

## ET 262

### Sonda geotérmica con principio heatpipe



#### Descripción

- componentes transparentes permiten observar el cambio de estado del medio portador de calor
- funcionamiento con un medio portador de calor de bajo punto de ebullición

En la geotermia cerca de la superficie se aprovecha la energía térmica almacenada debajo de la superficie terrestre para la calefacción.

Con el banco de ensayo ET 262 se demuestra el funcionamiento de una sonda geotérmica con principio heatpipe. El montaje experimental transparente permite observar los procesos que se desarrollan en el circuito cerrado de la transferencia de calor: la evaporación en la heatpipe, la condensación en el cabezal de la sonda y el reflujó del medio portador de calor en la pared interior de la heatpipe se dejan observar muy bien. Además, se aplican los métodos fundamentales para la determinación de la conductividad térmica de la tierra alrededor de una sonda geotérmica.

El elemento central del banco de ensayos es la heatpipe transparente, cuyo comportamiento de funcionamiento será estudiado. La heatpipe contiene un medio portador de calor de bajo punto de ebullición. Por medio de una camisa calentadora con circuito de calefacción se simula la alimentación de calor de la tierra circundante. El

calor del medio portador de calor es transferido a un fluido de trabajo en el cabezal de la sonda. Unos sensores registran las temperaturas y el caudal del fluido de trabajo en el cambiador de calor. A partir de los valores medidos se determina la potencia térmica transferida. Con ayuda de los valores medidos se simula en el software GUNT el balance energético de una bomba de calor acoplada.

Un método para determinar la conductividad térmica de la tierra circundante es el ensayo de respuesta térmica. Agua constantemente calentada es bombeada en un circuito a través de una sonda geotérmica de tubo en U que está enterrada en arena. Las temperaturas de entrada y salida, el caudal y la potencia calorífica de la sonda geotérmica son registrados. A partir de los valores medidos se calcula la conductividad térmica.

En otro ensayo, un cilindro de arena es calentado mediante una fuente de calor cilíndrica. El perfil de temperatura que se propaga radialmente en la muestra de arena es registrado y la conductividad térmica de la muestra de arena es calculada. Los resultados de ambos métodos se comparan.

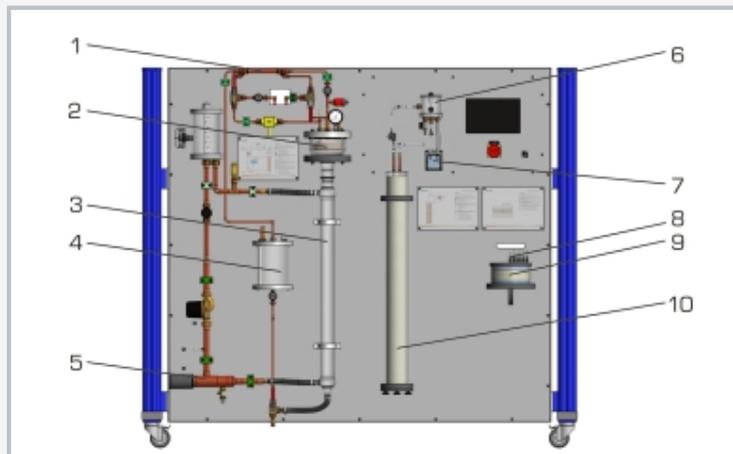
Los valores medidos se pueden almacenar y procesar con el software para la adquisición de datos adjuntado. La transferencia se realiza vía interfaz USB.

#### Contenido didáctico/ensayos

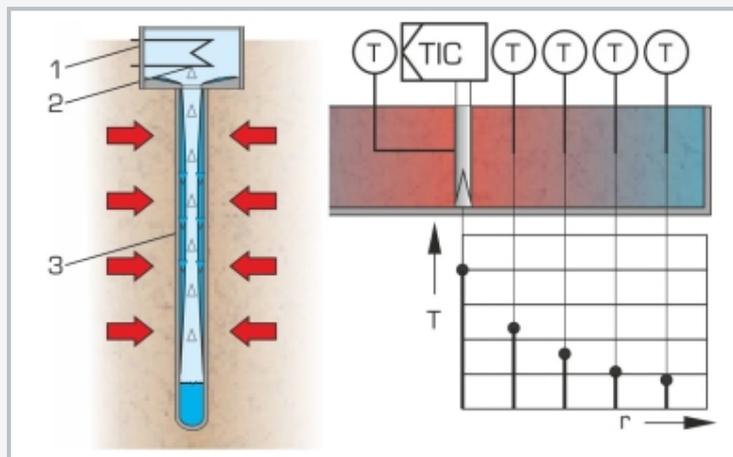
- fundamentos de la geotermia
- comportamiento de funcionamiento de una sonda geotérmica con principio heatpipe
- determinación de la cantidad de calor disipada de la heatpipe variando la carga térmica
- variación de la cantidad de llenado del medio portador de calor
- estudio del perfil de temperatura radial en una muestra de arena y determinación de la conductividad térmica
- determinación de la conductividad térmica de arena mediante ensayo de respuesta térmica
- fundamentos y balance energético de una bomba de calor

# ET 262

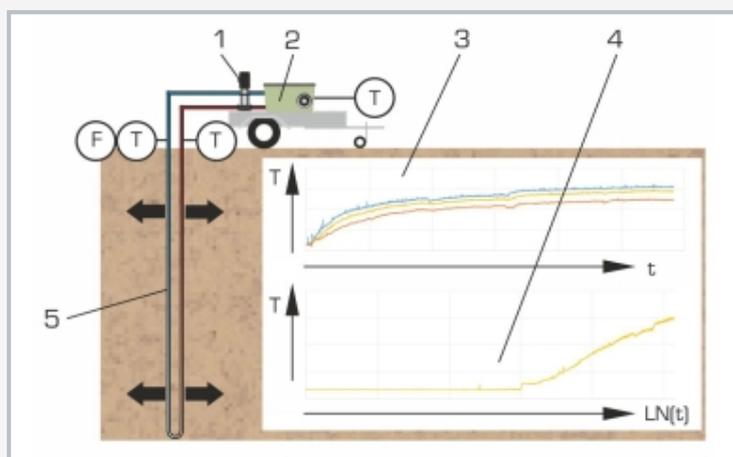
## Sonda geotérmica con principio heatpipe



1 separador de condensados, 2 cambiador de calor, 3 heatpipe con camisa calentadora, 4 depósito de reserva del medio portador de calor, 5 dispositivo de calefacción en el circuito de calefacción, 6 depósito de agua con elemento calentador, 7 bomba, 8 elemento calentador, 9 cilindro de arena, 10 sonda geotérmica de tubo en U



Izquierda: sonda geotérmica con principio heatpipe: 1 cabezal de sonda, 2 cambiador de calor, 3 heatpipe, azul: medio portador de calor líquido, azul claro: medio portador de calor gaseoso, flecha roja: geotermia; derecha: conducción de calor radial en una muestra de arena: T temperatura, TIC regulador de temperatura del dispositivo de calefacción, r radio



Ensayo de respuesta térmica: 1 bomba, 2 depósito de agua con elemento calentador, 3 transcurso del tiempo de las temperaturas medidas, 4 transcurso del tiempo logarítmico de la temperatura de agua media, 5 sonda geotérmica de tubo en U; T temperatura, F caudal, t tiempo, LN(t) logaritmo natural del tiempo

### Especificación

- [1] demostración del funcionamiento de una sonda geotérmica con principio heatpipe
- [2] heatpipe de vidrio con camisa calentadora transparente
- [3] agua como fluido de trabajo para la disipación de calor en el cambiador de calor
- [4] alimentación del fluido de trabajo vía red de laboratorio o vía generador de agua fría WL 110.20 para garantizar una temperatura máxima del agua de 16°C
- [5] simulación del balance energético de una bomba de calor en el software GUNT
- [6] refrigerante R1233zd, GWP: 1
- [7] software GUNT para la adquisición de datos a través de USB en Windows 10

### Datos técnicos

#### Heatpipe

- longitud: aprox. 1000mm
- Ø exterior de la heatpipe: aprox. 56mm
- Ø exterior de la camisa calentadora: aprox. 80mm

#### Dispositivo de calefacción en el circuito de calefacción

- potencia: 2kW

#### Bomba en el circuito de calefacción

- máx. caudal: 1,9m<sup>3</sup>/h
- consumo de potencia: 58W

#### Sonda geotérmica de tubo en U hecha en cobre

- longitud: aprox. 1000mm

#### Bomba en el ensayo de respuesta térmica

- caudal: 4,8...28,2L/h
- consumo de potencia: máx. 60W

#### Elemento calentador del depósito de agua

- potencia: 100W

#### Elemento calentador del depósito de arena

- potencia: 50W

#### Refrigerante: R1233zd, GWP: 1

- volumen de llenado: 2,3kg
- equivalente de CO<sub>2</sub>: 0t

#### Rangos de medición

- temperatura del elemento calentador en la muestra de arena: 0...250°C
- caudal: 0,4...6L/min

#### 230V, 50Hz, 1 fase

230V, 60Hz, 1 fase; 120V, 60Hz, 1 fase

UL/CSA opcional

LxAnxAI: 2170x790x1900mm

Peso: aprox. 250kg

### Necesario para el funcionamiento

toma de agua (min. 360L/h, temperatura máx. del agua 16°C), desagüe o WL 110.20  
PC con Windows

### Volumen de suministro

- 1 banco de ensayos
- 1 envase con arena (25kg; 1...2mm tamaño del grano)
- 1 software GUNT + cable USB
- 1 material didáctico

## **ET 262**

### **Sonda geotérmica con principio heatpipe**

Accesorios opcionales

WL 110.20

Generador de agua fría