



El equipo TC 01.1, es el elemento central del conjunto de intercambio de calor TC 01. Es el módulo que proporciona agua caliente y fría a los intercambiadores de calor, además de medir las temperaturas y caudales en cada elemento.

Todas las conexiones del equipo son enchufes rápidos auto-obturantes, que permiten un cambio rápido y simple de los diferentes intercambiadores, sin pérdida de fluido. Las conexiones de agua caliente y fría son diferentes para evitar equívocos en la conexión.

El módulo dispone de un depósito para el agua caliente de 4,5 litros de capacidad, con controladores electrónicos de temperatura y de nivel. El sistema de almacenamiento de agua está protegido contra sobrecalentamiento, nivel bajo de agua y rebosamiento del tanque.

**DIKOIN**  
TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES

Realizar la calibración de sensores antes de poner en marcha el equipo por primera vez (K.1. CALIBRACIÓN DE SENSORES).

A continuación conectamos el sensor de temperatura a la toma T3 de la caja de electrónica correspondiente.

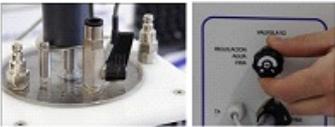


Una vez conectado, ponemos en funcionamiento la bomba para que circule a través del depósito de agua caliente, conectamos con la válvula de bypass para restituir el agua caliente y ajustar el caudal.



**DIKOIN**  
TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES

En este intercambiador es aconsejable cerrar completamente la válvula que regula el agua fría (V2) e ir abriéndola poco a poco, ya que si no, corremos el riesgo de que se desborde el agua del depósito interior. Con la válvula V2 cerrada, abrimos la llave de paso del grifo de agua del laboratorio, abrimos también la válvula de purga de la tapa del depósito interior. Abrimos poco a poco la válvula V2 hasta que observemos el caudal deseado.



**Nota:** El caudal mínimo a trabajar con agua fría será de 1.3 l/min para evitar desbordamientos del depósito interior. Deberá controlarse el proceso puesto que oscilaciones en la presión de la red pueden hacer que este se desborde.

ambos modos de intercambio tanto el de doble cambio como el de suspensión, se pueden hacer (SUSPENSIÓN DE AGUA CALIENTE): en caso de querer el agitador lo único que debemos hacer es empujar el cable del motor del agitador a la toma que hay en la caja del ordenador y pulsar el botón del agitador en la pantalla del ordenador.



**DIKOIN**  
TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES

6.6.4. LECTURAS Y RESULTADOS

LECTURAS

LECTURA Nº	1	2	3	4	5
CAUDAL AGUA FRÍA					
TEMPERATURA AGUA FRÍA ENTRADA					
TEMPERATURA AGUA FRÍA SALIDA					
CAUDAL AGUA CALIENTE					
TEMPERATURA AGUA CALIENTE ENTRADA					
TEMPERATURA AGUA CALIENTE SALIDA					

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.

**DIKOIN**  
TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES

**4.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR**

4.3.1. EXPERIMENTAL

Para el cálculo del coeficiente global de transmisión de calor experimental utilizamos la siguiente expresión:

$$U_{\text{experimental}} = \frac{Q}{A \cdot \Delta T_m}$$

Donde:

- Q: Flujo de calor en el intercambiador de calor. (W)
- $\Delta T_m$ : diferencia de temperatura media logarítmica. (K)
- A: Área de intercambio de calor. (m<sup>2</sup>)

El área de intercambio de calor depende del tipo de intercambiador de calor.

**4.3.1.1. INTERCAMBIADOR DE PLACAS**

Superficie caliente = Superficie fría

$$A_{\text{placas}} = n \text{ placas} \times A_{\text{placa}}$$

nº de placas: 28

$$A_{\text{placas}} = 28 \times (185 \text{ mm} \times 67,8 \text{ mm}) = 280000 \text{ mm}^2 = 0,28 \text{ m}^2$$

Distancia entre placas: 1,5 mm

**4.3.1.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR POR HAZ DE TUBOS**

Superficie caliente (interior del tubo interior)

$$A = n \text{ de tubos} \times 2nR \times \text{Longitud del tubo}$$

en nuestro caso, A = 7 × 2 × 190

$$A = 26710 \text{ mm}^2 = 0,026710 \text{ m}^2$$

**DIKOIN**  
TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES

Superficie fría (exterior del tubo interior)

$$A = n \text{ de tubos} \times 2nR \times \text{Longitud del tubo}$$

en nuestro caso, A = 7 × 2 × 190

$$A = 26710 \text{ mm}^2 = 0,026710 \text{ m}^2$$

Superficie media logarítmica

$$A = \frac{\text{Sup. Fría} - \text{Sup. caliente}}{\ln \frac{\text{Sup. Fría}}{\text{Sup. caliente}}} = 20610 \text{ mm}^2 = 0,020610 \text{ m}^2$$

**4.3.1.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS CONJUNTOS**

Superficie caliente (interior del tubo interior)

$$A = n \text{ de tubos} \times 2nR \times \text{Longitud del tubo}$$

en nuestro caso, A = 2 × n × 271

$$A = 17027 \text{ mm}^2 = 0,017027 \text{ m}^2$$

Superficie fría (exterior del tubo interior)

$$A = n \text{ de tubos} \times 2nR \times \text{Longitud del tubo}$$

en nuestro caso, A = 2 × 2 × 271

$$A = 20485 \text{ mm}^2 = 0,020485 \text{ m}^2$$

Superficie media logarítmica

$$A = \frac{\text{Sup. Fría} - \text{Sup. caliente}}{\ln \frac{\text{Sup. Fría}}{\text{Sup. caliente}}} = 16470 \text{ mm}^2 = 0,016470 \text{ m}^2$$

**DIKOIN**  
TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES

**4.3.1.4. INTERCAMBIADOR DOBLE CAMERA**

Superficie fría (interior del cilindro)

$$A = \text{superficie interior cilindro} + \text{base exterior cilindro} = \pi \times R \times h + \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \times R \times \left( h + \frac{D}{4} \right)$$

en nuestro caso A =  $\pi \times 120 \left( 150 + \frac{120}{4} \right) = 73186 \text{ mm}^2$

$$A = 0,073186 \text{ m}^2$$

Superficie caliente (exterior del cilindro)

$$A = \text{superficie exterior cilindro} + \text{base exterior cilindro} = \pi \times R \times h + \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \times R \times \left( h + \frac{D}{4} \right)$$

en nuestro caso A =  $\pi \times 170 \left( 150 + \frac{170}{4} \right) = 108746 \text{ mm}^2$

$$A = 0,108746 \text{ m}^2$$

Superficie media logarítmica

$$A = \frac{\text{Sup. Fría} - \text{Sup. caliente}}{\ln \frac{\text{Sup. Fría}}{\text{Sup. caliente}}} = 89804 \text{ mm}^2 = 0,089804 \text{ m}^2$$

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.

**TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES****6. CONEXIONADO Y MANEJO DE LOS INTERCAMBIADORES.****6.1. CALIBRACIÓN DE SENSORES**

La primera vez que se utiliza un intercambiador es necesario realizar la calibración de los sensores seleccionando el intercambiador de calor sobre el que se van a realizar las medidas.

El procedimiento a seguir es el que se detalla a continuación:

1. Desconectar los sensores del equipo y dejarlos al aire, sin que entren en contacto con ningún otro elemento, hasta que las temperaturas medidas por los mismos se estabilicen. En el caso de que el equipo haya estado en funcionamiento anteriormente, secar con cuidado los sensores.

2. A continuación pulsar el botón de calibración.



3. En la ventana emergente confirmar que se va a continuar con la opción de calibración de intercambiadores de calor.



24

**TC 01.1 ALIMENTADOR DE INTERCAMBIADORES**

4. Seleccionar en el menú desplegable el tipo de intercambiador que se desea calibrar y pulsar continuar.



5. Esperar a que finalice el proceso de calibración.



6. Una vez finalizado el proceso de calibración volver a conectar los sensores en el equipo.

25

El equipo dispone de un sistema automático de calibración de sensores.



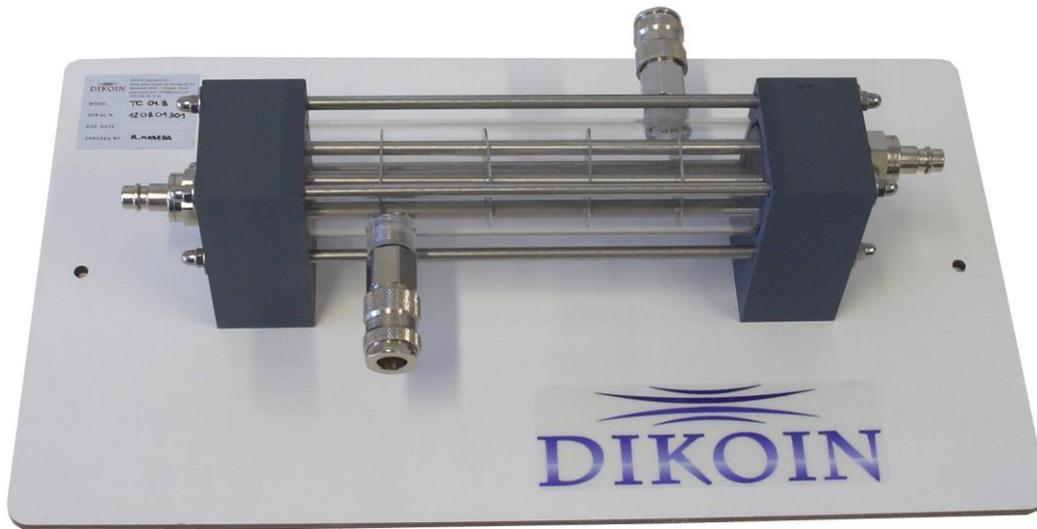
Accesorio Opcional: TC 01.2 - INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

Intercambiador diseñado para trabajar sobre (requerido): TC 01.1 UNIDAD DE SUMINISTRO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR

En el intercambiador de placas, los flujos caliente y frío pasan por lados alternados a través de los huecos que dejan las placas, produciéndose así la transferencia de calor.

La ventaja de este tipo de intercambiador de calor, es su tamaño compacto, y por tanto, son de adecuada utilización en espacios reducidos.

Las placas disponen de una geometría que provoca una turbulencia en el fluido, mejorando la transferencia de calor.



Accesorio Opcional: TC 01.3 - INTERCAMBIADOR DE CALOR POR HAZ DE TUBOS

Intercambiador diseñado para trabajar sobre (requerido): TC 01.1 UNIDAD DE SUMINISTRO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR

El intercambiador por haz de tubos es uno de los intercambiadores más utilizados en la industria.

En este intercambiador, el fluido frío pasa a través de una serie de tubos paralelos agrupados, y el fluido caliente a través de la cámara que contiene a los pequeños, produciéndose así la transferencia de calor.

La ventaja de este tipo de intercambiador de calor es, su diseño compacto y la capacidad de trabajar a mayores presiones que otros diseños.

Este intercambiador puede funcionar con flujos co-corriente, o contracorriente.



Accesorio Opcional: TC 01.4 - INTERCAMBIADOR DE CALOR EN TUBOS CONCÉNTRICOS

Intercambiador diseñado para trabajar sobre (requerido): TC 01.1 UNIDAD DE SUMINISTRO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR

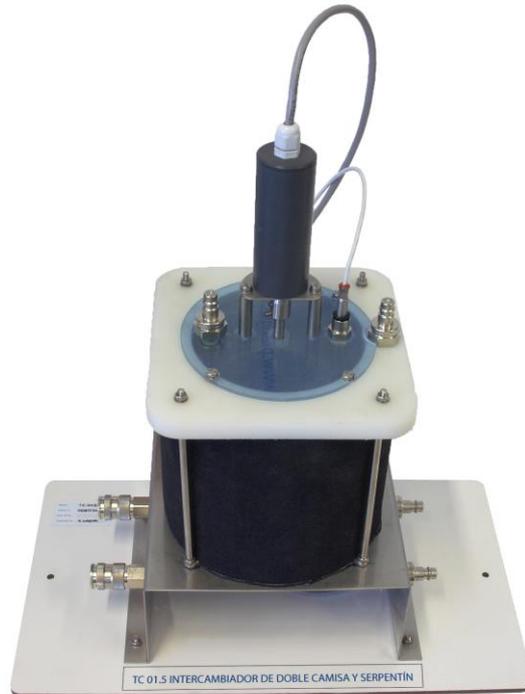
El intercambiador de calor de tubos concéntricos es el de diseño más sencillo.

Dispone de dos tubos paralelos por los que pasa el fluido frío, en cuyo interior existe otro tubo de diámetro menor por el que pasa el fluido caliente, produciéndose así la transferencia de calor.

La ventaja de este intercambiador, es su diseño sencillo.

El intercambiador está dispuesto en dos mitades, y lleva incorporados termopares en los puntos medios, de forma que se mejora considerablemente el aprendizaje en el experimento, debido a que se puede apreciar claramente la variación de la temperatura a lo largo del intercambiador.

Este intercambiador puede funcionar con flujos co-corriente, o contracorriente.



Accesorio Opcional: TC 01.5 - INTERCAMBIADOR DE CALOR DE DOBLE CAMISA Y SERPENTÍN

Intercambiador diseñado para trabajar sobre (requerido): TC 01.1 UNIDAD DE SUMINISTRO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR

Este tipo de intercambiador de calor, es habitualmente utilizado en la industria química y de procesos, cuando se requiere una temperatura muy definida del fluido.

El intercambiador puede funcionar con la camisa, o con el serpentín, y además, se puede trabajar con un caudal continuo en el vaso, o calentando una cantidad definida de líquido.

El intercambiador dispone de un termopar que mide continuamente la temperatura del fluido en el interior del vaso, además de un agitador con velocidad variable, para comprobar los efectos en el intercambio de calor.

**PRACTICAS REALIZABLES**

- Demostración de transferencia de calor.
- Comparación de diferentes tipos de intercambiadores de calor.
- Comparación de resultados con flujos co-corriente y contracorriente.
- Medición del coeficiente de transferencia, de los efectos del caudal de flujo y del diferencial de temperatura.
- Cálculo de balances de energía y eficiencia.

**DATOS TECNICOS**

- Calentador ajustable de 0 a 1,5kW desde el ordenador.
- Bomba periférica:
  - Caudal máximo: 10 l/min (5m.c.a.)
  - Potencia absorbida: 180W
- Tª máxima del agua caliente: 60°C.
- Caudal máximo de agua caliente: 5 l/min
- El equipo se suministra con un sistema electrónico e informatizado de monitorización, que incluye ordenador.

**ACCESORIOS**

- TC 01.2 INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS.
- TC 01.3 INTERCAMBIADOR DE CALOR POR HAZ DE TUBOS.
- TC 01.4 INTERCAMBIADOR DE CALOR EN TUBOS CONCENTRICOS.
- TC 01.5 INTERCAMBIADOR DE CALOR DE DOBLE CAMISA Y SERPENTIN.

**NOTA:**

Los intercambiadores de calor no están incluidos en el equipo TC 01.1. El equipo TC 01.1 necesita al menos un intercambiador para funcionar.  
(El intercambiador de placas mostrado en la imagen no está incluido con el equipo)

**REQUERIMIENTOS**

- Alimentación eléctrica 230V/50Hz
- Suministro de agua mínimo: 5 l/min
- Desagüe

**NOTA:**

El equipo está siendo renovado, y la imagen podría cambiar.