



**TRANSFERENCIA DE CALOR II (TF 2252)**  
**Ejercicios para el tercer parcial**  
**Prof. Dosinda González**

**PROBLEMA 1:** Aire a 25 °C y presión atmosférica se acerca a 5 m/s a un banco de tubos de 10 mm de diámetro externo dispuestos en arreglo cuadrado  $S_T = S_L = 15$  mm. El banco posee 14 filas de tubos en la dirección del flujo ( $N_L = 14$ ) y cada fila tiene 14 tubos ( $N_T = 14$ ). Cada tubo es de 1 m de largo y la temperatura de la pared se mantiene constante a  $T_s = 100$  °C. Si las paredes laterales del ducto de aire se encuentran aisladas, complete la siguiente tabla:

|  |  |
|--|--|
| Coeficiente convectivo para el aire:                 |  |
| v máxima (m/s)                                       |  |
| Nu   |  |
| h (W/m <sup>2</sup> K)                               |  |
| Area total de intercambio de calor (m <sup>2</sup> ) |  |
| T de salida del aire (°C)                            |  |
| LMTD (°C)  |  |
| Calor intercambiado, Q (W)                           |  |
| Caída de presión que experimenta el aire, (Pa)       |  |

**PROBLEMA 2:** Para un intercambiador de calor de tubo y coraza 1-2, complete la siguiente información, usando normas TEMA:

|   |  |
|---|--|
| Pasos coraza  |  |
| Arreglo   | Triangular 15/16 pitch                         |
| Area de flujo por la coraza (in <sup>2</sup> )          |  |
| Area total de transferencia de calor (ft <sup>2</sup> ) |  |
| Diámetro de la coraza (in)                              | 15 ¼   |
| Deflectores   | Segmentados 25% de corte, espaciados B = 12 in |
| Cabezal   | Flotante                                       |
| Pasos de tubos  |  |
| Diámetro de los tubos (in)                              | ¾ in BWG 18                                    |
| Area de flujo por los tubos (in <sup>2</sup> )          |  |
| Diámetro equivalente de la coraza (in)                  |  |
| Longitud del intercambiador (ft)                        | 16   |
| Diámetro interno de los tubos (in)                      |  |
| Número total de tubos)                                  |  |

**PROBLEMA 3:** Se calienta glicerina en un intercambiador de tubo y coraza 1-2, desde 30 hasta 50 °C. Para ello, se condensa agua a 1 atm de presión absoluta en la carcasa del equipo. Estime la verdadera diferencia de temperaturas:

$$T_{\text{real}} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C} \square$$

Calcule la verdadera diferencia de temperaturas para un intercambiador de flujo cruzado, un fluido sin mezclar, para las siguientes condiciones:

$$T_{\text{e externo}} = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{s externo}} = 250 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{e tubos}} = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{s tubos}} = 300 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{real}} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C} \square$$

**PROBLEMA 4:** En un intercambiador de calor de doble tubo 4\*3 IPS, catálogo 40, formado por varios tubos en serie, se quieren enfriar 4 kg/s de glicerina (ánulo) de 50 a 30 °C, con 11 kg/s de agua (fluido interno) a 25 °C. Para las condiciones especificadas, complete la siguiente tabla:

|   |   |
|---|---|
| Longitud de un tubo = 5 m                                   | $U_i = 200 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$       |
| Area de flujo interna ( $\text{m}^2$ ) =                    | Area de flujo externa (ánulo) ( $\text{m}^2$ ) =        |
| LMTD contracorriente ( $^\circ\text{C}$ ) =                 | LMTD cocorriente ( $^\circ\text{C}$ ) =                 |
| A transf. calor en contracorriente i ( $\text{m}^2$ ) =     | A transf. calor en cocorriente i ( $\text{m}^2$ ) =     |
| Eficiencia en contracorriente (%) =                         | Eficiencia en cocorriente (%) =                         |
| T salida del agua en contracorriente ( $^\circ\text{C}$ ) = | T salida del agua en cocorriente ( $^\circ\text{C}$ ) = |

**PROBLEMA 5:** 175.000 lb/h de agua destilada entran a un intercambiador a 93 °F y salen a 85 °F. El calor debe ser transferido a 280.000 lb/h de agua cruda proveniente de una fuente de suministro a 75 °F. Se dispone para este servicio de un intercambiador cuyas características se describieron en la tabla del problema anterior. ¿Es posible utilizar este equipo?

**PROBLEMA 6:** Para enfriar 8 kg/s de nitrobenceno a 400 K mediante calentamiento de una corriente de 10 kg/s de benceno a 305 K, se dispone de un intercambiador de calor de carcasa y tubos 1-1 formado por una carcasa de 0,44 m de diámetro interior equipado con 166 tubos de 19 mm de diámetro exterior por 15 mm de diámetro interior y 5 m de longitud. Los tubos están en disposición cuadrada con una distancia entre sus centros de 25 mm y placas deflectoras 25% de corte separadas 150 mm entre sí. El benceno pasa a través de los tubos.

Suponiendo que ninguno de los fluidos cambia de fase, determine:

- La temperatura de salida de ambos fluidos en el instante en que comienza a operar el equipo.
- Después de varios meses de operación, se registró en el equipo la siguiente temperatura de salida para el nitrobenceno:  $T_{ho} = 370 \text{ K}$ .

En ese mismo instante se decide incrementar el flujo másico de nitrobenceno en 50%. ¿Es posible alcanzar con este mismo equipo una temperatura de salida de  $T_{ho} = 360 \text{ K}$  como mínimo?. Justifique su respuesta.

- En caso de que su respuesta en el apartado anterior (b) sea negativa ¿qué alternativas sugeriría usted para lograr la temperatura de salida deseada?

Trabaje con las siguientes propiedades promedio para los fluidos:

| Propiedad      | Benceno | Nitrobenceno |
|----------------|---------|--------------|
| $C_p$ (J/kg.K) | 1.780   | 2.380        |
| $k$ (W/m.K)    | 0,16    | 0,15         |
| $\mu$ (mPa.s)  | 0,50    | 0,70         |

**PROBLEMA 7:** Un intercambiador de calor de tubos concéntricos (Tubo interno de 50 mm y tubo externo de 70 mm) de 20 m de longitud se pretende utilizar para calentar 1 kg/s de agua desionizada de 40 a 60 °C. El calor será suministrado por la condensación de vapor de agua saturado a 1 atm que se hará fluir a través del tubo interno.

Las propiedades termofísicas del agua desionizada pueden tomarse como las del agua pura.

Si la calidad del vapor a la salida del equipo no debe ser menor a 70% ¿es posible emplear este equipo para calentar el agua?.

**PROBLEMA 8:** Un intercambiador de calor de doble tubo 3\*2 IPS, catálogo 40, acero comercial, de longitud 6 m por tubo, 40 tubos en total, se escogió para enfriar 0,80 kg/s de un fluido A a 120 °C utilizando 1,0 kg/s de un fluido B a 20 °C. Suponiendo un intercambiador limpio, calcule la temperatura más baja a la que puede salir el fluido A.

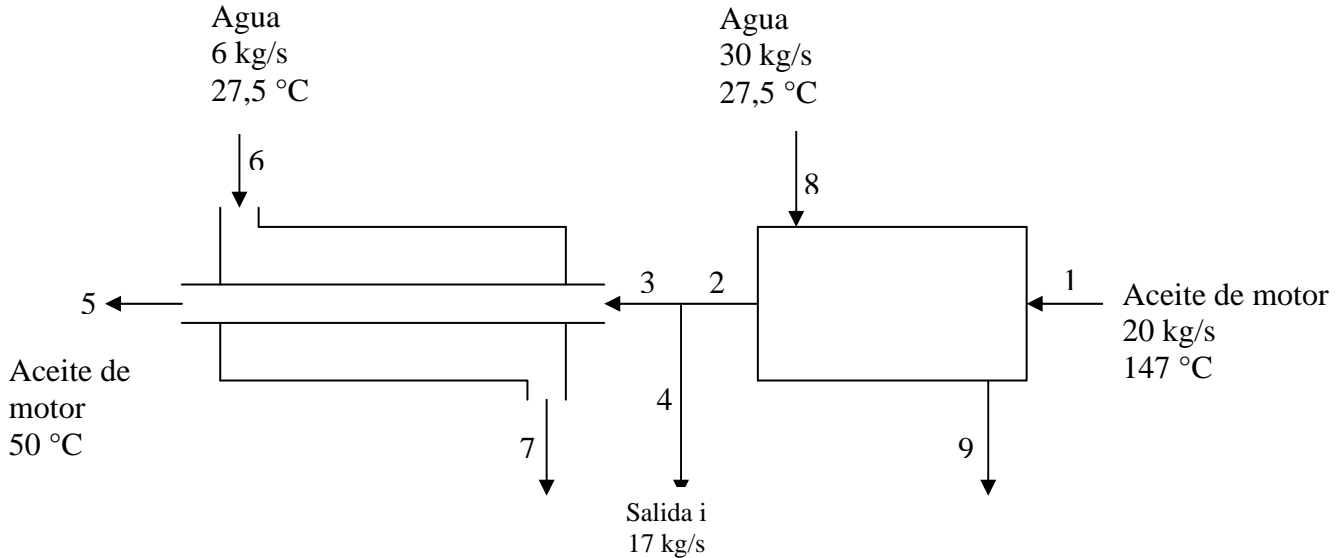
|                 | M (kg/s) | $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> ) | $\mu$ (Pa.s) | $C_p$ (J/kg.K) | $k$ (W/m.K) | $T_{\text{entrada}}$ °C |
|-----------------|----------|-----------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------------------|
| <b>Fluido A</b> | 0,80     | 800                         | 0,020        | 2000           | 0,120       | 120                     |
| <b>Fluido B</b> | 1,00     | 950                         | 0,0012       | 4000           | 0,680       | 20                      |

**PROBLEMA 9:** Calor de desecho del gas de escape de un horno industrial se recupera al montar un banco de tubos sin aletas en la chimenea del mismo. Agua líquida a un flujo de 0,025 kg/s pasa por dentro de los tubos, mientras que 2,25 kg/s del gas de escape, con una velocidad de 5 m/s, se mueve en flujo cruzado sobre los tubos.

El banco de tubos consiste en un arreglo cuadrado de 100 tubos de paredes delgadas (10 x 10) cada uno de 25 mm de diámetro y 4 m de longitud. Los tubos están alineados con un espacio transversal de 50 mm. Las temperaturas de entrada del agua y del gas de escape son 300 y 800 K, respectivamente. Suponga que las propiedades del gas pueden aproximarse a las del aire a presión atmosférica.

- ¿Cuál es el coeficiente global de transferencia de calor?.
- ¿Cuáles son las temperaturas de salida de ambos fluidos?.

**PROBLEMA 10:** Para enfriar aceite de motor sin usar desde  $147\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  se usa agua de río a  $27,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y dos intercambiadores conectados en serie (un tubo y coraza seguido de un doble tubo), como se muestra en la figura. Calcule la temperatura en la salida intermedia (i) y el número de tubos en serie requeridos en el intercambiador de doble tubo.



Intercambiador de doble tubo de acero comercial:  $3 \times 2$  IPS,  $L=20$  ft.

DN 3 in cat. 40  $\Rightarrow De=8,89$  cm y  $Di=7,793$

DN 2 in cat. 40  $\Rightarrow De=6,033$  cm y  $Di=5,250$  cm

Intercambiador de tubos (aceite) y carcaza (agua) tipo 1-4

Tubos: de  $=1$  in, BWG 14, arreglo cuadrado. *Pitch* 1,25 in

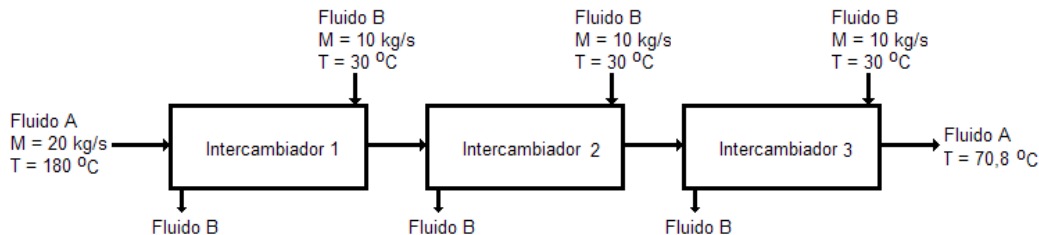
Diámetro interno carcaza = 25 in

Espaciamento entre deflectores = 7 in. *Baffles* segmentados 25%

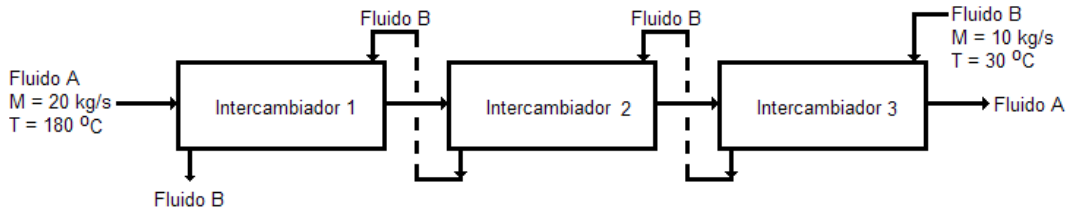
Longitud tubos = 20 ft

Tipo de cabezal: flotante

**PROBLEMA 11:** Un fluido A, se enfría en tres intercambiadores de calor idénticos colocados en serie del tipo tubo-coraza 1-1, de 6 m de longitud cada uno. El fluido A circula por los tubos y entra al intercambiador 1 a  $20\text{ kg/s}$  y  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  y sale del intercambiador 3 a  $70,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El fluido B circula por las corazas de los equipos, en contracorriente con A, y se alimenta fresco a cada intercambiador a razón de  $10\text{ kg/s}$  y  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tal como se muestra en figura.



Por razones de costo, se debe reducir el caudal del fluido B por lo que se propone alimentarlo fresco al intercambiador 3 a razón de  $10\text{ kg/s}$  y  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en contracorriente con A, y pasarlo en serie a través de los equipos, tal como se muestra a continuación. Determine con este cambio la nueva temperatura del fluido A a la salida del intercambiador 3 y el porcentaje de cambio en el calor total transferido.



Suponga que las propiedades no cambian apreciablemente al cambiar la temperatura y que:  $C_p$  del fluido A =  $2500\text{ J/kg K}$  y  $C_p$  fluido B =  $2000\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ .