

SISTEMA HIDRÓNICO PARA LA PRUEBA DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Rodrigo O. Fernández - Juan C. Ducard - Ruben Wainschenker

SMAR S.A.I.C. - Bmé. Mitre 5354

1978 - CASEROS - ARGENTINA

RESUMEN:

Para poder realizar un efectivo control de calidad en la línea de fabricación de colectores solares planos, se ha comenzado la construcción de un sistema hidrónico, en el cual se puede montar un colector solar y medir su eficiencia en función de la radiación solar global, la temperatura de entrada del agua al colector, y la velocidad del flujo.

Se describe el sistema y sus componentes, así como también las ecuaciones y parámetros a medir.

Este sistema hidrónico está en construcción actualmente en la planta de Caseros, Pcia. de Buenos Aires, de SMAR S.A.I.C., fabricante del TERMOSOL en Argentina.

SUMMARY:

To meet the standards for an effective quality control on flat plate solar collectors produced massively, we started the construction of an hydronic system to mount over them solar collectors and measure the efficiency as a function of global solar radiation, input water temperature and water flux velocity.

We give a description of the system and its components, and the equations and parameters to be measured are given.

At present, this hydronic system is being constructed by SMAR S.A.I.C., in Argentina.

1.- Introducción:

Los colectores solares planos, son elementos que han sido comprendidos, paulatinamente en su funcionamiento y teoría, a medida que el campo de la energía solar se ha extendido y desarrollado, en función de los requerimientos actuales.

La implementación de una línea de producción seriada, con intenciones de hacerse masiva, trae aparejada la concreción de un sistema de control de calidad exhaustivo, que no permita errores, y que tenga una versatilidad y rapidez apreciables.

Simultáneamente al control de calidad, aparece la necesidad de contar con un elemento de prueba que permita la obtención de eficiencias y la medición de parámetros físicos de colectores solares planos, con una precisión adecuada.

En el caso de los colectores solares, la necesidad fundamental, estriba en la medición de eficiencias del colector y obtención rápida y confiable de los parámetros de transferencia y pérdida de calor.

Sobre esta base, se ha planificado y se está concretando, la construcción de un banco hidrónico de prueba para colectores solares. En la etapa actual este banco está en etapa de armado y conexión del instrumental al mismo, para comenzar las pruebas preliminares de funcionamiento.

2.- Método de prueba:

Entre las diversas variantes posibles para un banco de prueba hidrónico de colectores, se ha optado por la medición en condiciones naturales, es decir al aire libre y expuesto al sol. Registrando en forma continua los parámetros atmosféricos y radiativos, se tienen determinadas las condiciones externas al colector solar.

La energía radiante, expresada como radiación solar global en un plano inclinado, atraviesa el vidrio del colector solar y se absorbe en la placa colectora. De allí, merced a un gradiente transversal y otro longitudinal, de temperatura, establecidos por una cadena de resistencias térmicas, se genera un flujo de calor hacia el agua que circula por las cañerías del colector.

Habiendo entrado el agua al colector, a una temperatura dada ($T_{f,i}$), sale del mismo a una temperatura superior ($T_{f,o}$). Por el colector circula una cierta cantidad de agua (\dot{m}) por unidad de área y de tiempo.

La eficiencia del colector solar será, por unidad de tiempo:

$$\eta = \frac{q_u}{H_t A} \quad (1)$$

donde q_u es el calor útil ganado por el colector en presencia de radiación solar (H_t). A es el área neta de colección.

Será entonces:

$$\eta = \frac{\dot{m} c_p (T_{f,o} - T_{f,i})}{H_t A} \quad (2)$$

La expresión (2) nos sugiere un método para la determinación de la eficiencia, midiendo el caudal, las temperaturas involucradas y la radiación solar global en el plano inclinado. Queda por definirse el tipo de eficiencia, instantánea o diaria, que se medirá. El esquema aquí descrito, se adapta mejor a la medición de eficiencias instantáneas.

El calor útil ganado por un colector solar es:

$$q_u = F_R A \left[H_t (\tau\alpha)_{ef} - U_L (T_{f,i} - T_a) \right] \quad (3)$$

$(\tau\alpha)_{ef}$ se define comunmente como el producto "absortividad - transmitividad efectiva"

U_L es el coeficiente de pérdida del colector solar y F_R el factor de remoción del calor.

Si nuevamente definimos la eficiencia η como el cociente entre energía ganada y energía solar entregada al colector:

$$\eta = \frac{q_u}{H_t A} = F_R (\tau\alpha)_{ef} - \frac{F_R U_L}{H_t A} (T_{f,i} - T_a) \quad (4)$$

Es entonces en base a (2) y (4) que se efectúa la prueba de colector plano. Tomando (4) y graficando obtendremos una línea recta, en la cual hemos tomado como constantes a F_R y U_L , si bien tienen una cierta variación con la temperatura. Si se obtienen varios puntos, mediante el banco de pruebas,

de la recta de la Fig. 1, definida por la ecuación (4), y se les aplica el método de los cuadrados mínimos, se obtendrán los parámetros que definen el comportamiento del colector. La ordenada al origen será entonces $F_R (T_{\alpha})$ y la pendiente de la recta, $F_R U_L$.

Si bien no podremos conocer independientemente cada uno de los factores, midiendo por otro método $(T_{\alpha})_{ef}$ obtendremos F_R de la ordenada al origen y en consecuencia el factor de pérdida U_L de la pendiente.

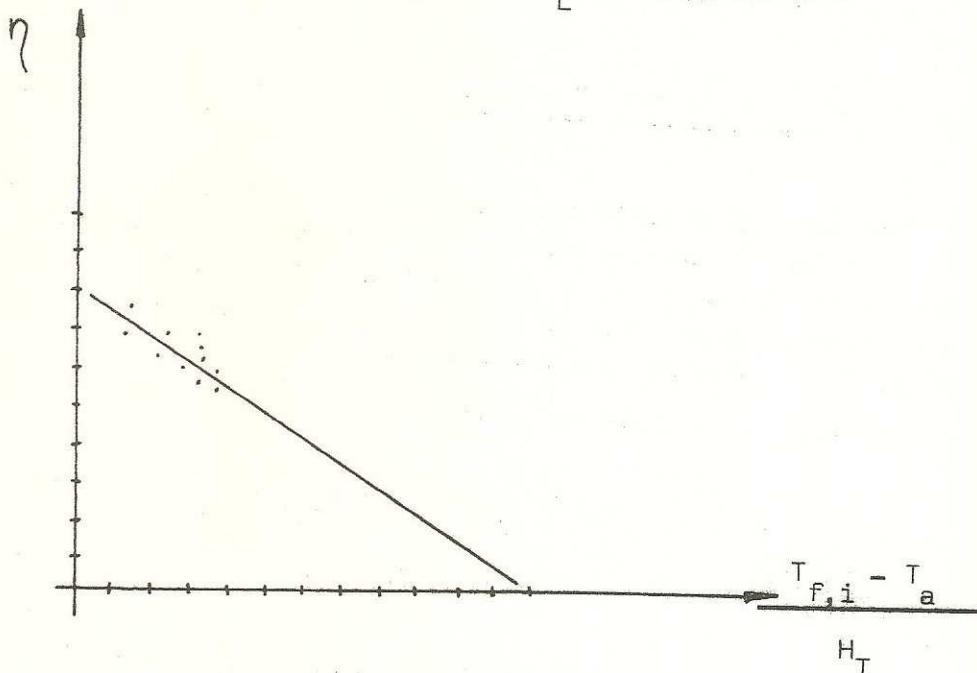


Fig. 1

Los valores de eficiencia, se obtienen bajo determinadas condiciones de caudal por unidad de área, de temperatura de entrada y salida y temperatura ambiente.

El sistema adaptado 2 se puede ver en la fig. 2.

Para el diseño de un sistema solar de grandes dimensiones; hace falta conocer además, parámetros tales como la eficiencia en función del caudal de agua forzada por bombeador a través de los colectores, la caída de presión que se produce en ellos y la respuesta ante variaciones en la carga térmica.

3.- El Banco de Pruebas

Según puede verse en la Fig. 2, el fluido impulsado por la bomba, circula entrando al colector, donde se mide su temperatura por medio de termocuplas cuya salida es enviada a un dedo frío y desde allí a un milivoltímetro digital de alta sensibilidad.

El flujo se mide con un caudalímetro para bajos caudales, tipo flotámetro con rango de 16 a 160 litros por hora.

En la salida del circuito de colector y después del punto de medición de temperatura, se encuentra el sistema simulador de carga térmica que permite calentar o refrigerar dentro de un amplio rango de temperaturas, variando los parámetros de trabajo.

El flujo del colector se puede controlar variando la velocidad de la bomba por control reostático ó desviando el flujo a través de una válvula de bypass.

La radiación solar global es medida sobre el plano inclinado con un piranómetro de estado sólido a celda de Silicio, cuya salida es integrada electrónicamente en forma continua.

La temperatura de bulbo seco se toma según las normas de medición del Servicio Meteorológico Nacional, en un abrigo meteorológico de tipo A.

La velocidad del viento se mide con un anemómetro.

El error estimado de medición, de acuerdo a las precisiones de los aparatos utilizados es del 4 al 5 %.

Se estima que hacia fin del año 1977 se tendrá este banco en funcionamiento.

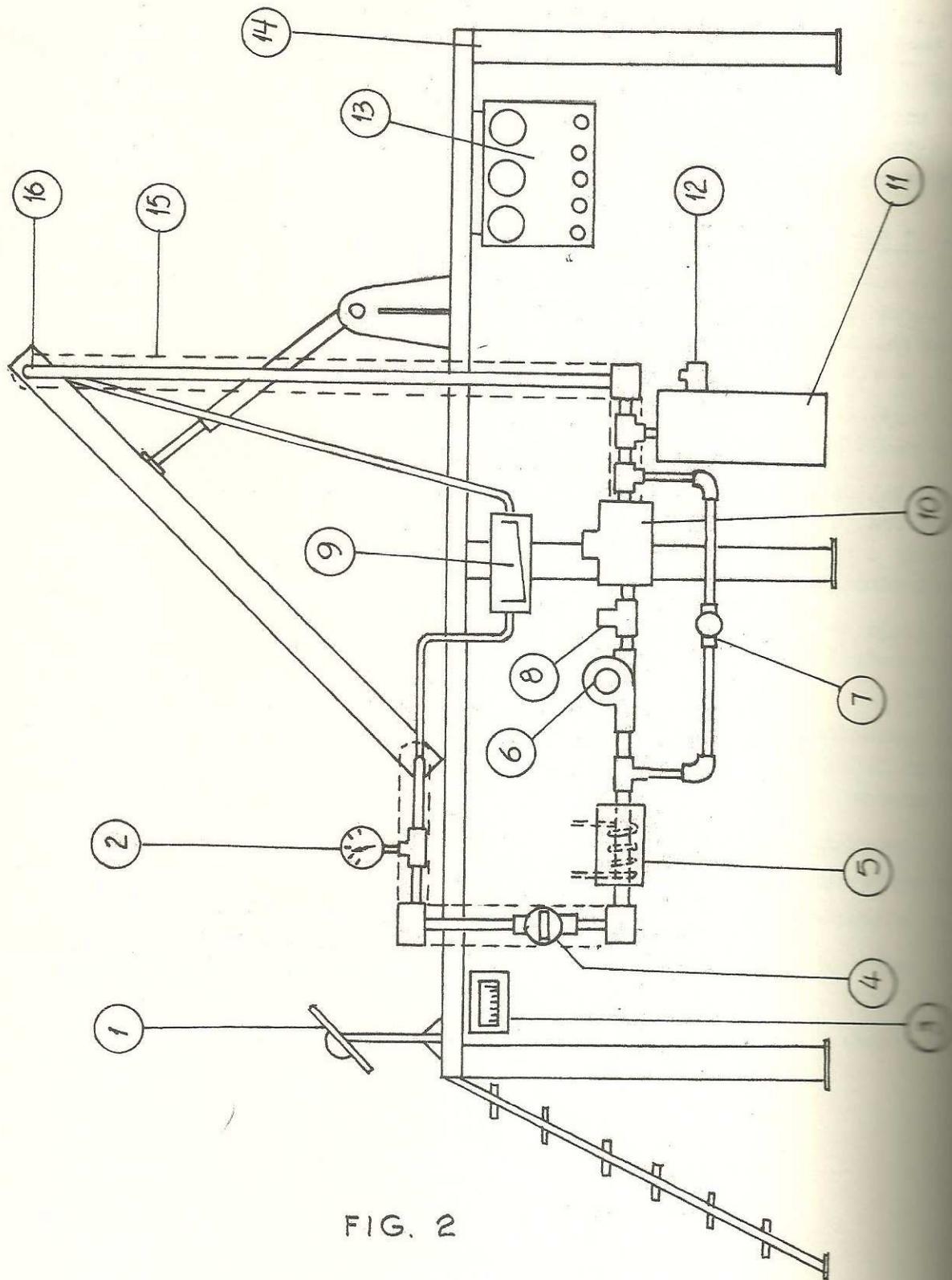


FIG. 2

DESCRIPCION

- 1.- Solarímetro
- 2.- Medidor de presión 0-3 Kg. Apreciación 100 Grs.
- 3.- Integrador de Radiación
- 4.- Medidor de Flujo
- 5.- Calefactor Eléctrico
- 6.- Bomba circulación reg. 0-100 L/h.
- 7.- By-Pass
- 8.- Entrada de agua
- 9.- Manómetro diferencial
- 10.- Intercambiador de calor
- 11.- Tanque de expansión
- 12.- Válvula de expansión
- 13.- Gabinete medición de temperaturas
- 14.- Estructura Banco de Prueba
- 15.- Aislación
- 16.- Medidor de Temperatura sumergido en aceite

BIBLIOGRAFIA

- 1.- John A. Duffie, William A. Beckman, " Solar Energy Thermal Processes " Wiley Interscience, (1973).
- 2.- James F. Hill, Elmer R. Streed, " A Method of Testing for rating solar collectors based on thermal performance ". Solar Energy, Vol. 18, Nº 5 (1976)