



## Uso de la energía solar térmica

- generación de energía a partir de la radiación solar
- energía solar térmica de concentración
- comparación de diferentes colectores solares



## Tabla de contenidos

### La energía solar térmica, el uso de un recurso natural en la educación técnica

La energía solar anual irradiada sobre los continentes es de  $1,08 \times 10^{18}$  kWh. Esto corresponde a unas 5.000 veces la demanda mundial de energía primaria. Es obvio que hay que utilizar esta energía solar técnicamente. La energía solar térmica desempeña un papel especial en el uso de la energía solar. Las aplicaciones en este campo se remontan a la época precristiana, cuando se utilizaban cóncavos para enfocar los rayos de luz.

Además del agua caliente sanitaria y la calefacción solar, el uso del calor solar en los procesos de generación de energía a gran escala y en la ingeniería de procesos es cada vez más importante hoy en día. El uso de la energía solar a través de sistemas solares térmicos implica tanto aspectos prácticos como amplios fundamentos teóricos. Por lo tanto, en nuestro concepto didáctico para el área de la energía solar térmica, distinguimos entre los campos de aprendizaje enumerados a la derecha.



El E-learning de GUNT ofrece un amplio material didáctico multimedia en línea para los ensayos de laboratorio y apoya así la formación técnica y los estudios de ingeniería.

#### Conocimientos básicos

#### Fundamentos del uso de la energía solar térmica

#### Energía solar térmica de concentración

#### Energía solar térmica para el calentamiento de agua sanitaria

#### Energía solar térmica en sistemas modulares para el suministro doméstico

#### Energía solar térmica

ET 202  
**Fundamentos de la energía térmica solar**  
ET 202.01  
**Colector cilindro parabólico**

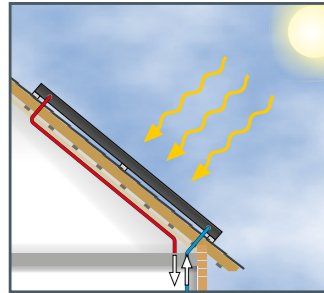
ET 203  
**Colector de cilindro parabólico con seguimiento del sol**

HL 313  
**Calentamiento de agua sanitaria con colector plano**  
HL 314  
**Calentamiento de agua sanitaria con colector tubular**  
HL 313.01  
**Fuente de luz artificial**

HL 320.03  
**Colector plano**  
HL 320.04  
**Colector tubular de vacío**  
HL 320.05  
**Módulo de acumulación central con regulador**



# Conocimientos básicos Energía térmica solar

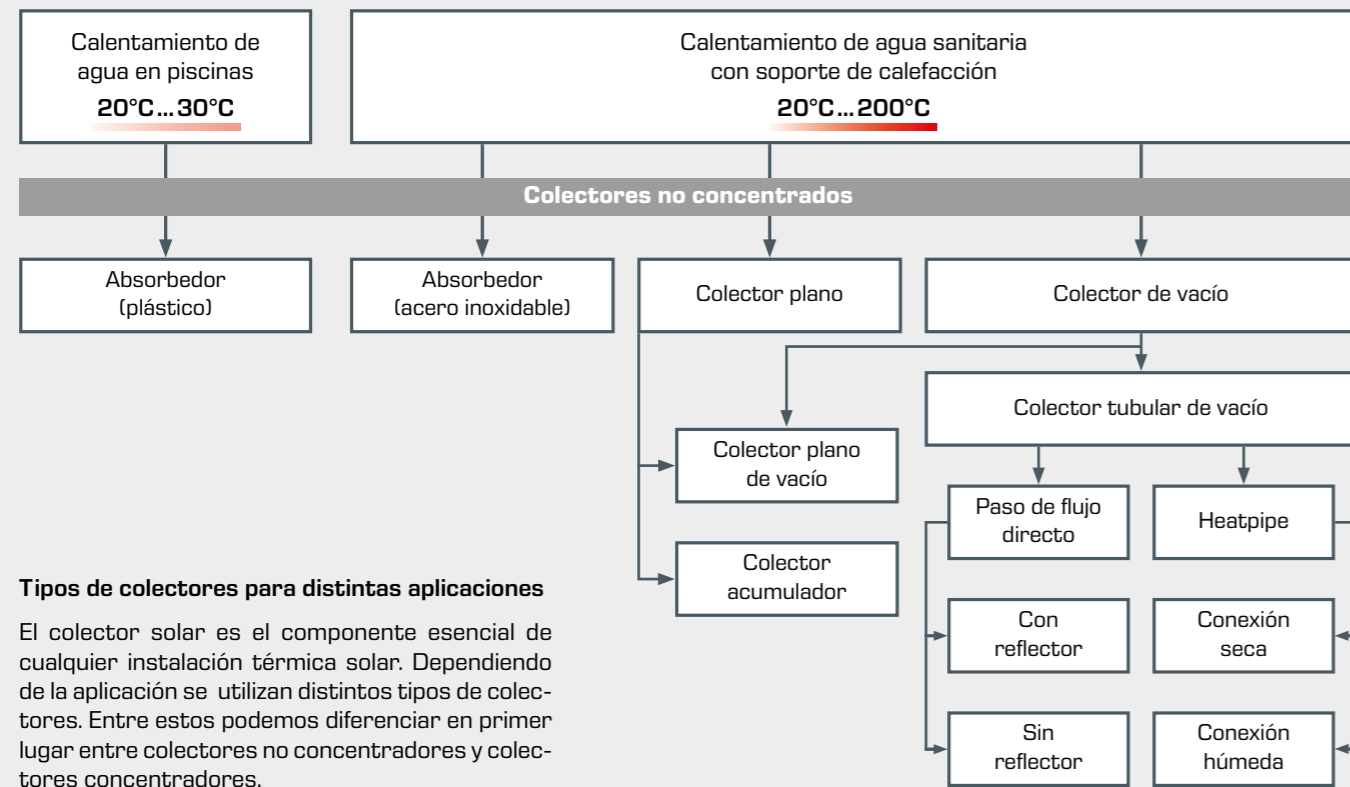


La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía solar para el suministro de calor. El calor puede utilizarse para la calefacción y el calentamiento de agua sanitaria, y también como fuente para calor de proceso en la industria, para la generación de vapor en centrales energéticas e incluso para refrigerar.

### Aplicaciones típicas de los colectores de energía solar térmica:

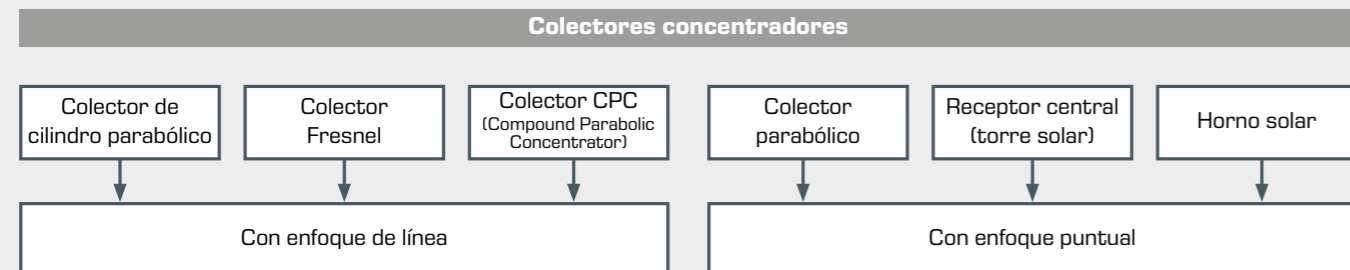
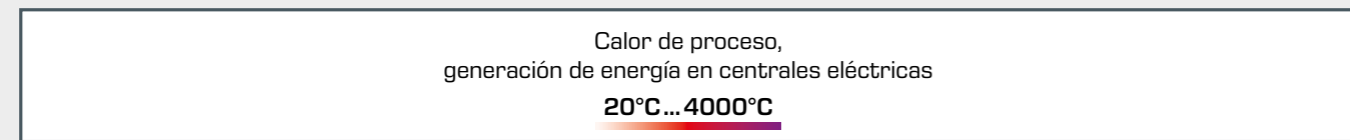
- calentamiento de agua en piscinas
- calor de baja temperatura para calefacción de locales
- calentamiento de agua sanitaria
- calor de proceso (energía solar térmica de concentración)
- producción de corriente (energía solar térmica de concentración)

### Tipos de colectores



### Tipos de colectores para distintas aplicaciones

El colector solar es el componente esencial de cualquier instalación térmica solar. Dependiendo de la aplicación se utilizan distintos tipos de colectores. Entre estos podemos diferenciar en primer lugar entre colectores no concentradores y colectores concentradores.



### Colector plano

Un tipo de colector solar no concentrado muy utilizado es el colector plano. Representa un compromiso equilibrado entre un diseño sencillo y rentable y la eficiencia.

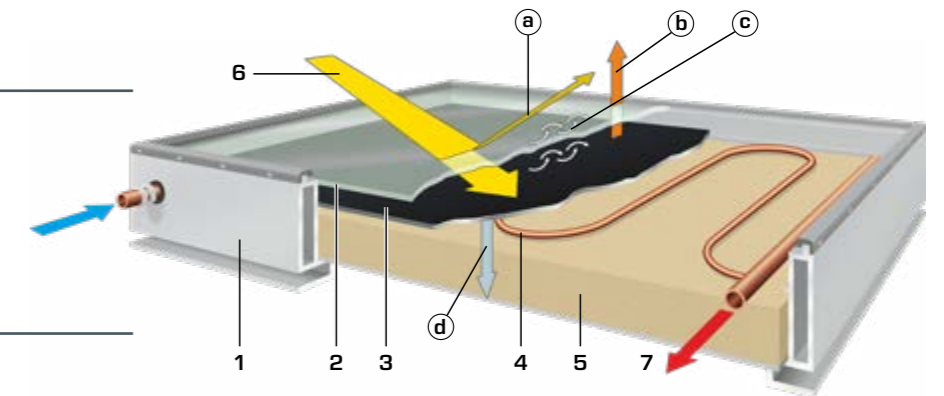
La parte trasera está aislada contra la pérdida de calor. El tubo de cobre puede pasar por el colector de diferentes maneras. El absorbente puede ser de cobre, aluminio o acero. El color oscuro del absorbente se debe al revestimiento selectivo. La

cubierta de vidrio está hecha de vidrio solar de alta calidad y bajo contenido en hierro con un bajo factor de absorción.

En el diseño se busca un compromiso entre una buena transferencia de calor mediante un flujo turbulento y una baja pérdida de presión. El colector plano se utiliza principalmente para la preparación de agua caliente y el apoyo a la calefacción.

#### Diseño

- 1 bastidor del colector
- 2 cubierta de vidrio solar
- 3 absorbente
- 4 tubo de cobre como intercambiador de calor
- 5 aislamiento térmico
- 6 radiación solar incidente
- 7 calor generado en la salida del colector



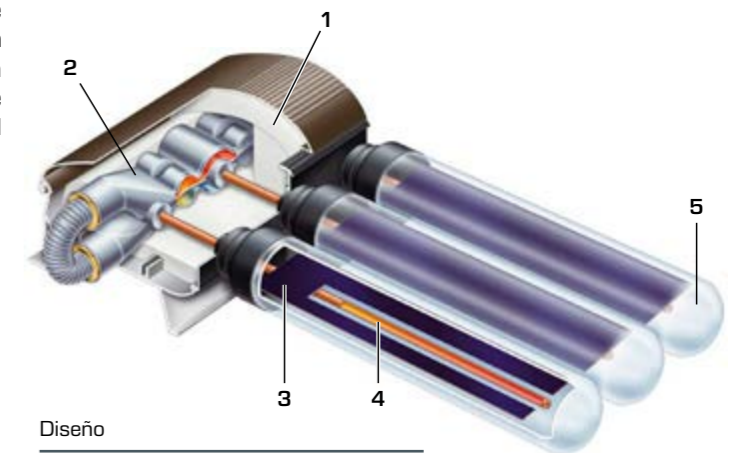
#### Principales pérdidas

- a pérdidas por reflexión
- b pérdidas por radiación térmica
- c pérdidas por convección
- d pérdidas por conducción de calor

### Colector tubular

Mientras que los colectores planos tienen un diseño sencillo, los colectores tubulares están formados por componentes individuales técnicamente más complejos. El uso de tubos de vidrio de doble pared y sin aire (tubos de vacío) evita la pérdida de calor por convección. Los tubos de vidrio contienen absorbentes provistos de un revestimiento espectralmente selectivo. En los denominados colectores de calor de tubo, la transferencia de calor del absorbente al circuito solar tiene lugar mediante la evaporación y condensación de un líquido de evaporación en un tubo de transferencia sellado. El calor generado se transfiere al líquido portador de calor en el circuito solar y de ahí llega al consumidor o al tanque de almacenamiento.

El rendimiento de los colectores tubulares es hasta un 30% mayor que el de los colectores planos. Una de las ventajas de los colectores tubulares de flujo directo con absorbente circunferencial es que absorben la luz de todos los lados y, por tanto, también aprovechan mejor la luz difusa dispersa.



#### Diseño

- 1 aislamiento térmico
- 2 cambiador de calor tubular fuera del líquido portador de calor, conexión seco
- 3 absorbente
- 4 heatpipe
- 5 tubo de vidrio (vacío)



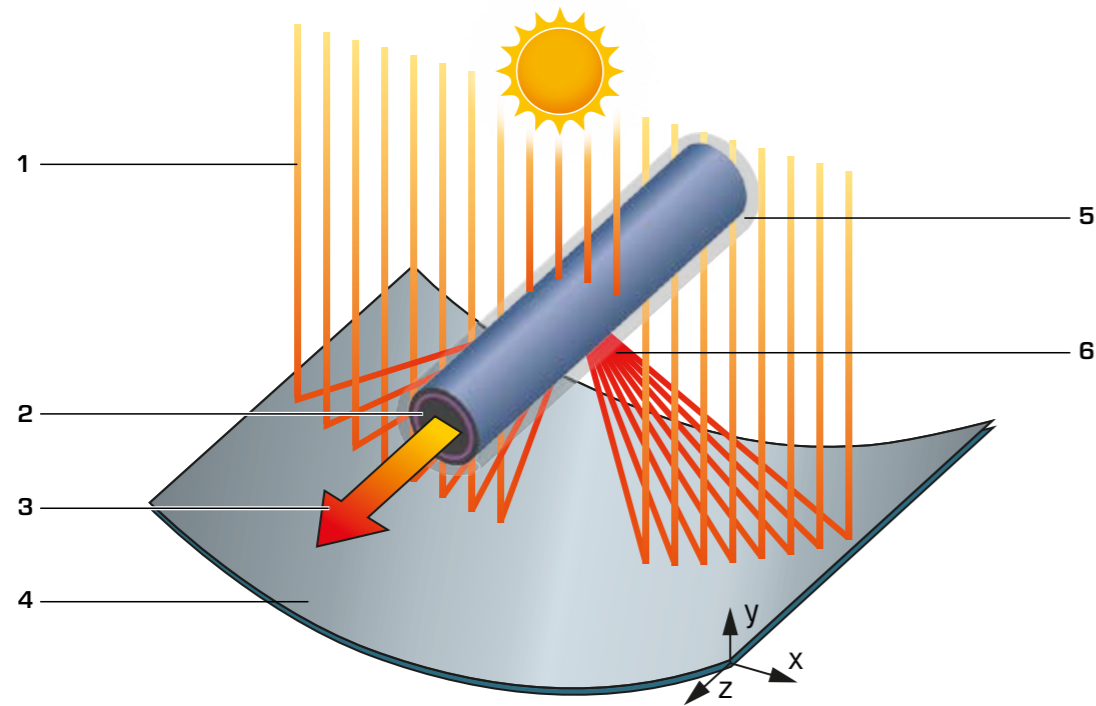
# Conocimientos básicos Energía solar térmica

## Colector de cilindro parabólico

En los colectores de concentración, la irradiación se multiplica ópticamente mediante espejos y lentes en el absorbedor. Dado que sólo se puede concentrar la parte de la radiación directa, el uso de estos sistemas tiene sentido en regiones con alta irradiación directa.

La radiación solar es enfocada por un espejo parabólico hacia un tubo absorbente. En el proceso, la energía radiante se absorbe y se convierte en calor. Para reducir la pérdida de calor, el tubo

absorbedor se cubre con una cubierta de vidrio de doble pared. Con la ayuda de un tubo en el absorbedor, el calor se transfiere a un líquido portador de calor en el circuito solar y llega al tanque de almacenamiento.



Diseño

1 radiación solar incidente, 2 tubo absorbente, 3 líquido portador de calor, 4 espejo parabólico con superficie reflectante, 5 tubo de vidrio, 6 radiación solar concentrada



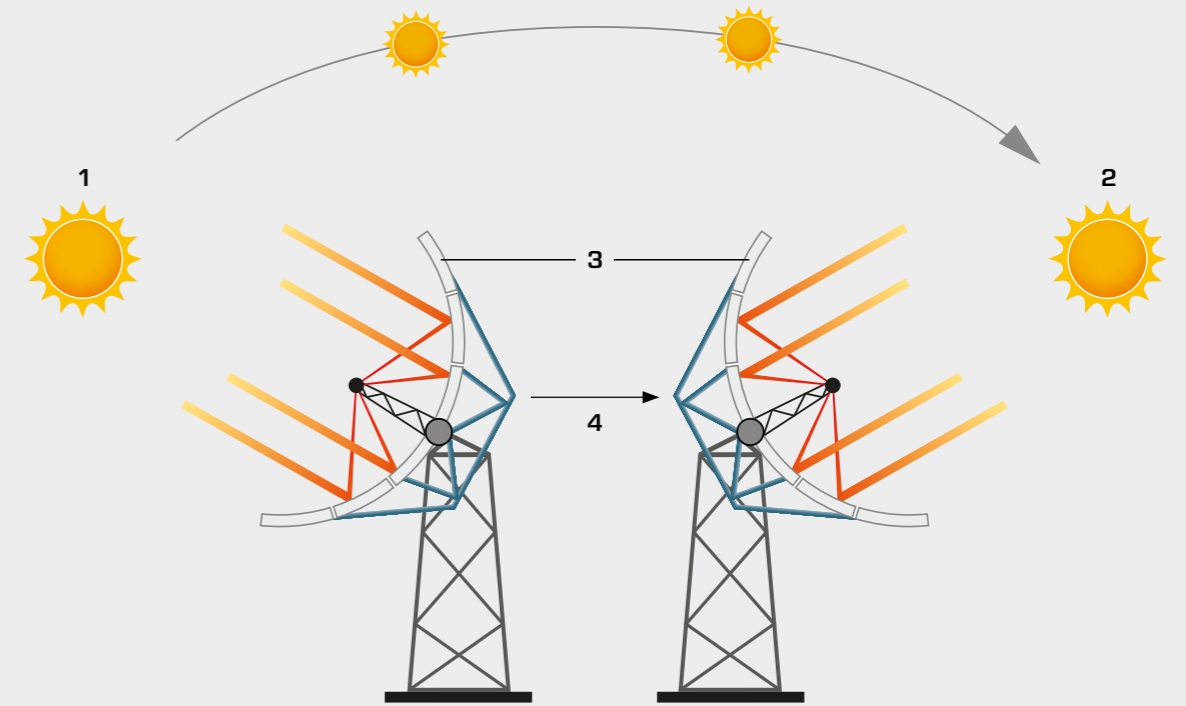
Para una central eléctrica, los colectores cilindro-parabólicos individuales pueden conectarse entre sí en un campo de colectores.

## Seguimiento del sol

Los sistemas de concentración solar requieren que los elementos ópticos de concentración (lentes o espejos) tengan un sistema de seguimiento. El movimiento orbital y de rotación de la Tierra provoca un cambio continuo en la altitud (elevación) y orientación (acimut) del sol. Los factores decisivos para un diseño de uno o dos ejes son la tecnología utilizada y la ubicación geográfica. Las grandes centrales de colectores

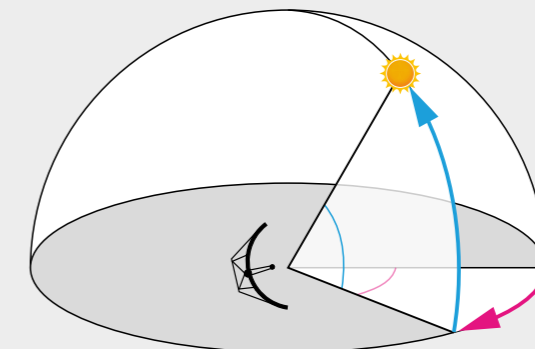
parabólicos con sistemas de rastreo de un eje, se construyen preferentemente en zonas de bajas latitudes.

En el caso de las denominadas centrales de torre con absorbedores puntuales, los espejos deben ser objeto de un seguimiento continuo en ambas direcciones a lo largo del día.



Principio de funcionamiento del sistema de seguimiento solar

1 Este, 2 Oeste, 3 colector pivotante con seguimiento en dos ejes, 4 posición durante el día



Posición del sol y ángulo de incidencia

■ **acimut:** ángulo horizontal o perpendicular cuando se ajusta el espejo  
■ **elevación:** ángulo vertical o perpendicular cuando se ajusta el espejo



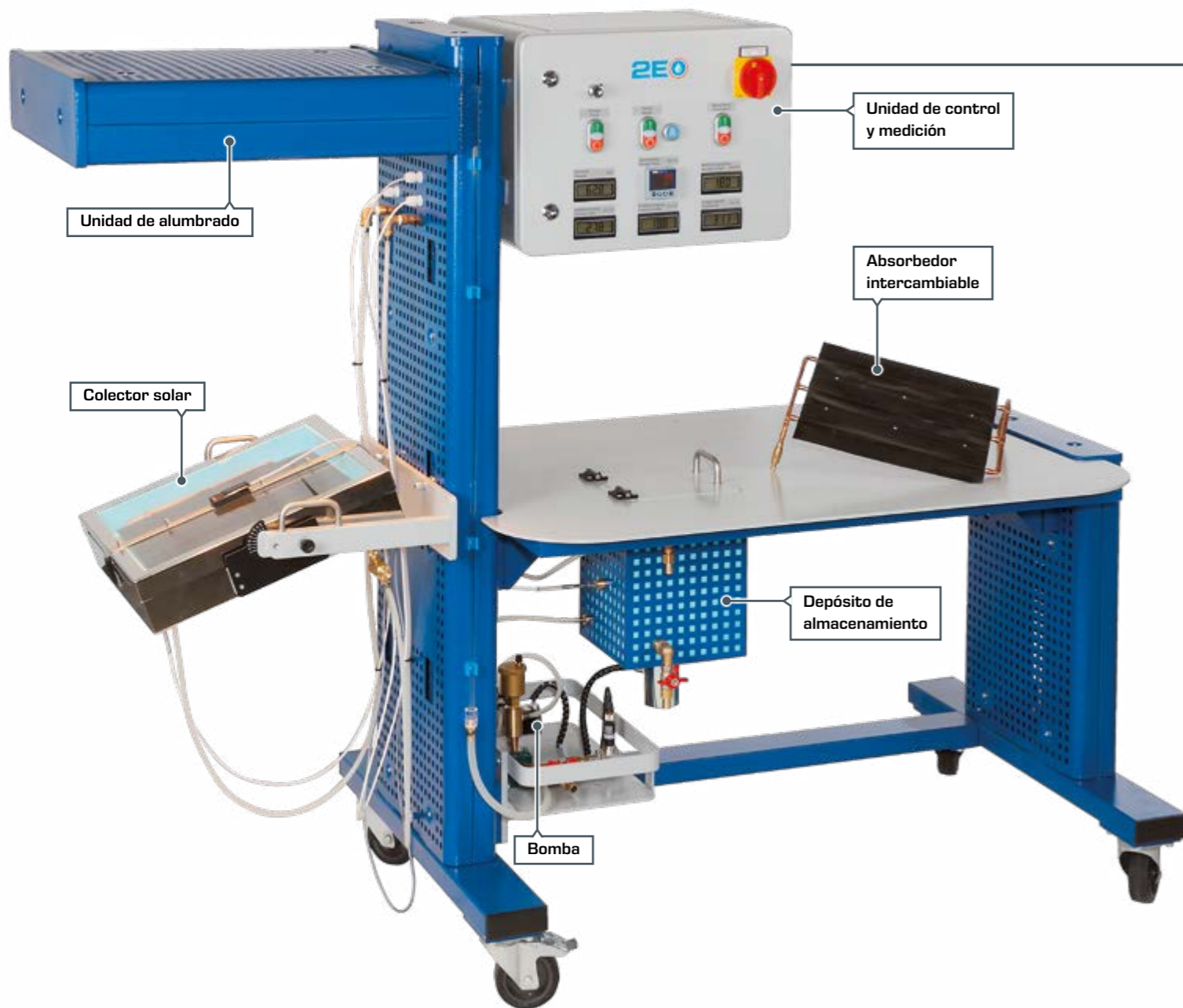
# ET 202

## Fundamentos de la energía térmica solar

El banco de ensayos ET 202 le permite realizar series de mediciones sistemáticas como en una instalación solar térmica con colector plano. Una unidad de alumbrado simula la radiación solar natural. La luz se transforma en calor en un absorbedor y se transmite a un líquido portador de calor. Una bomba transporta el líquido portador de calor a través de un depósito. Aquí un intercambiador de calor disipa el calor al depósito. Para comprar

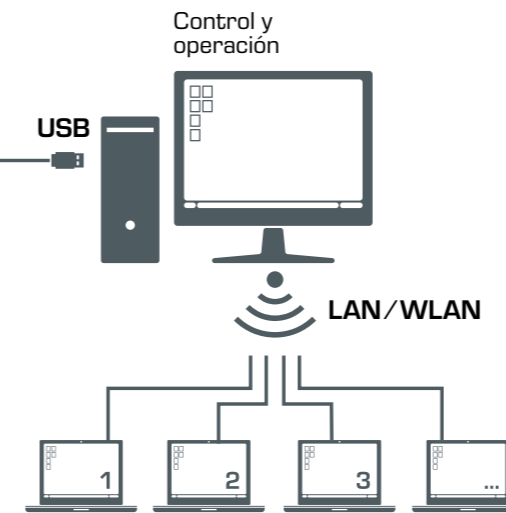
las pérdidas de calor en diferentes colectores, se puede cambiar el absorbedor con recubrimiento selectivo por un absorbedor más sencillo recubierto de negro. El dispositivo de calefacción eléctrica en el depósito acorta los tiempos de calentamiento para ensayos a altas temperaturas.

Al producto:



### Features

- funcionamiento independiente de las condiciones meteorológicas
- colector plano inclinable con absorbentes reemplazables
- capacidad de funcionar en red: observar, adquirir y evaluar los ensayos a través de la red propia del cliente



### Contenidos didácticos

- diseño y funcionamiento de una planta térmica solar sencilla
- determinación de la potencia útil
- balance energético en el colector solar
- influencia de la iluminancia, el ángulo de radiación y el caudal
- determinación de curvas características de rendimiento
- influencia de distintas superficies de absorbedor

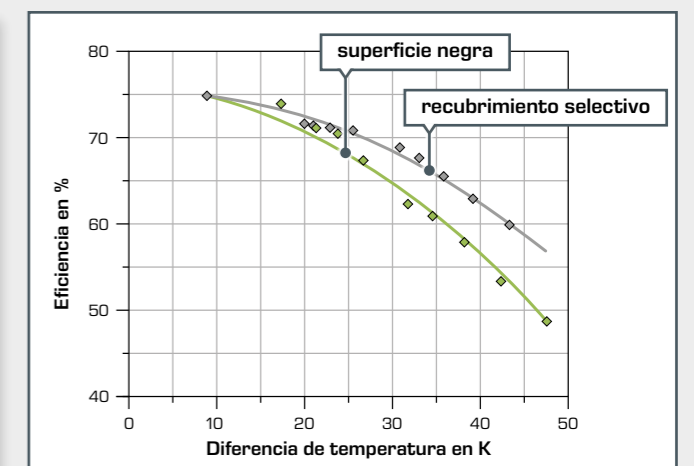
### Software

El software muestra los valores medidos en un diagrama del sistema y permite registrar puntos de medición individuales o una curva de tiempo. Los datos de medición almacenados

pueden importarse a un programa de hoja de cálculo (por ejemplo, Microsoft Excel) y procesarse allí.



Software GUNT para la adquisición de datos de medición a través del PC



La eficiencia depende de la temperatura del colector. Un recubrimiento especial del absorbedor permite obtener mayores eficiencias.



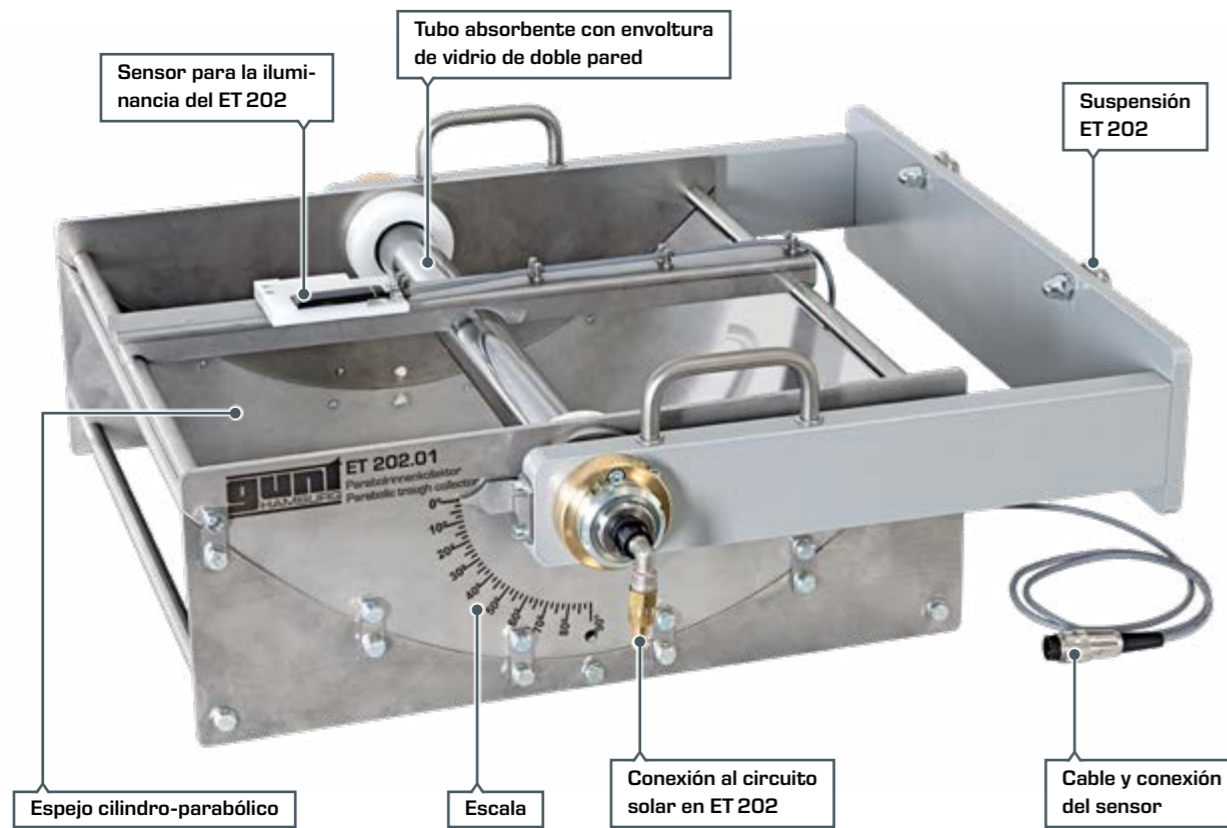
## ET 202.01

## Colector cilindro parabólico

El equipo ET 202.01, junto con el banco de ensayos ET 202, permite investigar los aspectos fundamentales del aprovechamiento de la energía solar térmica de concentración. La luz de la unidad de iluminación del ET 202 se enfoca en el tubo absorbente por medio del espejo parabólico. Para reducir las pérdidas de calor, el tubo absorbente está provisto de una envoltura de vidrio de doble pared. A través de una tubería en el absorbedor, el calor se transfiere a un líquido portador de calor en el circuito solar del banco de ensayos ET 202, donde llega al depósito de almacenamiento.

En los experimentos, se compara la eficiencia de un colector de cilindro-parabólico de concentración con un colector plano clásico.

Al producto:



ET 202.01 iluminado con la fuente de luz de ET 202



colector cilindro-parabólico giratorio

### Contenidos didácticos

- focalización de la radiación solar con un espejo cilindro-parabólico
- factor de concentración óptica
- conversión de la energía radiante en calor
- pérdidas en los colectores solares térmicos
- características de rendimiento

### Features

- colector de cilindro-parabólico giratorio con espejo de alta reflexión
- tubo absorbente con revestimiento selectivo
- tubo de vidrio de doble pared evacuado para reducir la pérdida de calor



ET 202 junto con ET 202.01



## ET 203

## Colector de cilindro parabólico con seguimiento del sol

Con el colector cilindro-parabólico se investigan los principales aspectos del uso de la energía solar térmica. La radiación solar se concentra en un tubo absorbente con la ayuda del espejo parabólico. La energía de la radiación se absorbe y se convierte en calor. El calor llega al circuito solar a través de un fluido de transferencia de calor y de ahí al circuito de agua caliente.

El colector cilindro-parabólico puede ajustarse a la posición del sol mediante dos motorreductores. Es posible tanto el control según los datos astronómicos calculados como el control basado en sensores. El colector puede girar y alinearse verticalmente para los experimentos con la fuente de luz artificial HL 313.01. Los rodillos y los soportes móviles permiten el posicionamiento en un lugar exterior adecuado.

Al producto:



## Features

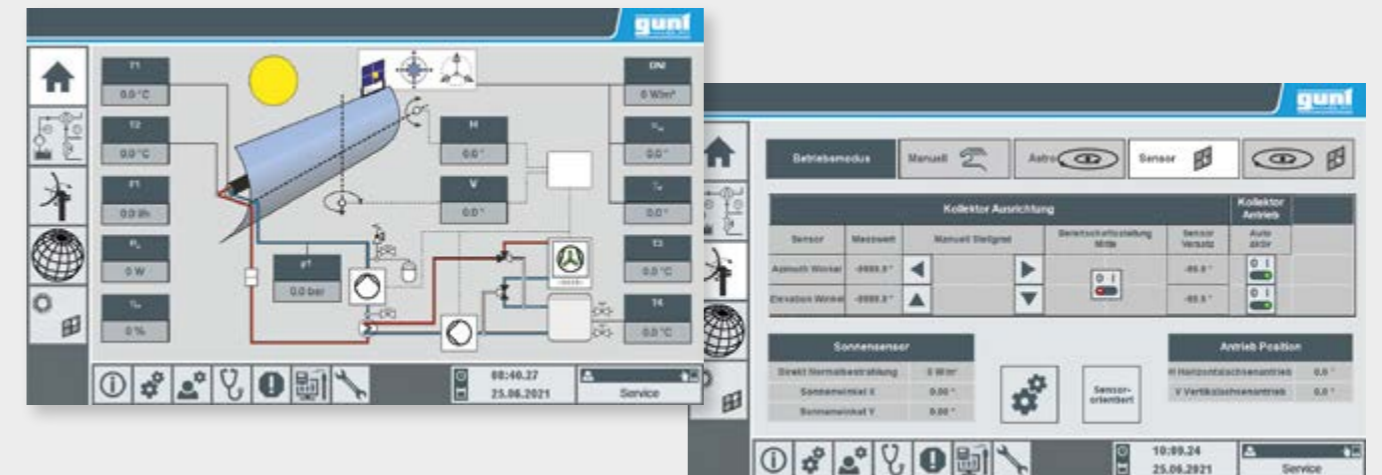
- colector de cilindro parabólico móvil con seguimiento en dos ejes motorizado
- seguimiento solar astronómico y basado en sensor
- un enrutador integrado para la operación y el control a través de un dispositivo final y para "screen mirroring" con dispositivos finales adicionales: PC, tableta, smartphone

## Contenidos didácticos

- factor de concentración óptico
- DNI: Direct Normal Irradiance
- seguimiento del sol basado en sensores o astronómico
- conversión de la energía de radiación en calor
- curvas características de rendimiento

## Funcionamiento externo

El manejo y el control se realizan a través del PLC integrado y la pantalla táctil. Mediante un router integrado, el entrenador puede manejarse y controlarse alternativamente a través de un dispositivo final externo. La interfaz de usuario también puede visualizarse en otros dispositivos finales (screen mirroring). El acceso a los valores de medición almacenados en el PLC es posible desde los dispositivos finales a través de WLAN con router integrado/conexión LAN a la red propia del cliente.





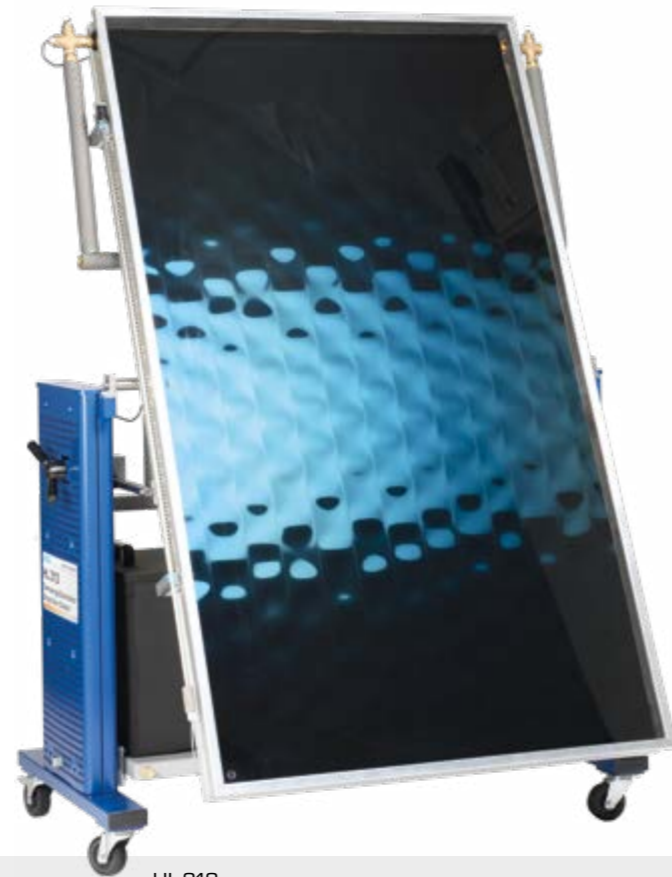
# HL 313 / 314 HL 313.01

## Calefacción de agua sanitaria con colector plana o colector tubular de vacío Fuente de luz artificial

El banco de ensayos contiene componentes típicos de la práctica de los sistemas de generación de calor por energía solar térmica. El calor absorbido se transfiere en el colector plano a un fluido de transferencia de calor común en el circuito solar. El calor llega al circuito de agua caliente a través de un cambiador de placas. El regulador solar controla las bombas del circuito de agua caliente y del circuito solar.

El banco de ensayos ha sido diseñado para que sea posible llevar a cabo un precalentamiento completo como parte de un experimento práctico. Utilícelo en el laboratorio con una fuente de luz artificial HL 313.01 o al aire libre si la luz solar es suficiente.

Al producto:



HL 313  
Colector plano



HL 314  
Colector tubular de vacío

En un colector de tubos de vacío, las pérdidas térmicas del colector se reducen considerablemente gracias a las envolturas de vidrio al vacío. Los tubos de calor de los absorbedores transfieren el calor a un líquido de transferencia en el circuito solar. También en este caso, el calor llega al circuito de agua caliente y al acumulador a través de un cambiador de placas. Se utiliza el mismo regulador solar que en el HL 313.

En los experimentos con la fuente de luz artificial HL 313.01 o con la radiación solar real, por ejemplo, se puede observar directamente que las menores pérdidas tienen un efecto ventajoso especialmente a temperaturas de funcionamiento más altas.

Al producto:



### Contenidos didácticos

- determinación de la potencia útil
- relación entre el caudal y la potencia útil
- determinación del rendimiento del colector
- relación entre la diferencia de temperatura (colector / entorno) y el rendimiento del colector

### Features

- sistema con cambiador de calor y dos circuitos separados
- regulador solar con registrador de datos y router integrado para el manejo a través de un navegador web mediante un dispositivo final y para el seguimiento de los experimentos en numerosos dispositivos finales: PC, tablet, smartphone

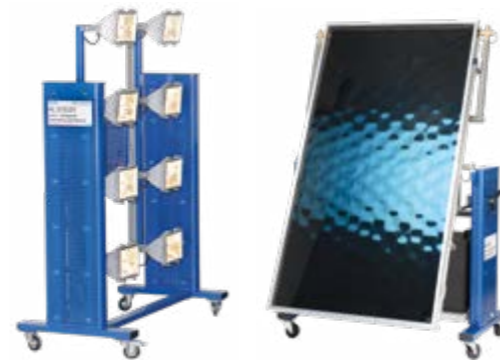


HL 313.01  
Fuente de luz artificial

### HL 313.01 Fuente de luz artificial

La fuente de luz artificial HL 313.01 hace que sea posible llevar a cabo pruebas en la energía solar de forma independiente de la luz solar natural. Esto permite que los bancos de ensayos para el uso de la energía solar como HL 313, HL 314 puedan ser utilizados en espacios cerrados de laboratorio. Con esta fuente de luz, es posible reproducir las condiciones experimentales en cualquier momento.

Al producto:



HL 313 junto con la fuente de luz artificial HL 313.01



### Funcionamiento externo

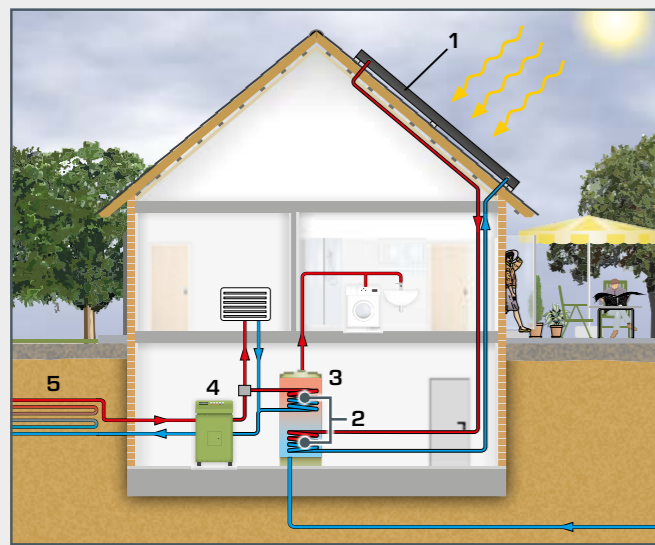
El regulador solar de ambos colectores funciona mediante un router integrado. La interfaz de usuario puede visualizarse en cualquier número de dispositivos finales a través de un navegador web. El acceso a los valores medidos registrados es posible en los dispositivos finales basados en Windows a través de WLAN con router integrado o conexión LAN a la red propia del cliente. Para ello se suministra un software de producción adicional del regulador solar.





HL 320.03  
HL 320.04

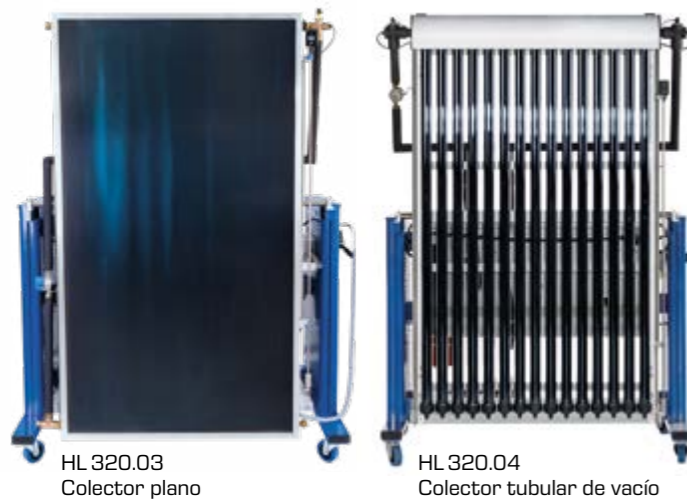
Concepto modular con colector plano o de tubos de vacío



Prescindir de un sistema de calefacción convencional representa una auténtica alternativa para los edificios residenciales modernos con un buen aislamiento térmico en muchos casos. La combinación de colectores solares térmicos con una bomba de calor garantiza muy a menudo un ahorro significativo con un suministro fiable durante todo el año.



1 colector plano, 2 cambiador de calor, 3 depósito de agua caliente, 4 bomba de calor, 5 absorbedor de energía geotérmica;  
■ líquido portador de calor caliente  
■ líquido portador de calor frío



HL 320.03 y HL 320.04 son módulos del sistema HL 320 y permiten experimentar la integración de colectores solares térmicos en un sistema de calefacción contemporáneo con fuentes de energía regenerativas.

Ambos colectores pueden conectarse opcionalmente al módulo acumulador HL 320.05 y a los módulos consumidores adicionales mediante conductos de calefacción aislados. Es posible utilizarlos para la producción de agua caliente sanitaria calentada, así como para la producción combinada de agua caliente sanitaria y calefacción.

Al producto:  
HL 320.03 HL 320.04



Contenidos didácticos

- determinación de la potencia útil
- influencia de la temperatura, iluminancia y el ángulo de incidencia en el rendimiento del colector
- integración de un colector plano en un sistema de calefacción moderno
- condiciones de funcionamiento hidráulicas y de control de procesos
- balances energéticos
- optimización de las condiciones de funcionamiento para distintos usos

Features

- colector plano orientable para la transformación de energía solar en calor
- fuente de calor con conexiones para el sistema modular HL 320
- apropiado para la luz solar y la artificial

HL 320.05

Módulo de acumulación central con regulador

El módulo de almacenamiento cuenta con un depósito de compensación y un depósito de almacenamiento bivalente. Además, el módulo de almacenamiento está equipado con un controlador universal de libre programación. El colector de tubos de vacío HL 320.04 puede utilizarse como alternativa al colector plano HL 320.03.

Los conceptos de sistemas especialmente eficientes pueden determinarse mediante series de mediciones comparativas en diferentes configuraciones de prueba.

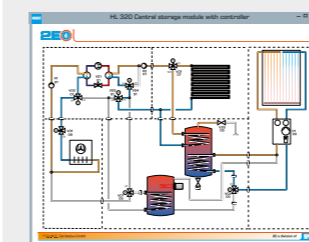
Al producto:



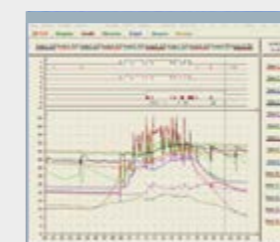
Regulador

El regulador de calefacción se maneja mediante un router LAN integrado. La interfaz de usuario puede visualizarse en cualquier dispositivo final a través de un navegador web. Una conexión LAN a la red local permite evaluar los valores de

medición registrados en un PC. Para ello se suministra un software adicional del fabricante para el regulador de calefacción.



Observación del sistema en el esquema en línea



Software para la evaluación de datos



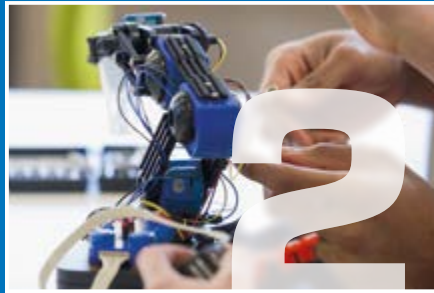


## Todo el programa GUNT



### Mecánica y diseño mecánico

- estática
- resistencia de materiales
- dinámica
- dinámica de máquinas
- diseño mecánico
- ensayo de materiales



### Mecatrónica

- dibujo técnico
- modelos seccionados
- metrología
- elementos de máquinas
- tecnología de fabricación
- procesos de montaje
- mantenimiento
- diagnóstico de máquinas
- automatización e ingeniería de control de procesos



### Ingeniería térmica

- fundamentos de termodinámica
- cambiadores de calor
- máquinas fluidomecánicas térmicas
- motores de combustión interna
- refrigeración
- ingeniería de suministro (HVAC)



### Mecánica de fluidos

- flujos estacionarios
- flujos no estacionarios
- flujo alrededor de cuerpos
- elementos de sistemas de tuberías y de ingeniería de plantas
- turbomáquinas
- máquinas de desplazamiento positivo
- ingeniería hidráulica



### Ingeniería de procesos

- ingeniería de las operaciones básicas mecánicas
- ingeniería de procesos térmicos
- ingeniería de procesos químicos
- ingeniería de procesos biológicos
- tratamiento de aguas



### 2E Energy & Environment

- | Energy                                   | Environment |
|--|-------------|
| ■ energía solar                          | ■ agua      |
| ■ energía hidráulica y energía marina    | ■ aire      |
| ■ energía eólica                         | ■ suelo     |
| ■ biomasa                                | ■ residuos  |
| ■ energía geotermia                      |             |
| ■ sistemas de energía                    |             |
| ■ eficiencia energética en edificaciones |             |

## Contacto

G.U.N.T. Gerätebau GmbH  
Hanskampring 15-17  
22885 Barsbüttel  
Alemania

+49 40670854-0  
sales@gunt.de  
www.gunt.de



Visite nuestra  
página web  
[www.gunt.de](http://www.gunt.de)