



The objective of this equipment is to study and know the operation of a concentric tube exchanger.

The principle of basic operation of any heat exchanger is the exchange of heat between two fluids, either because we want to cool or heat one of them.

Therefore, in the exchanger we always have a hot fluid that decreases its temperature along it, transmitting that heat to the cold fluid.

The equipment has a PC from which to control the entire process and record all the data.

DIKOIN
TC07.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCÉNTRICOS

3.2. FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

Una vez encendido el equipo y conectado al suministro de agua del laboratorio, debemos tener en cuenta los siguientes elementos del equipo para poder realizar los diferentes pautados:

1. Llave de paso de agua caliente: Esta válvula regula el paso del agua caliente al circuito. Mantener siempre abierta al mismo para la realización de las prácticas.




2. Válvula de regulación de agua fría: Con esta válvula regulamos el caudal de agua fría en el circuito.




DIKOIN
TC07.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCÉNTRICOS

3. Válvula de regulación de agua caliente: Con esta válvula regulamos el caudal de agua caliente en el circuito.



4. Sensores de temperatura: Los sensores de temperatura leen la temperatura de agua en los diferentes puntos bajo estudio.
5. Purgador: el circuito presenta dos purgadores que permiten eliminar el aire introducido en los tubos.
6. Botella de inyección del sulfato.




DIKOIN
TC07.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCÉNTRICOS

6. PRÁCTICAS REALIZABLES

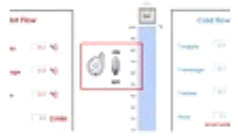
6.1. TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCÉNTRICOS: FLUIDO PARALELO

MÉTODOS

Lo primero es calibrar las válvulas de control en la posición adecuada para trabajar con flujo en paralelo. Para realizar la toma de medidas debemos, por tanto, abrir las válvulas de control 2 y 3 tal y como se muestra a continuación.



El siguiente paso a realizar, es poner en marcha la bomba mediante el programa informático.



The manual shows clearly and with a lot of images, the hole process to operate the equipment.

DIKOIN
TC07.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCÉNTRICOS

Para el caso de flujo laminar en el interior de un cilindro y flujo de calor por unidad de área a través de la pared del tubo uniforme, obtenemos la siguiente expresión para calcular el número de Biot:

$$Bi = Ra = 2300$$

$$Nu_{D_1} = 4364$$

En régimen turbulento en el interior de un cilindro utilizamos la expresión:

$$Nu = 3800 + Ra = 10^4$$

$$Nu_{D_1} = 2,023 \cdot Ra^{0,4} \cdot Pr^{0,4}$$

Una vez obtenido el número de Biot correspondiente, despejamos el coeficiente de película "h" de la ecuación:

$$Nu = \frac{h \cdot D_1}{k_f} \Rightarrow h = \frac{Nu \cdot k_f}{D_1}$$

Conociendo "h" del fluido caliente y del frío, los sustituimos en la ecuación $U_{total} = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2}}$ obteniendo el coeficiente de transmisión de calor teórico.

Para el caso de conductas no cilíndricas, utilizamos el diámetro hidráulico:

$$D_h = \frac{4 \cdot A_c}{P_{mojado}}$$

Donde:

- A_c : Área del flujo [m²]
- P_{mojado} : Perímetro mojado [m]

Para el cálculo de las propiedades del agua caliente y fría utilizaremos la temperatura media entre la de entrada y la de salida:

$$T_m = \frac{T_e + T_s}{2}$$

DIKOIN
TC07.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCÉNTRICOS

4.4. INTERCAMBIADOR DE TUBOS CONCÉNTRICOS

Utilizaremos la ecuación de **Colucci/Colucci**:

Regimen laminar $Re < 2300$

$$Bi = \frac{L}{D_1} > 60 \quad h = 1,42 \cdot \frac{k_f}{D_1} \left(Ra \cdot Pr \cdot \frac{D_1}{L} \right)^{0,4} \left(\frac{D_1}{D_{ext}} \right)^{0,2}$$

$$Bi = 2 < \frac{L}{D_1} < 70 \quad h = 1,28 \cdot \frac{k_f}{D_1} \left(Ra \cdot Pr \cdot \frac{D_1}{L} \right)^{0,4} \left(\frac{D_1}{D_{ext}} \right)^{0,2} \cdot \left(1 + \left(\frac{D_1}{L} \right)^{0,4} \right)$$

$$Bi = 20 < \frac{L}{D_1} < 60 \quad h = 1,85 \cdot \frac{k_f}{D_1} \left(Ra \cdot Pr \cdot \frac{D_1}{L} \right)^{0,4} \left(\frac{D_1}{D_{ext}} \right)^{0,2} \cdot \left(1 + 5 \cdot \left(\frac{D_1}{L} \right)^{0,4} \right)$$

Regimen turbulento

$$h = 0,027 \cdot \frac{k_f}{D_1} \cdot Ra^{0,4} \cdot Pr^{0,4}$$

h_{ext} (coeficiente) h_{int} (coeficiente)

Donde:

- h : Coeficiente térmico del fluido $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$
- D_1 : Diámetro interior [m]
- D_2 : Diámetro exterior [m]
- L : Longitud [m]
- μ : Viscosidad del fluido (Pa · s)
- k_{ext} : Viscosidad fluido a la temperatura de la pared. (Pa · s)
- Re : número de Reynolds

Número de Reynolds tubo exterior

$$Re_{ext} = \frac{4 \cdot Q_{m,caliente}}{\pi \cdot D_{ext} \cdot \mu}$$

The instruction manual explains and shows all the theoretical foundations, as well as all the mathematic expressions used during the experimentation.

DIKOIN
TC 07.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCENTRICOS

8.1.2.- LECTURAS PREVISTOS FLUIDO EN PARALELO

- LECTURAS

LECTURA Nº	1	2	3	4	5
TEMPERATURA AGUA FRÍA EXTERIOR	1,1	4,8	2,6	2	2
TEMPERATURA AGUA FRÍA INTERIOR	21,8	29,8	28,7	20,8	21,8
DEBIDA	-417,7	-406,5	-458,7	-718,5	-1075,7
TEMPERATURA AGUA FRÍA SALIENTE	18,8	18,8	18,7	18,7	18
TEMPERATURA AGUA FRÍA INTERIOR	21,5	20,8	21,7	21,8	16,4
TEMPERATURA AGUA CALIENTE EXTERIOR	3,2	2,8	2,8	2,2	3,3
TEMPERATURA AGUA CALIENTE INTERIOR	30,2	29,8	31,4	34,1	33,8
DEBIDA	166,6	183,8	181,8	484	1191,8
TEMPERATURA AGUA CALIENTE SALIENTE	31,4	31,6	34	37,8	39,4
TEMPERATURA AGUA CALIENTE INTERIOR	29,8	28,8	30,4	33	35,1

22

DIKOIN
TC 07.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN TUBOS CONCENTRICOS

8.1.3.- PROPIEDADES FLUIDO CALIENTE A TEMPERATURA MEDIA

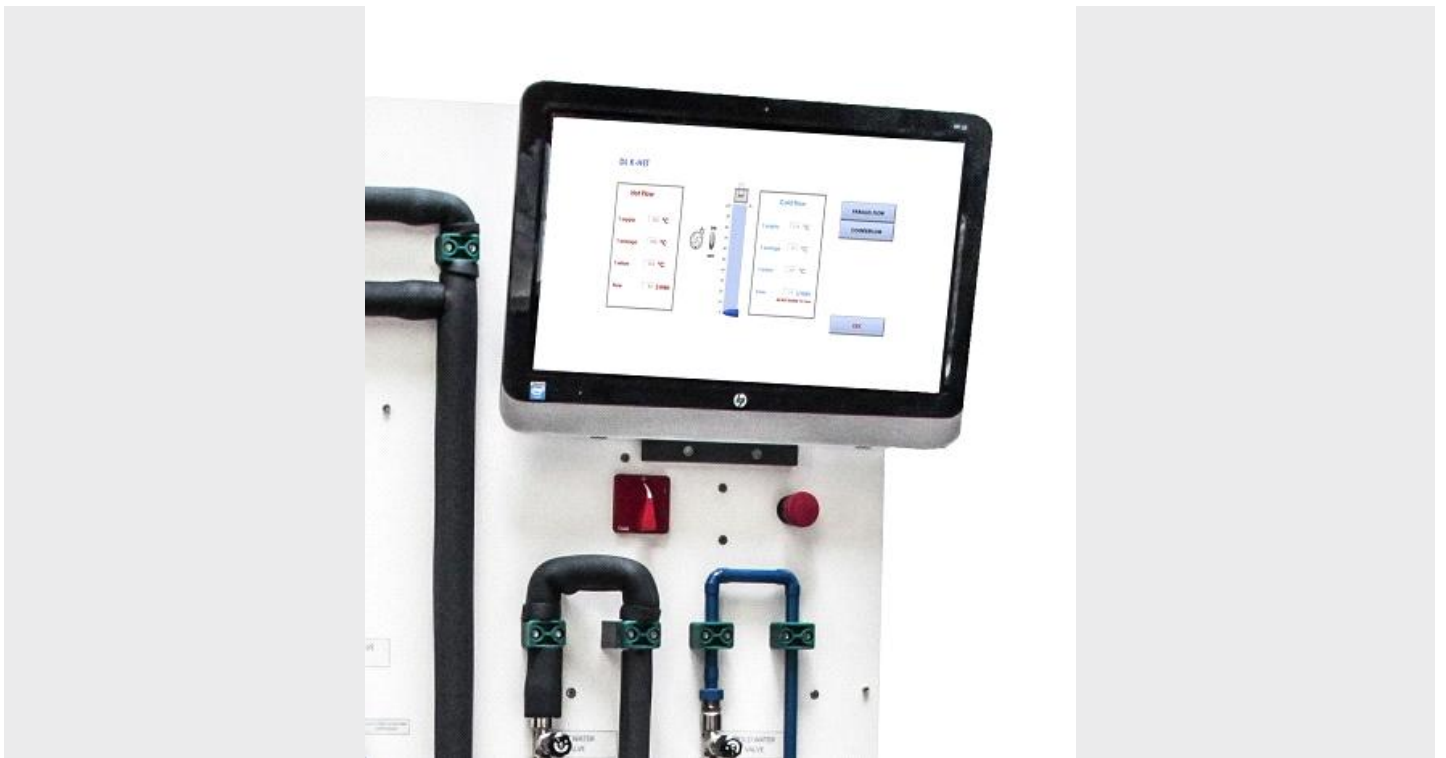
LECTURA Nº	1	2	3	4	5
TEMPERATURA MEDIA AGUA CALIENTE	30,6	30,7	32,2	31,3	32,9
DEBIDA EXPANSION AGUA CALIENTE	417,1	417,7	427,7	427,7	427,8
DEBIDA AGUA CALIENTE	381,2	381,1	394,6	381,7	392,9
DEBIDA AGUA CALIENTE	0,778	0,778	0,781	0,711	0,880
CONDUCTIVIDAD TERMICA AGUA CALIENTE	0,582	0,582	0,581	0,609	0,621

8.1.4.- PROPIEDADES FLUIDO FRIO A TEMPERATURA MEDIA

LECTURA Nº	1	2	3	4	5
TEMPERATURA MEDIA AGUA FRÍA	21	29,8	20,2	21,8	22,7
DEBIDA EXPANSION AGUA FRÍA	418,1	428,2	418,1	428,1	427,9
DEBIDA AGUA FRÍA	397,8	398,1	398,1	397,8	397,4
DEBIDA AGUA FRÍA	0,978	1,011	0,989	0,970	0,912
CONDUCTIVIDAD TERMICA AGUA FRÍA	0,585	0,600	0,594	0,581	0,571

23

With the instructions manual, it is delivered a completely solved one, with the data that has to be taken from the equipment during the experiments. This way, the teacher can compare easily if students are doing correctle the different experiments.



The equipment includes a PC with software to manage the equipment. In it, all the control points of the equipment are shown, and the data adquisition is permitted in manual or automatic mode.

TC 07.1 - TUBULAR HEAT EXCHANGER TRAINER

LEARNING OBJECTIVES

- Determination of the heat loss that occurs towards the outside.
- Calculation of the Logarithmic Mean Temperature Difference.
- Determination of the overall coefficient of experimental heat transmission.
- Determination of the theoretical global heat transfer coefficient.
- Calculation of effectiveness.

TECHNICAL DATA

Dimensions: 1180 x 1210 x 1850 mm
Pump power: 55 W
Max flow: 300 L / h
Max pressure: 4,5 m wc
Power of the heater: 3000 W
Thermostat: 30 90 °C
Hot water tank: 20.5 litre

Hot water circuit:

Outer diameter: 15 mm.
Inner diameter: 12,4 mm.
Heat exchange length: 2 x 740mm

Cold water circuit:

Outer diameter: 22 mm.
Inner diameter: 20 mm.
Heat exchange length: 2 x 740mm

REQUIREMENTS

- Electrical connection 230V/50Hz
- Water input minimum of: 5 l/min
- Waste water connection