

# **Prácticas Presenciales**



*estudios abiertos*  
**SEAS**  
GRUPO SANVALERO

**“ENERGÍA SOLAR TÉRMICA”**

# ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

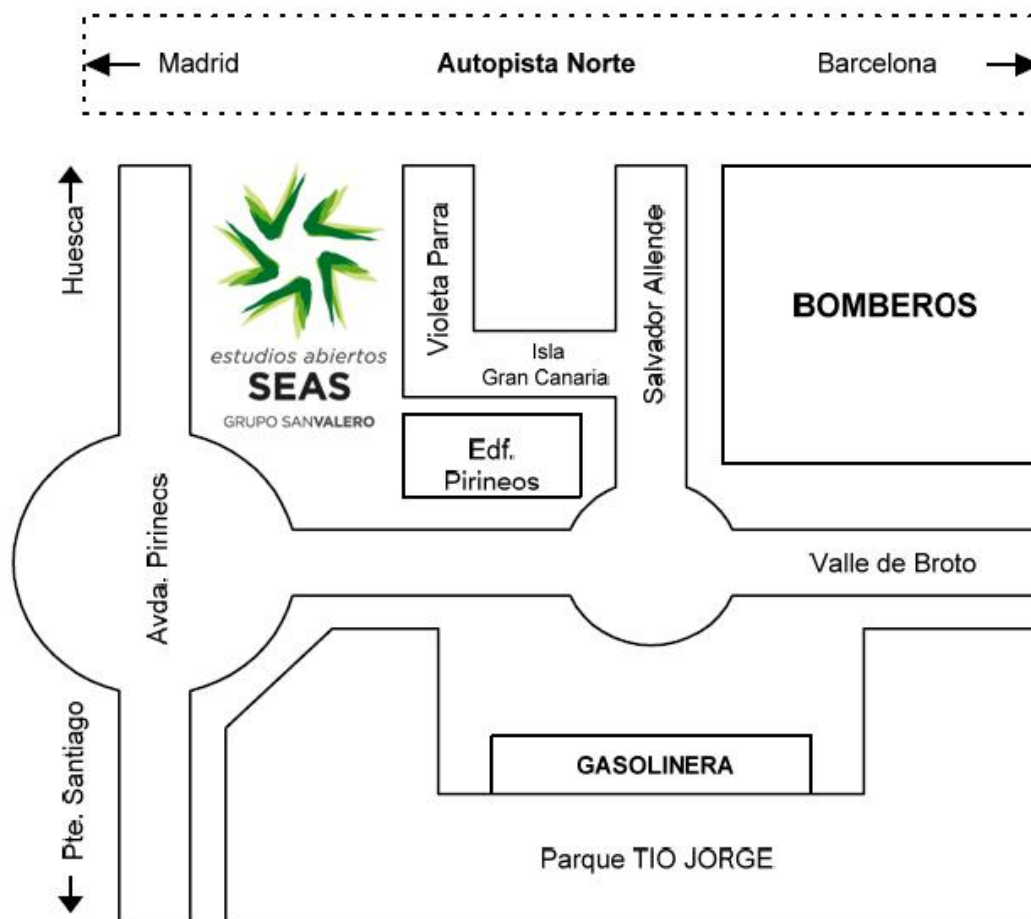
## Área: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### LUGAR DE CELEBRACIÓN

Instalaciones de Fundación San Valero, en c/ Violeta Parra 9

Planta E, de 10:00 a 14:00 h.

50015 Zaragoza



En principio, **la puerta principal está abierta únicamente en estos periodos:**

- de 7:55 a 8:15
- de 9:45 a 10:15
- de 11:45 a 12:15
- de 13:45 a 14:05

Si alguien necesita entrar **en otro momento** y la puerta se encuentra cerrada, puede **ponerse en contacto con el conserje** llamando al móvil 606 431 974.

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### **Aclaración:**

Para las prácticas realizadas en c/ Violeta Parra 9 Fundación San Valero, el acceso a las instalaciones se realizará por la entrada de Fundación San Valero, no por la entrada del edificio de SEAS.



**Entrada Fundación San Valero**



# **ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

Profesor/a: **Luis Carlos gracia Frauca**

## **DESCRIPCIÓN:**

---

Durante la jornada presencial se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos referentes a la regulación de las instalaciones solares térmicas, sobre todo en lo concerniente a los termostatos diferenciales y a la interacción con la energía convencional de apoyo. Así mismo, se podrán ver conexiones y en funcionamiento los componentes más importantes de este tipo de instalaciones.

Por otra parte, se dispondrá de un software comercial tipo que será utilizado para el dimensionado de la superficie de captación de una instalación para proporcionar ACS a un edificio de viviendas. Dicho programa también se empleará para determinar y valorar las pérdidas por sombras, orientación e inclinación en un ejemplo de instalación solar.

## **REQUISITOS:**

---

Es requisito para la realización de la práctica, haber trabajado las Unidades Didácticas 1 a 7.

## **OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:**

---

- Conocer los componentes de una instalación y adquirir nociones acerca de su funcionamiento.
- Conocer las técnicas de regulación de una instalación solar térmica.
- Ser capaz de realizar la verificación del funcionamiento de una instalación solar térmica.
- Ser capaz de interpretar y emplear un software comercial para el dimensionado de instalaciones solares térmicas.

# **ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

## **PROPUESTA DE LA PRÁCTICA:**

---

### **Verificación de una instalación solar térmica:**

1. Identificación de componentes.
2. Conexión remota.
3. Parámetros de control.
4. Visualización remota de funcionamiento.
5. Control del circuito primario
6. Control de otros componentes

### **Análisis de funcionamiento de una instalación:**

7. Campo de captadores.
8. Electrocirculador del primario.
9. Parámetros eléctricos del electrocirculador.
10. Rendimiento del electrocirculador.
11. Energía transferida en el captador.
12. Rendimiento del captador.
13. Eficiencia del intercambiador de calor.
14. Verificación del aerotermo como disipador
15. Verificación del aerotermos como climatizador

### **Uso de software para dimensionado de instalaciones:**

16. Cálculo de pérdidas de radiación por orientación, inclinación y sombras.
17. Dimensionado del campo de captadores (método F-chart).

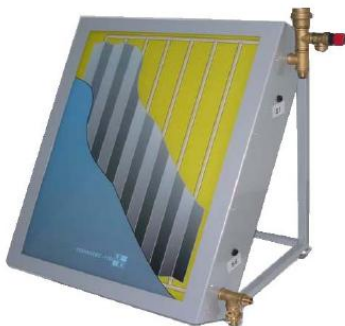
# **ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

**DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:**

---

### 1.1. Identificación de los componentes de la instalación.

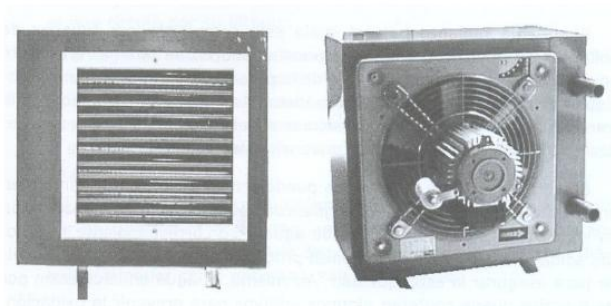
- **Captador (simulador de panel solar):** Interruptor en posición "OFF".



- **Consola:** Interruptor apagado.



- **Aerotermino:** Desenchufado de red.





## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

- **Conexiones hidráulicas:**

- Identificar y comprobar las tuberías de conexión del captador y del aerotermo a la consola.

- ¡ATENCIÓN! Las llaves de ACS y entrada de agua fría deben estar SIEMPRE CERRADAS

- ¡NO OLVIDAR ABRIR LAS LLAVES DE LOS CONDUCTOS DE CONEXIÓN! y verificar que no existen fugas en las uniones.



- **Conexiones eléctricas:**

- ¡ATENCIÓN! Realizar la conexiones según se indica a continuación, pero no encender ningún equipo.

- Conectar la consola a la red eléctrica. Comprobar que está apagada.

- Conectar el captador a red eléctrica. Comprobar que está apagado (OFF).

- Conectar el aerotermo a la red eléctrica. Comprobar que se pone en funcionamiento el ventilador y volver a desconectar el enchufe (este equipo no tiene interruptor para la puesta en marcha).

- Interconectar la consola y el captador con el cableado de las sondas S1 y S6

- Conectar la sonda de radiación S12 a la consola. (No es imprescindible. Se requiere acceso directo a la radiación solar).

- **Comprobación de las conexiones informáticas:**

- Conectar la centralita de la consola con el PC mediante el cable de comunicaciones RS-232.





## **ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

- **Estado inicial del entrenador:**

Con las operaciones anteriores el estado inicial será el siguiente:

- Captador conectado a red y apagado. Circuito primario lleno.
- Consola conectada a red y apagada.
- Aerotermino apagado. Circuito secundario lleno.
- Cable de comunicaciones RS-232 conectado a centralita y a ordenador.

## 1.2. Conexión remota con una instalación.

- **Software de control SOLAR WEB:**

Comprobar si está instalado en el ordenador PC el software de control SOLAR WEB de Systemtronic.

En caso de que NO esté instalado, insertar el CD de instalación:

- ♣ Esperar un momento y se auto-ejecutará la instalación.

Si no se auto-ejecuta, acceder al contenido del CD y ejecutar "Instalar".

- ♣ Seguir el proceso de instalación hasta que finalice.

Nota: En algunas ocasiones puede producirse un error al finalizar la instalación.

En tal caso, repetir el proceso de instalación de nuevo.

- **Establecimiento de la comunicación consola-PC:**

-Encender la consola (activar el interruptor magnetotérmico situado en su panel posterior).

-Observar la activación de la centralita.

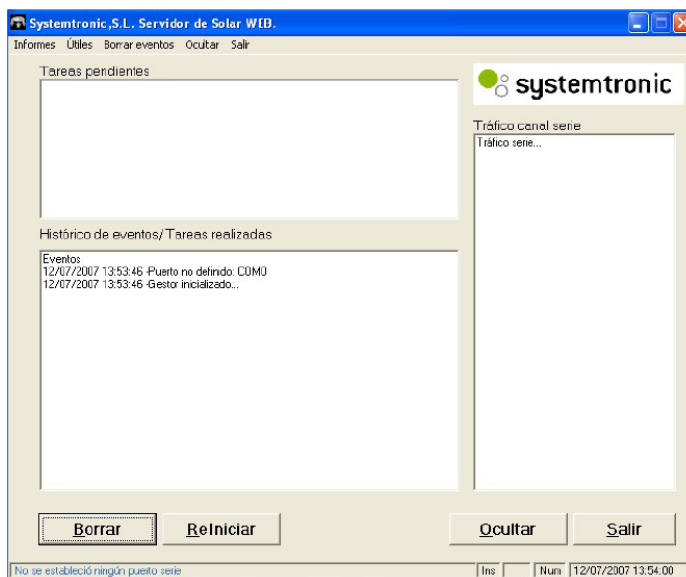


-Configurar fecha y hora actual en ordenador (pulsar en la esquina inferior derecha de la pantalla, donde aparece la fecha y la hora).



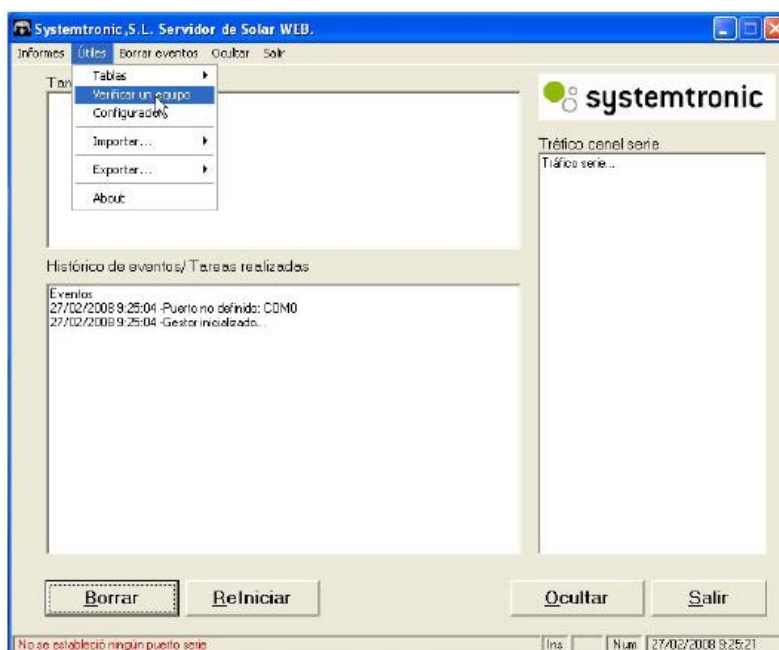
## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

-Ejecutar el programa “Solar Web” (buscar el icono que se habrá generado en el “Escritorio” del ordenador). Aparecerá la pantalla siguiente:



-En la parte inferior izquierda, aparece la indicación de que “No se estableció ningún puerto serie” asignado al módem GMS (módulo opcional). Proseguir.

-En la ventana “Útiles”, seleccionar “Verificar un equipo”.

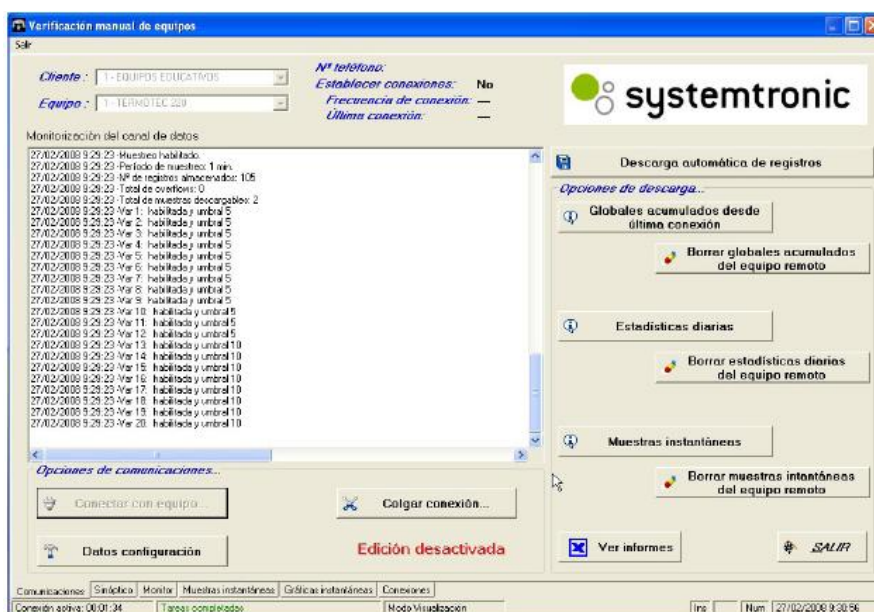


## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

-En la nueva pantalla se configuraran las opciones correspondientes a **Cliente** y **Equipo**. Dejar el que aparece por defecto.



-Para iniciar la comunicación, pulsar sobre **“Conectar con el equipo”**. La información transmitida por el controlador se muestra en la ventana **“Monitorización del canal de datos”**.



-Comprobar que se ha realizado la conexión; para ello observar que se visualiza en la parte inferior **“Conexión activa”** (al lado se indicará el tiempo de conexión efectiva).

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA



Reiniciar los registros del equipo para “empezar de cero”. Para ello:

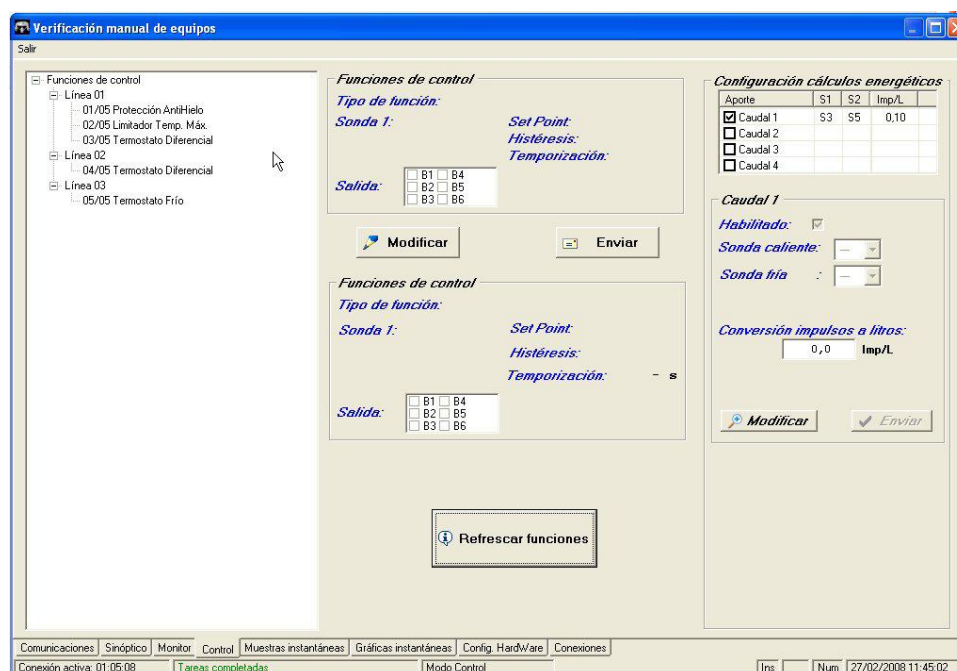
- Pulsar **“Borrar globales acumulados del equipo remoto”**
- Pulsar **“Borrar estadísticas diarias del equipo remoto”**
- Pulsar **“Borrar muestras instantáneas del equipo remoto”**

## 1.3. Verificación de los parámetros de control de la instalación

**Importante:** En esta práctica se comprobarán los parámetros iniciales del simulador. Si en algún caso alguno de los parámetros no coincide con los que se indican, habrá que modificar su valor.

### PRIMERA PARTE: Acceso a los parámetros de control.

- Pulsar CTRL + F11
- Aparecen 2 pestañas “Control” y “Configuración del hardware” en la parte inferior de la ventana.
- Pulsar en la pestaña “Control”. Aparecerá la siguiente pantalla:



- Observar que, en la pantalla anterior, aparecen a la izquierda las “Funciones de control” a las que se tiene acceso.
  - 01/05- Función antihielo (S6).
  - 02/05- Limitación de temperatura máxima del equipo.
  - 03/05- Termostato diferencial (S1-S2).
  - 04/05- Termostato diferencial (S3-S4).
  - 05/05- Termostato frío, arranque del equipo de apoyo: (S3).

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

-Seleccionando cada una de estas funciones, se podrá acceder a los parámetros de control para su consulta o modificación. Los cambios que se realicen serán permanentes y NO se borrarán con un simple apagado y encendido del entrenador.

### **SEGUNDA PARTE: Comprobación de la configuración.**

Si alguno de los parámetros no coincide con los siguientes, deberá ser modificado:

<b>Función</b>	<b>Sonda</b>	<b>Sonda</b>	<b>Bomba</b>	<b>Set Point</b>	<b>Histéresis</b>
<b>01/05 Protección antihielo</b>	S6		B1	4°C	2°C
<b>02/05 Limit. Temp. máx</b>	S3		B1	60°C	3°C
<b>03/05 Termostato diferencial</b>	S1	S2	B1	6°C	3°C
<b>04/05 Termostato diferencial</b>	S3	S4	B2	12°C	3°C
<b>05/05 Termostato frío</b>	S3		B3	40°C	5°C

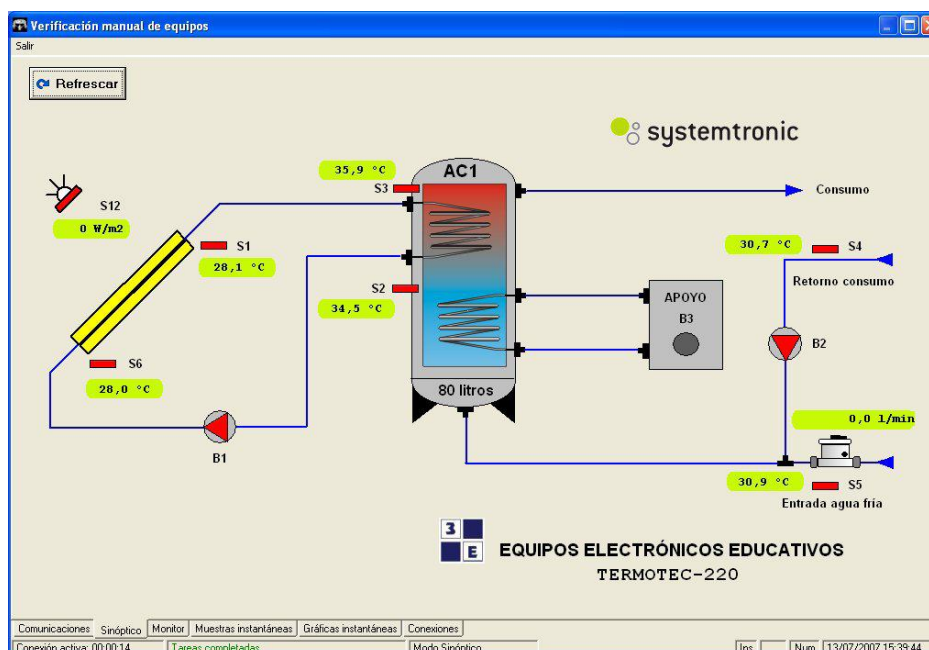
Para modificar cualquiera de los parámetros anteriores:

- “Modificar”.
- “Set point” y cambiar el valor deseado.
- “Enviar”.
- “Refrescar funciones”.
- Por último, verificar que se ha efectuado el cambio volviendo a visualizar los parámetros de la función.



### 1.4. Visualización remota del funcionamiento de la instalación

-Pulsar en la pestaña “Sinóptico”, en la parte inferior izquierda de la pantalla. Aparecerá la pantalla siguiente, en la que se visualizan (sobre un esquema) los valores leídos por las diferentes sondas de la instalación y el estado de funcionamiento de las bombas y del equipo de apoyo:



-Pulsar “Refrescar” (arriba, a la izquierda) cada cierto tiempo para observar el proceso de funcionamiento de la instalación. En caso contrario, no se actualizan los valores mostrados en pantalla.

-Seguidamente, pulsar en la pestaña “Monitor”, en la parte inferior izquierda de la pantalla. Aparecerá la pantalla siguiente, en la que se visualizan (en forma de tabla) los valores leídos por las diferentes sondas de la instalación:

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Verificación manual de equipos

**Estado actual del equipo PTC 8000**

• Sonda 1: 22,5 °C	• Aporte energético 1: 0,0 kcal/min (S3-S5) x L/min 1 K = 0,10 imp/l	Bomba 1
• Sonda 2: 38,7 °C	• Aporte energético 2: 0,0 kcal/min	Bomba 2
• Sonda 3: 39,5 °C	• Aporte energético 3: 0,0 kcal/min	Bomba 3
• Sonda 4: 37,1 °C	• Aporte energético 4: 0,0 kcal/min	Bomba 4
• Sonda 5: 26,2 °C		Bomba 5
• Sonda 6: 22,8 °C		Bomba 6
• Sonda 7: ERROR		
• Sonda 8: ERROR		
• Sonda 9: ERROR		
• Sonda 10: ERROR		
• Sonda 11: ERROR		
• Sonda 12: 0 W/m2		

Caudal 1: 0,0 l/min	Analógica 1
Caudal 2: 0,0 l/min	Analógica 2
Caudal 3: 0,0 l/min	
Caudal 4: 0,0 l/min	

Número de funciones operativas: 5  
Fecha almacenada en el equipo: 27/02/2008 11:16:30

systemtronic

Sincronizar Refrescar

Comunicaciones Sinóptico Monitor Control Muestras instantáneas Gráficas instantáneas Config. HardWare Conexiones

Conexión activa 005441 | Tareas completadas | Modo Monitorización | In: | Fin: 27/02/2008 11:34:35

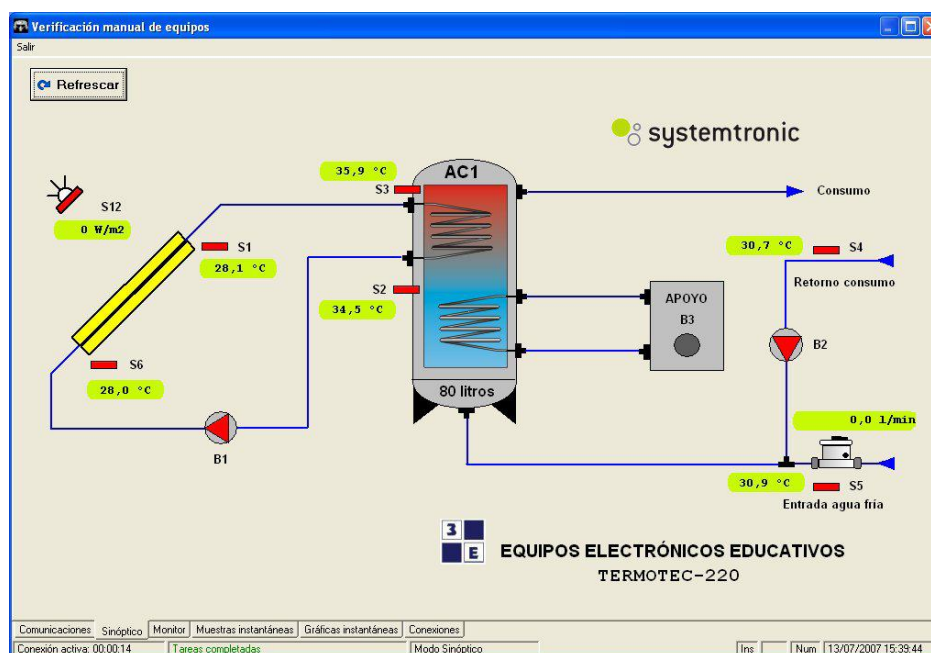
-De nuevo, no olvidar pulsar sobre “Refrescar” (abajo, a la derecha) cada cierto tiempo para actualizar los valores mostrados.

-Puede comprobarse que los valores mostrados en estas pantallas (“Sinóptico” y “Monitor”) coinciden con los visualizados en la centralita de la consola.

## 1.5. Control del circuito primario

Nota: Recordar que el circuito primario se controla mediante la “Función de control” **03/05 Termostato diferencial**.

-Pulsar de nuevo sobre la pestaña “Sinóptico”, para visualizar la pantalla siguiente:



-Pulsar varias veces sobre “Refrescar” para observar el funcionamiento de la instalación. No dejar de pulsar intermitentemente sobre “Refrescar” hasta terminar este apartado.

**-Simultáneamente, conectar el captador solar a la red eléctrica, si todavía no lo estuviese, y encenderlo mediante su interruptor (“ON”).**

-Observar cómo aumenta el valor indicado por la sonda S1.

-Cuando el valor de S1-S2 sea superior al valor programado, observar que se activa la bomba B1

-Apagar el captador solar (interruptor a “OFF”)

-Observar cómo disminuye el valor indicado por la sonda S1.

-Cuando el valor de S1-S2 sea inferior al valor programado, observar que se desactiva la bomba B1. Control del circuito primario

### 1.6. Control de otros componentes

#### **PRIMERA PARTE: Sistema de apoyo.**

Nota: Recordar que el sistema de apoyo se controla mediante la “Función de control” **05/05 Termostato frío**, que actúa sobre el sistema de apoyo B3 de acuerdo con los valores de la sonda S3.

-Pestaña “Sinóptico”: ver estado de funcionamiento del equipo de apoyo, B3.

-Explicar dicha situación en función de las temperaturas de control: ¿por qué B3 está en marcha o por qué está apagado?.

#### **SEGUNDA PARTE: Circuito de consumo.**

Nota: Recordar que el circuito de consumo se controla mediante la “Función de control” **04/05 Termostato diferencial**, que actúa sobre la bomba B2 de acuerdo con los valores de las sondas S3 y S4.

-Pestaña “Sinóptico”: ver estado de funcionamiento de la bomba, B2.

-Explicar dicha situación en función de las temperaturas de control, S3 y S4.

### 1.7. Análisis de funcionamiento de una instalación

Al final de este documento se adjuntan las fichas técnicas de los siguientes componentes:

- Captador solar modelo GAMELUX
- Electrocirculador del circuito primario GRUNDFOS
- Electrocirculador del circuito de distribución GRUNDFOS
- Aerotermo
- Ventilador del aerotermo SODECA.

#### 1.7.1. Campo de captadores

MODELO DE CAPTADOR:	GAMELUX N
SUPERFICIE ÚTIL DEL CAPTADOR: Consultar el manual del fabricante del captador (en el Anexo, al final de este documento)	
CAMPO DE CAPTADORES	2 captadores conectados en paralelo
FLUIDO CALOPORTADOR	Agua + anticongelante
CAUDAL DEL CAPTADOR, C (L/h) Consultar manual del fabricante del captador	
CAUDAL DEL CAMPO DE CAPTADORES	

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### 1.7.2. Electrocirculador del circuito primario

MODELO BOMBA DEL PRIMARIO: Ver equipo de prácticas	
POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO:	
CAUDAL SUMINISTRADO: Ver caudalímetro del equipo de prácticas	
VERIFICACIÓN DEL CAUDAL: ¿El caudal suministrado es suficiente para el campo de captadores?	
PÉRDIDA DE CARGA REAL DEL CIRCUITO PRIMARIO, H (m.c.a) Usar la gráfica de la bomba	
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA: De acuerdo con lo anterior, determina el régimen de funcionamiento más adecuado para la bomba.	
COMPROBACIÓN DEL CTE: Comprobar si se cumple o no la siguiente indicación del CTE (se trata de una indicación no obligatoria):  <i>“El caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m<sup>2</sup> de red de captador”</i>	

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### 1.7.3. Parámetros eléctricos del electrocirculador

<b>CONSUMO ELÉCTRICO DE LA BOMBA:</b> Suponiendo que la bomba del primario esté <b>4 h funcionando</b> cada día, vamos a estimar el consumo eléctrico:	
<b>INTENSIDAD DE CORRIENTE DE LA BOMBA:</b> Consultar sobre la placa de características de la propia bomba, la intensidad para el régimen de funcionamiento utilizado:	
<b>TENSIÓN NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO:</b> Consultar sobre la placa de características	
<b>POTENCIA CONSUMIDA, P (W):</b> $P = I \times V$	
<b>POTENCIA NOMINAL:</b> Comprueba que la potencia de entrada calculada coincide con la indicada en la ficha técnica de la bomba	
<b>CONSUMO ELÉCTRICO, E (W·h/día):</b> Determina el consumo eléctrico durante las horas previstas de funcionamiento: $E = P \times t$	
<b>COSTE DE FUNCIONAMIENTO:</b> Determina el coste de la electricidad consumida por la bomba al mes, suponiendo 0,18 euros/KW·h	

### 1.7.4. Rendimiento del electrocirculador

<b>POTENCIA NOMINAL:</b> Indicar el valor consultado en el manual de la bomba.	
<b>PÉRDIDA DE CARGA, H (en m.c.a.):</b> Indica el valor de pérdida de carga que es capaz de vencer la bomba, y que se ha	



## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

determinado anteriormente.	
CAUDAL SUMINISTRADO, C (en m <sup>3</sup> /h): Determinado anteriormente.	
POTENCIA HIDRÁULICA, Ph (kW) $Ph \text{ (kW)} = H \text{ (m.c.a)} \times C \text{ (m}^3\text{/h)} / 367$	
RENDIMIENTO DE LA BOMBA, Rb (%): Rendimiento = potencia hidráulica / potencia eléctrica	

### 1.7.5. Energía transferida en el captador

TEMPERATURA DE SALIDA, ts (°C): Consultar en el panel del equipo de prácticas	
TEMPERATURA DE ENTRADA, te (°C): Consultar el panel del equipo de prácticas	
SALTO TÉRMICO EN EL CAPTADOR, Δt (°C): $\Delta t = ts - te$	
TEMPERATURA MEDIA DEL CAPTADOR, tm (°C): $tm = (te + ts) / 2$	
CAUDAL CIRCULANTE, m (L/h): Determinado previamente como caudal del circuito primario	
ENERGÍA APORTADA AL FLUIDO, Q (kJ/h) $Q = m \cdot Ce \cdot \Delta t$	
POTENCIA TEÓRICA DEL CAPTADOR, P (W) $P = Q / t$ Nota: Recordar que 1 W = 1J / 1s El tiempo considerado es 1 hora = 3600 segundos.	

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### 1.7.6. Rendimiento del captador

MODELO DE CAPTADOR:	GAMELUX N
ECUACIÓN DE RENDIMIENTO: Comprobar en el manual del captador la ecuación declarada por el fabricante.	$R = 0,773 - 3,78 x - 0,025 \cdot G \cdot (x)^2$ $x = (t_m - t_a) / G$
INTENSIDAD DE RADIACIÓN, G (W/m <sup>2</sup> ): Considerar que para la determinación de G, se han tenido en cuenta los factores de corrección oportunos (limpieza atmosférica, inclinación, etc)	Suponer un valor de G=750 W/m <sup>2</sup>
TEMPERATURA AMBIENTE, t <sub>amb</sub> (°C):	Suponer t <sub>amb</sub> = 20°C
CÁLCULO DE “x” PARA LA ECUACIÓN: $x = (t_m - t_{amb}) / G$	
CÁLCULO DEL RENDIMIENTO: Aplicar la ecuación de rendimiento declarada por el fabricante. Nota: No olvidar aplicar el factor óptico 0,94 al primer sumando de la ecuación de rendimiento	

### 1.7.7. Eficiencia del intercambiador de calor

TIPO DE INTERCAMBIADOR	Interno (doble envolvente)
TEMPERATURA A LA ENTRADA, t <sub>e</sub> (°C): Consultar en el equipo de prácticas	
TEMPERATURA A LA SALIDA, t <sub>s</sub> (°C): Consultar en el equipo de prácticas	
TEMPERATURA MÁXIMA ACUMULADOR,	

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

tmax (°C)	
TEMPERATURA MÍNIMA ACUMULADOR, tmin (°C)	
TEMPERATURA MEDIA ACUMULADOR, tacum(°C): $Tacum = (tmáx + tmín) / 2$	
CAUDAL CIRCULANTE, m (L/h): Valor determinado anteriormente para el circuito primario	
CALOR INTERCAMBIADOR (KJ/h): $Qi = m \cdot Ce \cdot \Delta t = m \cdot Ce \cdot (te - ts)$	
MÁXIMA CANTIDAD DE CALOR QUE PODRÍA INTECAMBIARSE: $Qt = m \cdot Ce \cdot \Delta t = m \cdot Ce \cdot (te - tacum)$	
EFICIENCIA, Ef (%): $Ef = Qi / Qt$	

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### 1.7.8. Verificación del aerotermo como disipador

VERIFICACIÓN DEL AEROTERMO:	Funcionamiento como disipador
MODELO:	Escoclima CL 05 002 Tipo A/7/3 M (www.salvadorescoda.com)
CAUDAL DE AGUA, C (L/h):  Valor teórico, indicado por el fabricante en la ficha técnica	Suponer 500 L/h
TEMPERATURA DEL AGUA A LA ENTRADA, $t_e$ (°C): Consultar en el panel del equipo de prácticas	
TEMPERATURA DEL AGUA A LA SALIDA, $t_s$ (°C) Consultar en el panel del equipo de prácticas	
ENERGÍA DISIPADA (kcal/h):  $Q = m \cdot C_e \cdot \Delta t = m \cdot C_e \cdot (t_e - t_s)$	
RENDIMIENTO NOMINAL (kcal/h) (Consultar valor en ficha técnica del fabricante, para una temperatura ambiente de 15°C)	

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### 1.7.9. Verificación del aerotermo como climatizado

VERIFICACIÓN DEL AEROTERMO:	Funcionamiento como climatizador por aire
MODELO DEL VENTILADOR: (Ver sobre el propio componente del entrenador)	Sodeca HCD 25-4M
CAUDAL DE AIRE, V (m <sup>3</sup> /h): (Ver ficha técnica del ventilador)	
ENERGÍA CLIMATIZACIÓN (kcal/h): (Coincide con el valor de disipación, calculado en el apartado anterior)	
TEMPERATURA AMBIENTAL INICIAL, tambi (°C): (Valor estimado)	20°C
MASA DE AIRE CALENTADA POR HORA, M (kg): $M = D \times V$ Dato: Densidad del aire = 1.25 Kg/m <sup>3</sup>	
INCREMENTO DE TEMPERATURA, Δt (°C): $Q = m \cdot Ce \cdot Dt$ $\Delta t = Q / (m \cdot Ce)$ Nota: Calor específico del aire = 0.24 Kcal/(kg·°C)	
TEMPERATURA AMBIENTE FINAL, tambf (°C): $\text{tambf} = \Delta t + \text{tambi}$ Nota: Calor específico del aire = 0.24 Kcal/(kg·°C)	
VOLUMEN CALEFACTABLE EN 1 HORA, V(m <sup>3</sup> ): (Teóricamente, y sin considerar otros factores, el volumen a calefactar en 1 hora es igual al caudal de aire suministrado en 1 hora)	
DIMENSIONES DEL RECINTO CALEFACTABLE:	L =

## ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Considerando el recinto de base cuadrada de lado L y altura h=3 m $V = L^2 \times h$ $L = (V/h)^{0,5}$	Superficie = L xL = _____ m2
---	------------------------------

### 1.8. Cálculo de pérdidas de radiación.

Se van a determinar las pérdidas de radiación por orientación, inclinación y sombras. Para ello se va a usar el software “CTE Solar”. Acceder desde “Inicio: Programas: CTE Solar” y elegir la opción para el cálculo de pérdidas por sombras.

**Enunciado:** Considerar una instalación que se va a realizar en Madrid, estando los captadores inclinados  $30^\circ$  y orientados  $10^\circ$  al Sudeste (superposición arquitectónica).

- a) Determinar el porcentaje de pérdidas de irradiación solar provocadas por las sombras arrojadas por ese perfil de obstáculos.

Los valores de elevación y acimut correspondientes al perfil de obstáculos son:

Alineación	Azimut $\alpha$ ( $^\circ$ )	Elevación $\beta$ ( $^\circ$ )
OA	-45	27
OB	-32	27
OC	-32	20
OD	-17	20
OE	0	25
OF	22	20
OG	35	20
OH	35	41
OI	55	41

-Representa el perfil de obstáculos en el diagrama de trayectorias solares del software.

-Seleccionar la tabla de referencia cuyos valores de  $\beta$  y  $\alpha$  sean más parecidos a los de los captadores de la instalación en estudio ( $\beta=30^\circ$  y  $\alpha=-10^\circ$ ).

Resultado: 6%

El proceso de resolución puede verse en el Pliego de Condiciones para Instalaciones Solares Térmicas del I.D.A.E. (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía), [www.idae.es](http://www.idae.es)



## **ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

**b) Estimar las pérdidas por orientación e inclinación.**

-Usar el diagrama de pérdidas por orientación e inclinación del software.

### **1.9. Dimensionado del campo de captadores (método F-chart).**

Usar el software “CTE Solar”. Ejecutarlo desde “Inicio: Programas: CTE Solar”.  
Elegir la opción para el dimensionado del campo de captadores.

**Considerar un bloque de viviendas de nueva construcción situado en la ciudad de Zaragoza. El edificio consta de 24 viviendas repartidas en 6 plantas, a razón de 4 viviendas por planta.**

**Todas las viviendas son iguales y constan de 3 dormitorios dobles. Disponen de gas natural como energía convencional.**

**Una de las fachadas del edificio está orientada al Sur. La cubierta superior del edificio es una terraza plana accesible y transitable, con un murete de 0,5m de altura en todo su perímetro.**

## 1.10. Anexo de fichas técnicas.

### 1.10.1. Captador modelo GAMELUX

#### 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

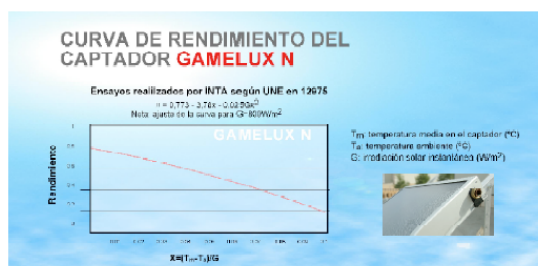
##### 1.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Dimensiones exteriores: (2.138 x 1.066 x 97 mm)	Superficie útil de captación: 2.1 m <sup>2</sup> Superficie total del captador: 2.25 m <sup>2</sup> Peso en vacío: 39 Kg. Capacidad del captador: 1.85 l
Caja del captador:	Aluminio anodizado
Cobertura transparente: (Cristal templado)  Aislamiento térmico: (Lana de roca con velo negro)	Transmisividad: 91,10% Espesor: 3,2 mm  Parte posterior: 40mm Marcos laterales: 20mm
Absorbedor selectivo	Recubrimiento absorbente: NiOx / Ni Tratamiento de la superficie: Sputtering Absortividad: 95% (±2) Emisividad: 7% (±2) Material de las bandas: Aluminio con tubos de cobre preembutidos
Tubos del absorbedor	Material: Cobre Número de tubos: 7 Diámetro externo/interno: 12/10 Unión por embutición tubos y banda absorbente
Tubos colectores	Material: Cobre Diámetro externo: 22 mm

##### 1.2. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Presión máxima de trabajo:	6
Presión de tarado (ensayo de estanqueidad):	12 bar
Numero máximo de captadores conectados en paralelo:	6
Numero máximo de captadores conectados en serie:	3 (RITE)
Caudal recomendado:	120- 150 l/h captador


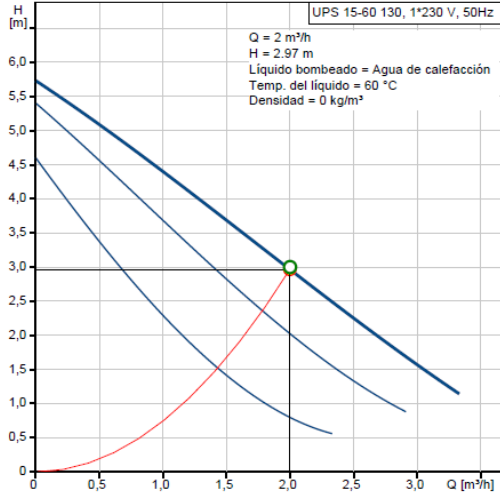

##### 1.3. CURVA DE RENDIMIENTO DE CAPTADOR



# ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA


# ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

## 1.10.2. Electrocirculador primario

		Empresa: - Creado Por: - Teléfono: - Fax: - Datos: -																																																																																									
		UPS 15-60 130, 1*230 V, 50Hz Q = 2 m³/h H = 2.97 m Líquido bombeado = Agua de calefacción Temp. del líquido = 60 °C Densidad = 0 kg/m³																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Producto:</td> <td>UPS 15-60 130</td> </tr> <tr> <td>Código:</td> <td>96281471</td> </tr> <tr> <td>Número EAN:</td> <td>5700830458259</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Técnico:</b></td> </tr> <tr> <td>Nº de velocidad:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Caudal real calculado:</td> <td>2 m³/h</td> </tr> <tr> <td>Altura resultante de la bomba:</td> <td>2.96 m</td> </tr> <tr> <td>Altura máxima:</td> <td>60 dm</td> </tr> <tr> <td>Clase TF:</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Homologaciones en placa:</td> <td>VDE,GS</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Materiales:</b></td> </tr> <tr> <td>Cuerpo hidráulico:</td> <td>Fundición EN-JL1030 ASTM 30 B</td> </tr> <tr> <td>Impulsor:</td> <td>Compuesto, PES/PP</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Instalación:</b></td> </tr> <tr> <td>Amb. máx. con líquido a 80°C:</td> <td>40 °C</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máxima:</td> <td>10 bar</td> </tr> <tr> <td>Diámetro de conexiones:</td> <td>G 1</td> </tr> <tr> <td>Presión:</td> <td>PN 10</td> </tr> <tr> <td>Distancia entre conexiones de aspiración y descarga:</td> <td>130 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Líquido:</b></td> </tr> <tr> <td>Líquido bombeado:</td> <td>Agua de calefacción</td> </tr> <tr> <td>Rango de temperatura del líquido:</td> <td>2 .. 110 °C</td> </tr> <tr> <td>Temp. líquido:</td> <td>60 °C</td> </tr> <tr> <td>Densidad:</td> <td>0 kg/m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Datos eléctricos:</b></td> </tr> <tr> <td>Potencia de entrada en velocidad 1:</td> <td>50 W</td> </tr> <tr> <td>Potencia de entrada en velocidad 2:</td> <td>60 W</td> </tr> <tr> <td>Potencia de entrada en velocidad 3:</td> <td>70 W</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia de alimentación:</td> <td>50 Hz</td> </tr> <tr> <td>Tensión nominal:</td> <td>1 x 230 V</td> </tr> <tr> <td>Intensidad en velocidad 1:</td> <td>0.22 A</td> </tr> <tr> <td>Intensidad en velocidad 2:</td> <td>0.27 A</td> </tr> <tr> <td>Corriente en velocidad 3:</td> <td>0.3 A</td> </tr> <tr> <td>Tamaño condensador - Funcionamiento:</td> <td>2.5 µF</td> </tr> <tr> <td>Grado de protección (IEC 34-5):</td> <td>IP44</td> </tr> <tr> <td>Clase de aislamiento (IEC 85):</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>Protección del motor:</td> <td>None</td> </tr> <tr> <td>Protección térmica:</td> <td>Impedance protected</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Paneles control:</b></td> </tr> <tr> <td>Posición caja de terminales:</td> <td>9H</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Otros:</b></td> </tr> <tr> <td>Peso neto:</td> <td>2.3 kg</td> </tr> <tr> <td>Peso bruto:</td> <td>2.5 kg</td> </tr> <tr> <td>Volumen:</td> <td>0.004 m3</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Valor	Producto:	UPS 15-60 130	Código:	96281471	Número EAN:	5700830458259	<b>Técnico:</b>		Nº de velocidad:	3	Caudal real calculado:	2 m³/h	Altura resultante de la bomba:	2.96 m	Altura máxima:	60 dm	Clase TF:	110	Homologaciones en placa:	VDE,GS	<b>Materiales:</b>		Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 ASTM 30 B	Impulsor:	Compuesto, PES/PP	<b>Instalación:</b>		Amb. máx. con líquido a 80°C:	40 °C	Presión de trabajo máxima:	10 bar	Diámetro de conexiones:	G 1	Presión:	PN 10	Distancia entre conexiones de aspiración y descarga:	130 mm	<b>Líquido:</b>		Líquido bombeado:	Agua de calefacción	Rango de temperatura del líquido:	2 .. 110 °C	Temp. líquido:	60 °C	Densidad:	0 kg/m³	<b>Datos eléctricos:</b>		Potencia de entrada en velocidad 1:	50 W	Potencia de entrada en velocidad 2:	60 W	Potencia de entrada en velocidad 3:	70 W	Frecuencia de alimentación:	50 Hz	Tensión nominal:	1 x 230 V	Intensidad en velocidad 1:	0.22 A	Intensidad en velocidad 2:	0.27 A	Corriente en velocidad 3:	0.3 A	Tamaño condensador - Funcionamiento:	2.5 µF	Grado de protección (IEC 34-5):	IP44	Clase de aislamiento (IEC 85):	F	Protección del motor:	None	Protección térmica:	Impedance protected	<b>Paneles control:</b>		Posición caja de terminales:	9H	<b>Otros:</b>		Peso neto:	2.3 kg	Peso bruto:	2.5 kg	Volumen:	0.004 m3	
Descripción	Valor																																																																																										
Producto:	UPS 15-60 130																																																																																										
Código:	96281471																																																																																										
Número EAN:	5700830458259																																																																																										
<b>Técnico:</b>																																																																																											
Nº de velocidad:	3																																																																																										
Caudal real calculado:	2 m³/h																																																																																										
Altura resultante de la bomba:	2.96 m																																																																																										
Altura máxima:	60 dm																																																																																										
Clase TF:	110																																																																																										
Homologaciones en placa:	VDE,GS																																																																																										
<b>Materiales:</b>																																																																																											
Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 ASTM 30 B																																																																																										
Impulsor:	Compuesto, PES/PP																																																																																										
<b>Instalación:</b>																																																																																											
Amb. máx. con líquido a 80°C:	40 °C																																																																																										
Presión de trabajo máxima:	10 bar																																																																																										
Diámetro de conexiones:	G 1																																																																																										
Presión:	PN 10																																																																																										
Distancia entre conexiones de aspiración y descarga:	130 mm																																																																																										
<b>Líquido:</b>																																																																																											
Líquido bombeado:	Agua de calefacción																																																																																										
Rango de temperatura del líquido:	2 .. 110 °C																																																																																										
Temp. líquido:	60 °C																																																																																										
Densidad:	0 kg/m³																																																																																										
<b>Datos eléctricos:</b>																																																																																											
Potencia de entrada en velocidad 1:	50 W																																																																																										
Potencia de entrada en velocidad 2:	60 W																																																																																										
Potencia de entrada en velocidad 3:	70 W																																																																																										
Frecuencia de alimentación:	50 Hz																																																																																										
Tensión nominal:	1 x 230 V																																																																																										
Intensidad en velocidad 1:	0.22 A																																																																																										
Intensidad en velocidad 2:	0.27 A																																																																																										
Corriente en velocidad 3:	0.3 A																																																																																										
Tamaño condensador - Funcionamiento:	2.5 µF																																																																																										
Grado de protección (IEC 34-5):	IP44																																																																																										
Clase de aislamiento (IEC 85):	F																																																																																										
Protección del motor:	None																																																																																										
Protección térmica:	Impedance protected																																																																																										
<b>Paneles control:</b>																																																																																											
Posición caja de terminales:	9H																																																																																										
<b>Otros:</b>																																																																																											
Peso neto:	2.3 kg																																																																																										
Peso bruto:	2.5 kg																																																																																										
Volumen:	0.004 m3																																																																																										
Impresión del WinCAPS Grundfos [2013.03.059]		 4/6																																																																																									

# ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

## 1.10.3. Electrocirculador secundario



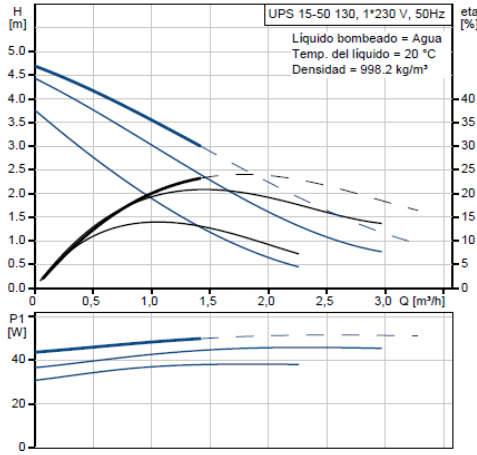
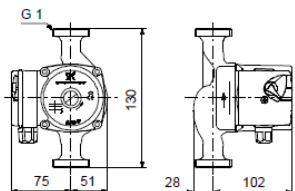
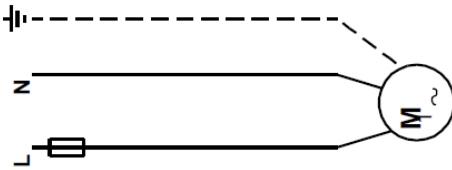
Empresa: -  
Creado Por: -  
Teléfono: -  
Fax: -  
Datos: -

---


Descripción	Valor
Producto:	UPS 15-50 130
Código:	96281418
Número EAN:	5700830497401
<b>Técnico:</b>	
Nº de velocidad:	3
Altura máxima:	50 dm
Clase TF:	110
Homologaciones en placa:	VDE,GS
<b>Materiales:</b>	
Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 ASTM 30 B
Impulsor:	Compuesto, PES/PP
<b>Instalación:</b>	
Amb. máx. con líquido a 80°C:	40 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Diámetro de conexiones:	G 1
Presión:	PN 10
Distancia entre conexiones de aspiración y 130 mm descarga:	
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	2 .. 110 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad cinemática:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Datos eléctricos:</b>	
Potencia de entrada en velocidad 1:	35 W
Potencia de entrada en velocidad 2:	45 W
Potencia de entrada en velocidad 3:	50 W
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	1 x 230 V
Intensidad en velocidad 1:	0.16 A
Intensidad en velocidad 2:	0.2 A
Corriente en velocidad 3:	0.23 A
Tamaño condensador - Funcionamiento:	2 µF
Grado de protección (IEC 34-5):	IP44
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección del motor:	None
Protección térmica:	Impedance protected
<b>Paneles control:</b>	
Posición caja de terminales:	9H
<b>Otros:</b>	
Peso neto:	2.3 kg
Peso bruto:	2.5 kg
Volumen:	0.004 m <sup>3</sup>

UPS 15-50 130, 1\*230 V, 50Hz

Líquido bombeado = Agua  
Temp. del líquido = 20 °C  
Densidad = 998.2 kg/m<sup>3</sup>

Impresión del WinCAPS Grundfos [2013.03.059]

GRUNDFOS  4/4

# ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

## 1.10.4. Aerotermo disipador


- Pérdida de carga en batería de agua en m. c.d.a.

Caudal (l/h)	Modelo Aerotermo											
	A 7/2	A 7/3	A 9/2	A 9/3	A 10/2	A 10/3	A 12/2	A 12/3	A 14/2	A 14/3	A 16/2	A 16/3
250	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	0,25	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	0,45	0,25	0,20	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
1.000	0,75	0,40	0,35	0,25	0,40	0,25	—	—	—	—	—	—
1.250	—	—	0,70	0,40	0,55	0,30	0,40	0,30	—	—	—	—
1.500	—	—	0,80	0,50	0,80	0,35	0,55	0,40	—	—	—	—
1.750	—	—	—	—	1	0,55	0,70	0,50	0,50	0,30	—	—
2.000	—	—	—	—	1,25	0,60	0,80	0,50	0,60	0,35	0,50	0,20
2.250	—	—	—	—	1,50	0,70	1	0,55	0,75	0,45	0,60	0,35
2.500	—	—	—	—	—	—	1,20	0,60	0,85	0,50	0,70	0,50
2.750	—	—	—	—	—	—	1,40	0,80	1	0,60	0,80	0,60
3.000	—	—	—	—	—	—	—	—	1,10	0,75	1	0,65
3.500	—	—	—	—	—	—	—	—	1,60	0,85	0,20	0,80
4.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,70	1
4.500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,85	1,20
5.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,10	1,40

- Rendimientos aerotermos agua (Kcal/h)

Tipo	Entrada aire (°C)	Caudal (m³)	AGUA CALIENTE				VAPOR			Ø Conex.
			60/50°	70/60°	80/70°	90/80°	1 Kg	1,5 Kg	2 Kg	
7/2	5	450	3.100	3.800	4.500	5.000	6.000	6.250	6.500	3/4"
	15		2.150	2.980	3.800	4.850	4.850	5.050	5.250	
7/3	5	400	3.700	4.700	5.600	6.600	7.900	8.230	8.560	3/4"
	15		3.000	3.800	4.600	5.000	6.480	6.750	7.000	
9/2	5	1.200	6.800	8.400	10.200	12.000	14.500	15.200	15.900	3/4"
	15		5.000	6.800	8.600	10.600	12.800	13.400	13.900	
9/3	5	1.100	9.200	11.200	13.500	15.600	19.000	19.800	20.600	1"
	15		6.800	9.000	11.200	13.500	16.300	16.980	17.700	
10/2	5	2.000	10.000	13.500	16.000	19.800	22.300	23.300	24.200	3/4"
	15		9.000	11.200	12.200	14.900	20.200	21.000	21.850	
10/3	5	1.850	13.300	16.600	20.500	25.500	30.600	31.875	33.150	1"
	15		9.950	13.300	17.200	21.600	25.900	27.000	28.000	
12/2	5	3.000	17.500	21.600	25.000	29.200	33.500	34.900	36.300	1"
	15		12.600	17.100	21.600	25.200	30.200	31.500	32.700	
12/3	5	2.850	22.200	27.300	32.300	38.300	47.200	49.200	51.150	1-1/4"
	15		16.500	22.200	27.300	32.100	40.000	41.670	43.350	
14/2	5	4.000	22.800	28.800	33.600	39.500	44.600	46.500	48.360	1"
	15		16.800	22.800	28.800	34.600	40.300	42.000	43.680	
14/3	5	3.850	30.000	36.900	44.800	51.900	63.700	66.350	69.050	1-1/4"
	15		23.000	30.000	36.900	45.000	54.000	56.250	58.500	
16/2	5	5.750	32.700	41.400	49.800	58.600	64.200	66.875	69.550	1-1/4"
	15		24.800	32.700	41.200	50.000	57.960	60.375	62.800	
16/3	5	5.500	44.200	54.300	65.500	75.600	91.000	94.800	98.600	1-1/2"
	15		33.500	44.200	54.400	65.500	77.200	80.400	83.600	

## 1.10.5. Aero termo ventilador



**HCD-25-4M**  
Ventiladores helicoidales murales, con hélice en chapa de aluminio, motores de espira de sombra y cable de conexión incorporado.

- Descripción de la serie
- Características técnicas
- Dimensiones
- Curva - Informe
- Accesorios

Velocidad:	<input type="text" value="1340"/>	r.p.m.
Intensidad máx. admisible 230 V:	<input type="text" value="0.25"/>	A
Intensidad máx. admisible 400 V:	<input type="text" value="0.0"/>	A
Intensidad máx. admisible 690 V:	<input type="text" value="0.0"/>	A
Potencia:	<input type="text" value="0.041"/>	Kw
Caudal máx.:	<input type="text" value="960"/>	m³/h
Velocidad de descarga:	<input type="text" value="0.0"/>	m/s
Nivel P. sonora (Lp):	<input type="text" value="43"/>	dB(A)
Peso aprox.:	<input type="text" value="1.6"/>	Kg
Escriba el N° de ventiladores:	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="button" value="Enviar"/>
Suma nivel sonoro para:	<input type="text"/>	dB(A)
Escriba la distancia (d):	<input type="text" value="0.0"/>	m <input type="button" value="Enviar"/>
Nivel sonoro (d):	<input type="text"/>	dB(A)

**Espectro potencia sonora (LwA):**

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	dB(A)



## **ASIGNATURA: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

### **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:**

- Manual SEAS, Energía Solar Térmica.
- Manuales de instalación de los diferentes elementos hidráulicos a utilizar.
- Código Técnico de la Edificación CTE, documento DB HE-4 ([www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org))
- Pliego de Condiciones para Instalaciones Solares Térmicas del I.D.A.E. (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía), [www.idae.es](http://www.idae.es)

### **MATERIALES NECESARIOS:**

2 entrenadores TERMOTEC 220

2 ordenadores PC con salida RS-232

Ordenadores PC con software CTE-Solar

Otros: Bomba manual de llenado (con conexión hembra  $\frac{3}{4}$ "), teflón, juego de destornilladores planos y phillips, abrazaderas 12-20 mm, alargaderas eléctricas con conexión múltiple, prolongadores para cable RS232.

### **ASPECTOS A VALORAR:**

No aplicable

### **DURACIÓN DE LA PRÁCTICA:**

Máximo 4 horas

### **SOLUCIÓN DE LA PRÁCTICA:**

No aplicable