del captador suelen estar recogidos en un tabla de datos, tales como dimensiones principales, peso, presión, tipo de absorbedor, capacidad, etc.

SISTEMA DE INTERCAMBIO

El intercambiador de calor es el elemento que realiza la transferencia de calor entre el circuito primario o circuito de captadores y el circuito secundario o de consumo. En instalaciones de grandes suelen instalarse intercambiadores externos, de tipo placas.

En instalaciones pequeñas, como el caso que aquí se describe, se suelen utilizar con frecuencia intercambiadores internos, de tipo serpentín.

SISTEMA DE ACUMULACIÓN



El sistema de acumulación es el encargado de almacenar el calor transferido desde los captadores térmicos a través del intercambiador.

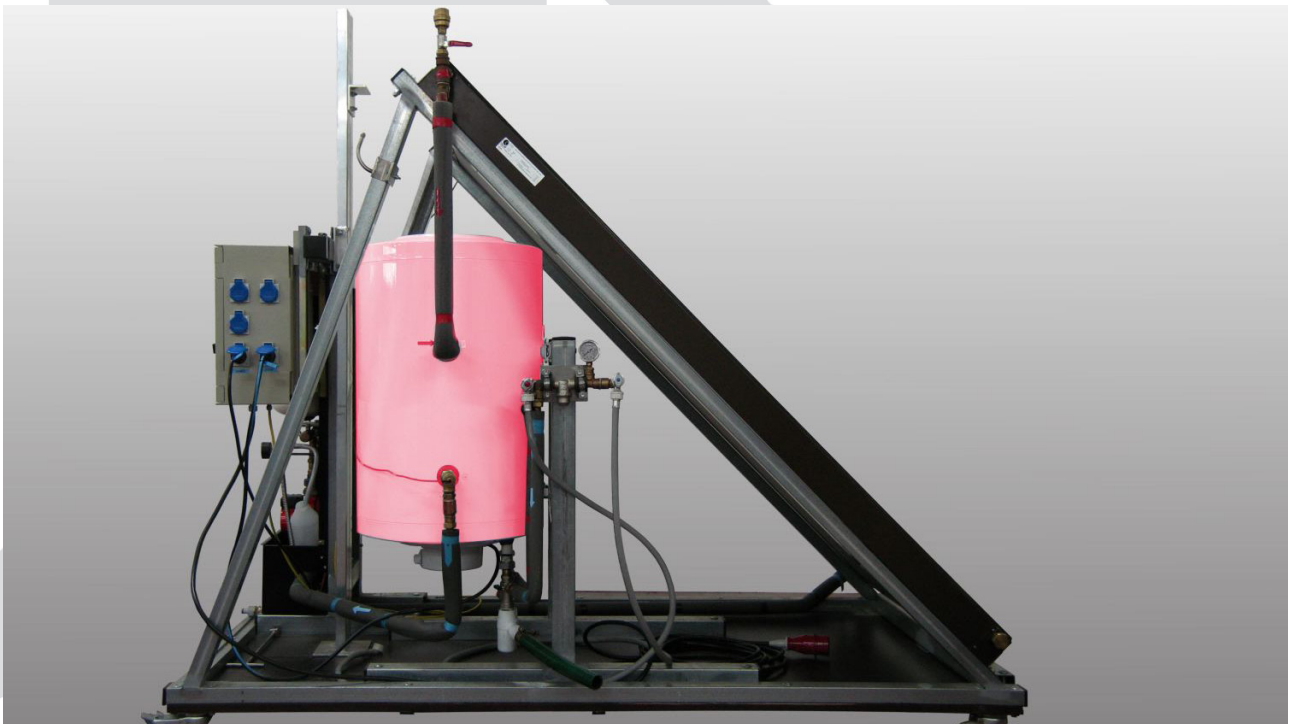
Se pueden utilizar depósitos de acero vitrificado, como el descrito en esta instalación, o de otros materiales adecuados para resistir la temperatura y corrosión.

El acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, tales como los de entrada de agua fría y salida de agua caliente del circuito secundario, de entrada y salida del circuito primario, para accesorios como el termómetro, y para el vaciado.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:

- a) la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo
- b) la conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste
- c) la conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior;
- d) la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

CIRCUITO HIDRÁULICO



El buen funcionamiento de la instalación solar térmica también depende del sistema hidráulico trazado desde el sistema de captación hasta el sistema de acumulación.

Debe ser un circuito equilibrado para cada captador o batería de captadores, debe ser un recorrido corto para reducir las pérdidas de calor y las pérdidas de carga por fricción del fluido, debe evitar la formación de bolsas de aire y, en su caso, facilitará su evacuación. Para ello, En los

puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos, por ejemplo, por purgadores automáticos.

La bomba constituye el elemento que produce la circulación forzada del fluido entre los captadores y el sistema de intercambio de calor. Se conectará preferentemente en línea, en la zona fría del circuito y con el eje de rotación en posición horizontal.

Para absorber la dilatación del agua en el circuito primario por efecto de las variaciones de temperatura, se suele disponer de un vaso de expansión cerrado de tipo membrana elástica y presurizado. Se conecta en la aspiración de la bomba.

Los circuitos presurizados deberán llevar válvulas de seguridad. Este dispositivo nos asegura que, en caso de aumento de la presión hasta un valor límite o presión de tarado, se expulsa el fluido al exterior, con la consiguiente disminución de presión en el circuito. La válvula de seguridad se monta sin válvula de corte entre ella y el circuito a proteger. Su escape debe ser conducido, libre y visible, para evitar daños o accidentes.

EQUIPO DE REGULACIÓN Y CONTROL



En instalaciones con circulación forzada se emplea un sistema de control diferencial de temperatura, que será el encargado de activar la bomba, en función de la diferencia de temperatura entre la salida de los captadores y el subsistema de acumulación.

El sistema de control pondrá en marcha la bomba hidráulica del circuito primario cuando la diferencia entre la temperatura de salida de los captadores y la del depósito de acumulación sea superior 7°C , y la detendrá cuando esta diferencia sea inferior a 2°C .

En el diseño de la instalación deberá prestarse especial atención a la ubicación de las sondas de temperatura de modo que puedan detectar correctamente las temperaturas que se desean. Se instalarán sensores en el interior de las vainas situadas en las respectivas ubicaciones.

También se ubicarán elementos de medida que permiten al usuario conocer el estado de funcionamiento de la instalación, como puede ser las sondas de temperatura en el circuito primario y del depósito de acumulación mencionadas. También un manómetro para medir la presión del circuito cerrado y verificar el llenado del circuito y el funcionamiento del sistema de expansión.



DESCRIPTION OF A LOW TEMPERATURE SOLAR THERMAL SYSTEM FOR DOMESTIC HOT WATER SUPPLY IN BUILDINGS

**Eduardo Montero García
María Jesús González Fernández
Fernando Aguilar Romero**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

INTRODUCTION



The practical use of low temperature solar thermal systems in buildings consists in using the solar radiation for heating a fluid, usually at temperatures up to 90°C.

This facility is carried out with the help of the so-called solar collectors, which make the most of, firstly, the heat absorption and transfer properties of some materials and, secondly, the greenhouse effect produced by some transparent materials (usually glass), which transmit the shortwave radiation received from the Sun but are opaque to the long wave (infrared) radiation emitted or reflected by the terrestrial hot bodies.

The use of solar energy for some thermal facilities of buildings lets us to decrease the consumption of fossil fuels or electricity, as well as is free of the subsequent greenhouse gas emissions.

The thermal use of low temperature solar energy systems can be applied in three basic facilities:

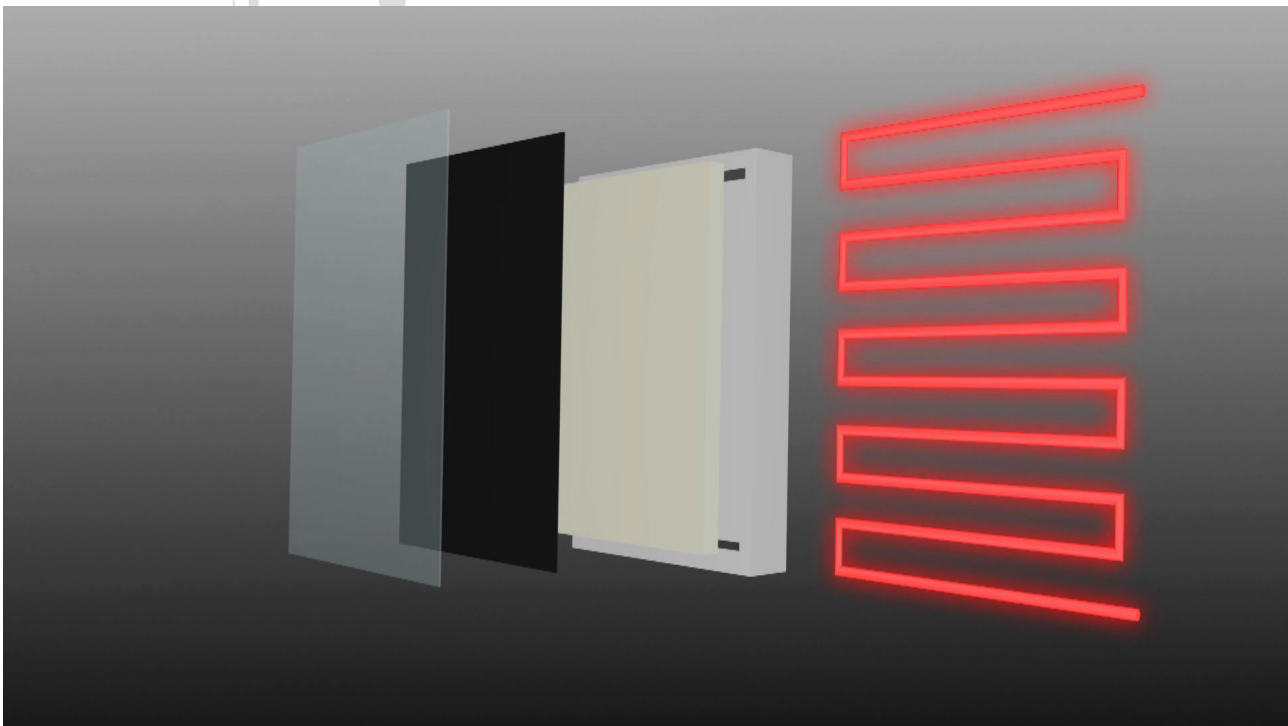
- a) Production of domestic hot water, which remains virtually constant throughout the year in households
- b) Heating of swimming pools, for temporary use during short periods of the year
- c) Space heating, also for temporary use throughout the year

The solar system described here is a low temperature solar thermal system, which uses a fluid heated up to 90°C, using flat plate solar collectors.

Operation of a low temperature solar thermal system requires:

- a) a **collecting system**, which receive the incidence irradiance of the Sun and transfer it into thermal energy of a fluid, with the subsequent increase of its temperature.
- b) a **heat exchange system**, which transfer the thermal energy from the collecting primary circuit to the storage secondary circuit.
- c) a **storage system**, which stores the thermal energy collected during sunlight for its use in a different temporal pattern by the consumer.

COLLECTING SYSTEM



The flat plate collector is the element where the energy in sunlight, the insolation, is converted into heat, and transferred to the heat transfer fluid or primary fluid.

The shortwave solar radiation received by the solar collector passes through a highly transparent glass and hits the solar absorber surface. Due to the increase of temperature, the absorber emits and reflects a small part of long wave radiation, which now is mostly retained by the glass cover, producing the so-called greenhouse effect. At the same time, a fraction of the energy captured by the collector is transferred to the air by conduction and convection heat transfer, because of the temperature difference between collector and surroundings, both by the glass cover and by the insulated back wall. The final energy captured by the solar absorber surface is then transferred to the fluid tube channels and to the heat transfer fluid which flow through the channels, and this is the collector final energy available.

The flat plate solar collector efficiency is defined as the fraction of the input energy (irradiation) obtained as useful energy (heat) discharged by the primary fluid at the collector. In Europe, the

flat plate solar collectors are tested by means of the EN-12975 standard testing procedure. This standard describes the stationary efficiency characteristic curve. The solar collector efficiency is a decreasing function of the difference between mean collector and ambient temperature.

Other outstanding collector set of data are its size, weight, pressure, type of absorber, capacity

HEAT EXCHANGE SYSTEM

The heat exchanger is the element used for heat transfer between the collector primary circuit and the consumer secondary circuit. In large systems, external plate heat exchangers are frequently used.

In small systems, as the one described here, internal heat exchangers are usually chosen, formed by smooth-tube heat exchangers.

STORAGE SYSTEM



The storage system serves the purpose of storing heat transferred from the solar collector through the heat exchanger system.

Enamel-coated tanks could be used, as the one described here, or tanks made of materials suitable to withstand temperature and corrosion.

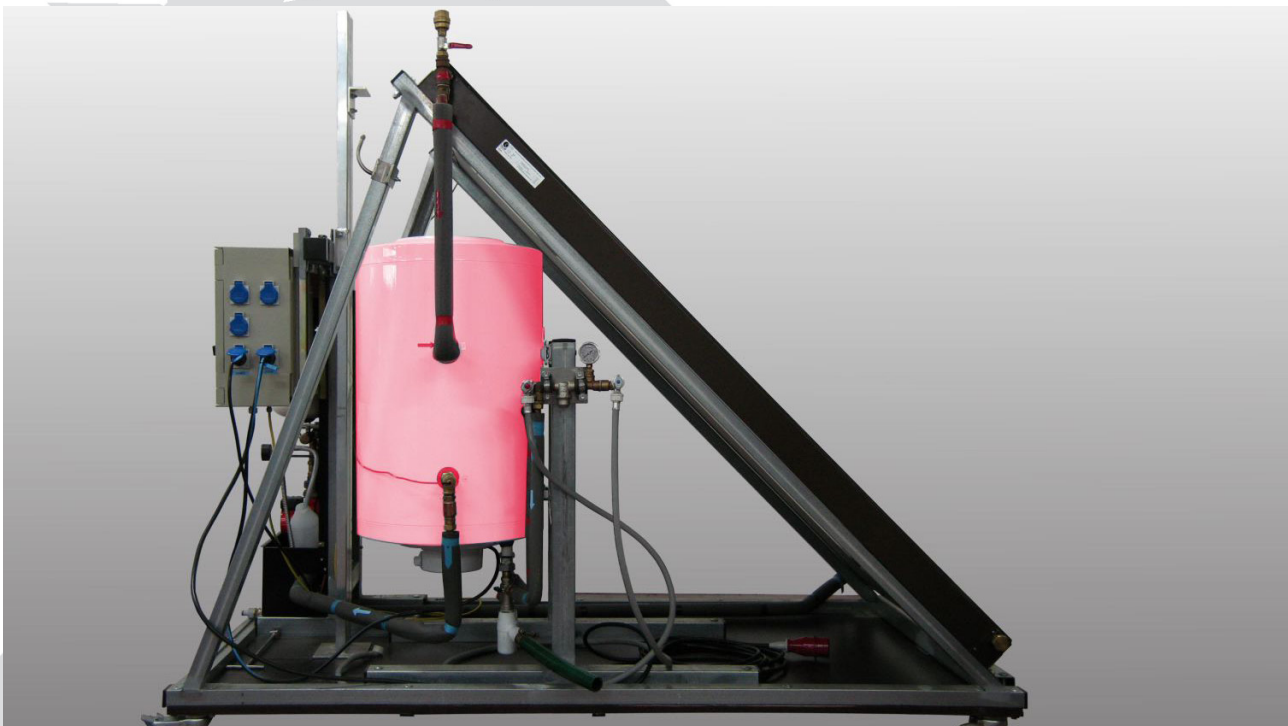
The storage tank must include the needed coupling-sleeves, welded before the enamel-

coating treatment, such as those for cold water input and hot water output of the consumer secondary circuit; those for input and output of the collector primary circuit; those for spare parts such the temperature sensor; and one to drain the circuit.

The input and output sleeves of the storage tank will be placed avoiding preferential flows of fluids. Furthermore:

- a) the hot water input coming from the solar collector will be attached at a height between 50% and 70% of the total height of the tank
- b) the cold water output going from the tank towards the solar collector will be attached to the lower part of the tank.
- c) the cold water supply and the hot water loop from the tank will be attached to the lower part of the tank
- d) the hot water supply to the consumer will be attached to the upper part of the tank

HYDRAULIC CIRCUIT



The good operation of the solar thermal systems also depends on the hydraulic collector loop or primary circuit.

It must be an uniform flow circuit for each collector or collector array, It must be a short circuit in order to reduce heat losses and pressure drops in pipelines.

It must avoid the formation of air bubbles and, if it's the case, it will facilitate its evacuation. For it, in the highest points of collector and in all those points of the installation where it can be left air accumulated, constituted systems of purge will be placed, for example, by automatic air eliminators.

The circulating pump constitutes the element that produces the forced circulation of the fluid between the collector and the heat exchange system. It will be installed in line, in the collector return pipe and with horizontal alignment of the shaft.

In order to compensate volumetric fluctuations of the collector loop liquid due to thermal expansion, an expansion vessel should be used. It should be installed upstream to the pump.

The pressurized circuits will have installed safety valves. This device assures us that, in case of pressure increase up to a limited value, the fluid will be blown-off, with the subsequent pressure decrease. The safety valve will be installed without cutting valves. The blow-off line will be guided, to avoid damages or accidents.



CONTROL SYSTEM

Temperature-difference controllers for domestic hot water solar systems control the solar circuit pump via a relay switch, as a function of the temperature difference between the collector exit and the storage tank. The switch-on is around 7°C and the switch-off around 2°C.

Special attention must be paid to the placement of the temperature sensors of the control system, so they can correctly measure the desired temperatures. Temperature sensors will be placed carefully inside the corresponding tubes, the one in the collector exit and the other in the lower part of the storage unit.

Other measurement elements, that allow the user to be aware of the operation mode of the installation, should be installed. It is the case of the already mentioned temperature sensors of the

primary circuit and storage tank. Also the pressure gauge of the collector loop, to verify the filling of the system and the good operation of the expansion vessel.



DESCRIPTION D'UN SYSTEME BASE D'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE DE BASSE TEMPERATURE POUR LA DEMANDE D'EAU CHAUDE SANITAIRE DANS LA CONSTRUCTION

**Eduardo Montero García
María Jesús González Fernández
Fernando Aguilar Romero**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

INTRODUCTION



L'utilisation pratique de systèmes d'énergie solaire thermique de basse température dans la construction consiste à l'utilisation de la radiation fournie par le soleil pour le chauffage d'un fluide à des températures généralement inférieures à 90°C.

Cette application se fait au moyen de capteurs solaires qui profitent d'abord des qualités d'absorption et de transmission de chaleur de certains matériaux, et après, l'effet serre que produisent d'autres matériaux translucides (normalement le verre) qui sont transparents à la radiation d'onde courte provenant du soleil et opaques à la radiation d'onde longue qu'émettent ou reflètent les corps chauds terrestres.

L'utilisation de cette énergie dans des certains services thermiques des bâtiments permet de diminuer l'emploi de combustibles fossiles ou de l'électricité, et de réduire aussi les émissions de gaz d'effet serre correspondants

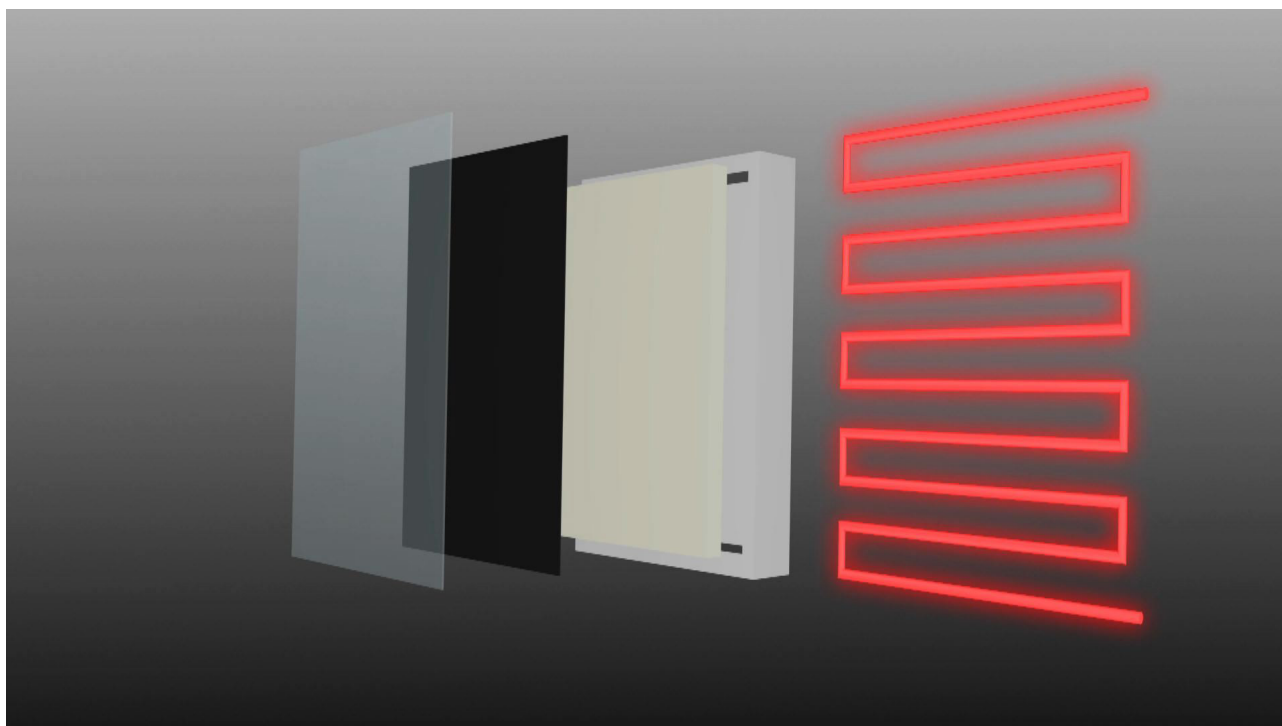
L'utilisation de l'énergie solaire thermique de basse température présente trois applications fondamentales :

- a) la production d'eau chaude sanitaire, dont l'emploi est nécessaire tout au long des douze mois de l'année
- b) la climatisation de piscines, dont l'emploi est saisonnière au cours dans des périodes limitées de l'année
- c) le chauffage, d'emploi saisonnière comme le précédent

Le système solaire décrit dans ce document est de type thermique à basse température, c'est à dire, qu'il emploie un fluide qui s'échauffe à des températures inférieures à 90°C, en employant des capteurs plans.

Le fonctionnement d'une installation solaire thermique de basse température a besoin:

- a) d'un **système de captage de l'énergie** de radiation solaire, qui se transforme en énergie thermique d'un fluide, donc, l'augmentation de sa température.
- b) d'un **système d'échange**, qui transfère l'énergie thermique depuis le circuit primaire ou de captage jusqu'au circuit secondaire ou d'accumulation.
- c) d'un **système d'accumulation** de l'énergie thermique dans le circuit secondaire, chargé de stocker l'énergie recueillie du soleil aux moments d'insolation du jour pour son emploi dans d'autres moments de la journée.



SYSTEME DE CAPTATION

Le capteur plat est l'élément chargé de transformer l'énergie de radiation solaire en chaleur, pour la transférer au fluide caloporteur ou fluide primaire.

La radiation solaire d'onde courte interceptée par le capteur, traverse une vitre transparente et incide sur la surface absorbante. En augmentant sa température, cette surface absorbante émet et reflète une petite quantité de radiation de grande onde, qui est à présent retenue majoritairement par la lame de verre produisant l'effet serre. À son tour, une part de l'énergie captée par le capteur se dissipe à l'extérieur par conduction et convection, due à la différence de températures entre l'intérieur et l'extérieur, autant à la partie frontale comme à l'arrière. L'énergie définitivement captée par la surface absorbante se transfère aux tubes adhérents à elle et au fluide qui circule à son intérieur, en constituant l'énergie utile disponible dans le capteur.

Le rendement du capteur solaire plat est la fraction de la radiation qu'incide sur le capteur qui s'obtient comme énergie utile dans le fluide primaire. En Europe, les capteurs solaires thermiques sont homologués d'accord à la norme EN-12975-2. On y établit une courbe de rendement stationnaire du capteur. Ce rendement est une fonction décroissante avec la différence de température entre la température moyenne du fluide caloporteur et la température ambiante.

Un autre ensemble de données relevantes du capteur sont généralement recueillis dans un tableau de renseignements, telles que dimensions principales, poids, pression, type d'absorbeur, capacité, etc.

SYSTEME D'ÉCHANGE

L'échangeur de chaleur est l'élément qui réalise le transfert de chaleur entre le circuit primaire ou circuit de capteurs et le circuit secondaire ou de consommation. Dans de grandes installations on place généralement des échangeurs externes de type plaques.

Dans de petites installations, comme le cas décrit, on utilise fréquemment des échangeurs internes, de type serpent.



SYSTEME D'ACCUMULATION

Le système d'accumulation est chargé de stocker la chaleur transférée depuis les capteurs thermiques à travers de l'échangeur.

On peut utiliser des réservoirs d'acier vitrifié, comme celui qui est décrit dans cette installation, ou d'autres matériaux adéquats pour résister la température et la corrosion.

L'accumulateur arrivera de l'usine, équipé des raccords nécessaires d'assemblage, soudés avant le traitement de protection, tels que ceux d'entrée d'eau froide et sortie d'eau chaude du circuit secondaire, d'entrée et de sortie du circuit primaire, pour des accessoires comme le thermomètre, et pour le vidage.

Les connexions d'entrée et de sortie se placeront de façon à éviter des chemins préférants de circulation du fluide, et aussi, :

- a) la connexion d'entrée d'eau chaude procédant de l'échangeur ou des capteurs à l'interaccumulateur se réalisera, préférentiellement à une hauteur comprise entre le 50% et 75% de la hauteur totale du même.
- b) la connexion de sortie de l'eau froide de l'accumulateur vers l'échangeur ou les capteurs se fera par la partie inférieure.
- c) la connexion de retour de consommation à l'accumulateur et l'eau froide du réseau se réaliseront par la partie inférieure.
- d) l'extraction d'eau chaude de l'accumulateur se réalisera par la partie supérieure.



CIRCUIT HIDRAULIQUE

Le bon fonctionnement de l'installation solaire thermique dépend aussi du système hydraulique tracé, depuis le système de captage jusqu'au système d'accumulation. Ce doit être un circuit équilibré pour chaque capteur ou batterie de capteurs.

il doit être un parcours réduit pour éviter les pertes de chaleur et les pertes de charge par friction du fluide.

Il doit éviter la formation de bulles d'air et en tel cas, il facilitera son évacuation. Pour cela et dans tous ces points de l'installation où il puisse rester de l'air accumulé, on placera des systèmes de purge constitués, par exemple, par des purgeurs automatiques.

La pompe constitue l'élément qui produit la circulation forcée du fluide entre les capteurs et le système d'échange de chaleur. On la connectera préférablement en ligne, dans la zone froide du circuit et avec l'axe de rotation en position horizontale.

Pour absorber la dilatation de l'eau dans le circuit primaire par effet des variations de température, on peut disposer d'un vase d'expansion fermé de type membrane élastique et pressurisé. Il est connecté dans l'aspiration de la pompe.

Les circuits pressurisés devront avoir des soupapes de sûreté. Ce dispositif nous assure qu'en cas d'augmentation de la pression jusqu'à une valeur limite ou pression de tarage, on expulse le fluide à l'extérieur, donc, la baisse de pression dans le circuit. La soupape de sécurité se monte sans soupape d'arrêt entre elle et le circuit à protéger. Sa décharge doit être conduite, libre et visible, pour éviter des dégâts ou des accidents.



EQUIPEMENTS DE RÉGULATION ET DE CONTRÔLE

Dans des installations à circulation forcée on emploie un système de contrôle différentiel de température, qui devra activer la pompe en fonction de la différence de température entre la sortie des capteurs et le sous-système d'accumulation.

Le système de contrôle mettra en marche la pompe hydraulique du circuit primaire lorsque la

différence entre la température de sortie des capteurs et de celle du réservoir d'accumulation soit supérieure à 7°C, et l'arrêtera quand cette différence soit inférieure à 2°C

Dans le dessin de l'installation il faudra faire une attention spéciale au placement des sondes de température de façon qu'elles puissent détecter correctement les températures qu'on désire. On installe des senseurs à l'intérieur des gaines situés dans les placements respectives.

On placera aussi des éléments de médiation qui permettront connaître l'état de fonctionnement de l'installation, telles que les sondes de température dans le circuit primaire et le réservoir d'accumulation cités. De même, un manomètre pour mesurer la pression du circuit fermé et vérifier le remplissage du circuit et le fonctionnement du système d'expansion.

