

**DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE DOBLE
TUBO Y SISTEMAS SERIE PARALELO POR MEDIO DEL
COMPUTADOR**

*Carlos Bracho, Jorge Villabona
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería Química
Mérida - Venezuela*

RESUMEN

En éste artículo se presenta el diagrama de flujo resumido, del Programa utilizado para el diseño de intercambiadores de doble tubo y de los sistemas de intercambiadores de calor serie paralelo. Se resuelven problemas presentados como ejemplos en libros de transferencia de calor y se analizan los resultados obtenidos con el programa.

INTRODUCCION

Los intercambiadores de calor son equipos indispensables en cualquier industria química, para llevar a cabo las transferencias de calor requeridas en un determinado proceso.

El diseño de éstos equipos no es una cuestión complicada, pero si demasiado laboriosa cuando los cálculos se efectúan sin ayuda del computador.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema de diseño de un intercambiador de calor se presenta de la siguiente manera:

Se tiene una corriente caliente de W (lib/hora) a una temperatura T_1 . Dicha corriente se quiere enfriar a una temperatura T_2 mediante W (lib/hora) de una corriente fría que está a una temperatura t_1 .

El diseño del intercambiador consistirá en calcular el área de transferencia de calor del equipo y especificar las dimensiones de las tuberías empleadas en la construcción del mismo. Así mismo, se deberá especificar si es necesario hacer un solo intercambiador de calor, o un sistema serie-paralelo.

SOLUCION AL PROBLEMA PLANTEADO

En la elaboración del programa de computación que realiza los cálculos para el diseño de intercambiadores de calor de doble tubo y de los sistemas serie-paralelo, se utiliza el método clásico para cálculo de dichos equipos.

METODO

- 1.--- Cálculo del área de flujo mediante previa escogencia de los diámetros de los tubos a utilizar en la construcción del equipo.

- 2.- Conocida el área de flujo, se determina la velocidad máxima por unidad de área.
- 3.- Se halla la temperatura calórica tanto del fluido caliente como la del fluido frío y se determinan a esas temperaturas, la viscosidad, el calor específico, la densidad, y la conductividad térmica de ambos fluidos.

Como para todas estas propiedades existen tablas de datos o gráficos que no son manipulables fácilmente a la hora de programar, se hallan las ecuaciones de éstos datos y de los gráficos, mediante una subrutina de mínimos cuadrados.

- 4.- Se halla el coeficiente de Transferencia de calor de cada uno de los fluidos. Conocidos estos coeficientes H_{i0} y H_{o0} se procede a calcular el coeficiente total de transferencia de calor U_c
- 5.- Se calcula el coeficiente de diseño $U_D = \frac{1}{\frac{1}{U_c} + R_d}$

$$U_D = \frac{1}{\frac{1}{U_c} + R_d}$$

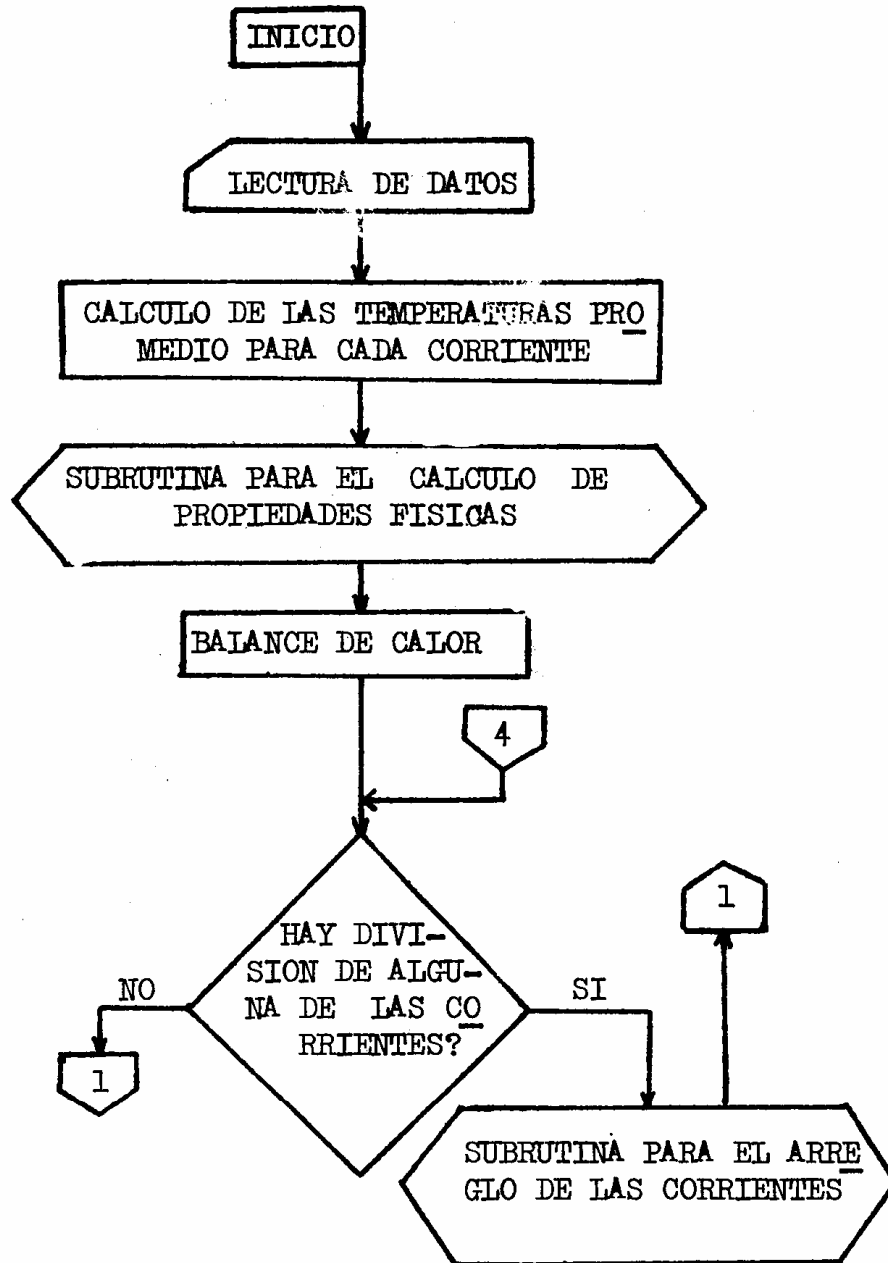
dónde R_d = factor de obstrucción

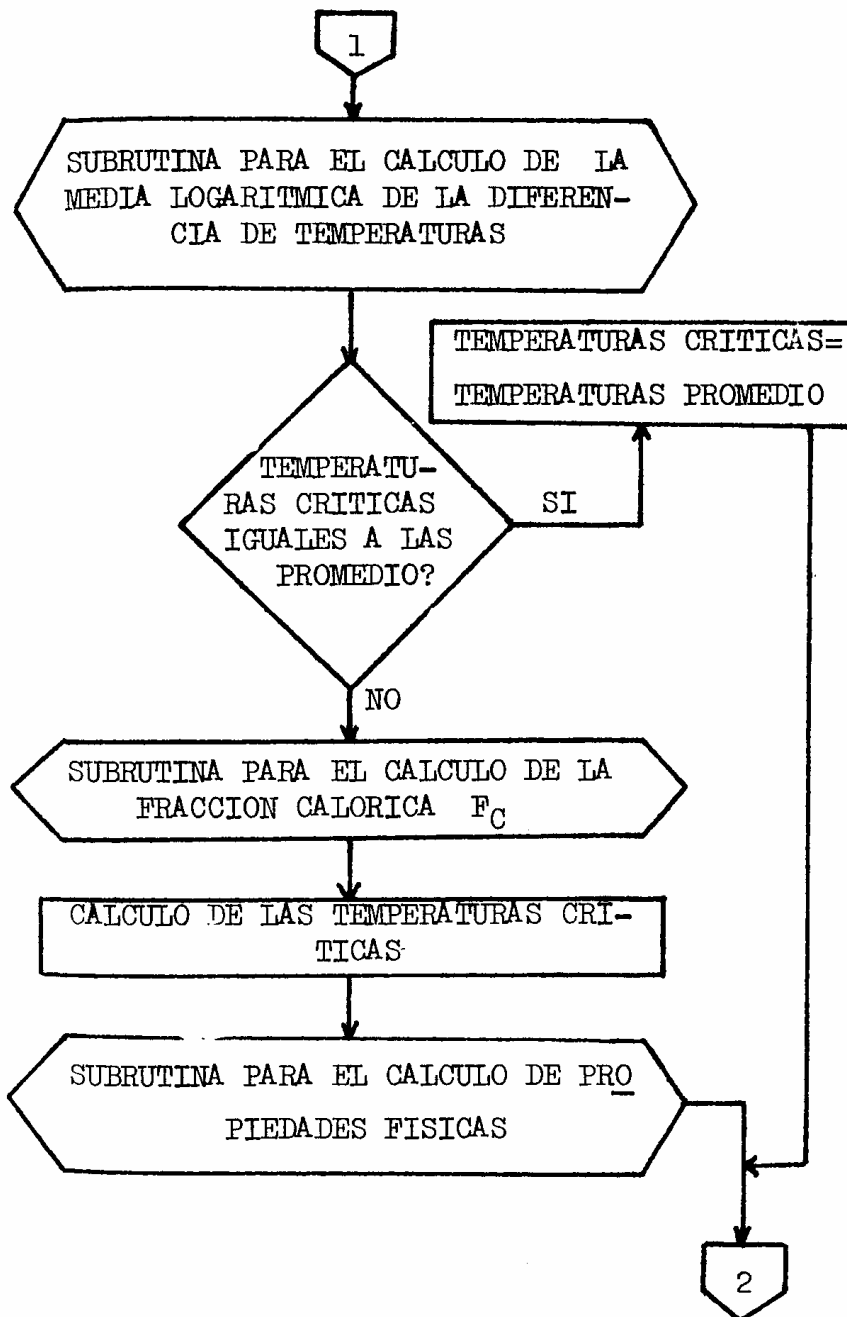
- 6.- Se halla el área de transferencia de calor

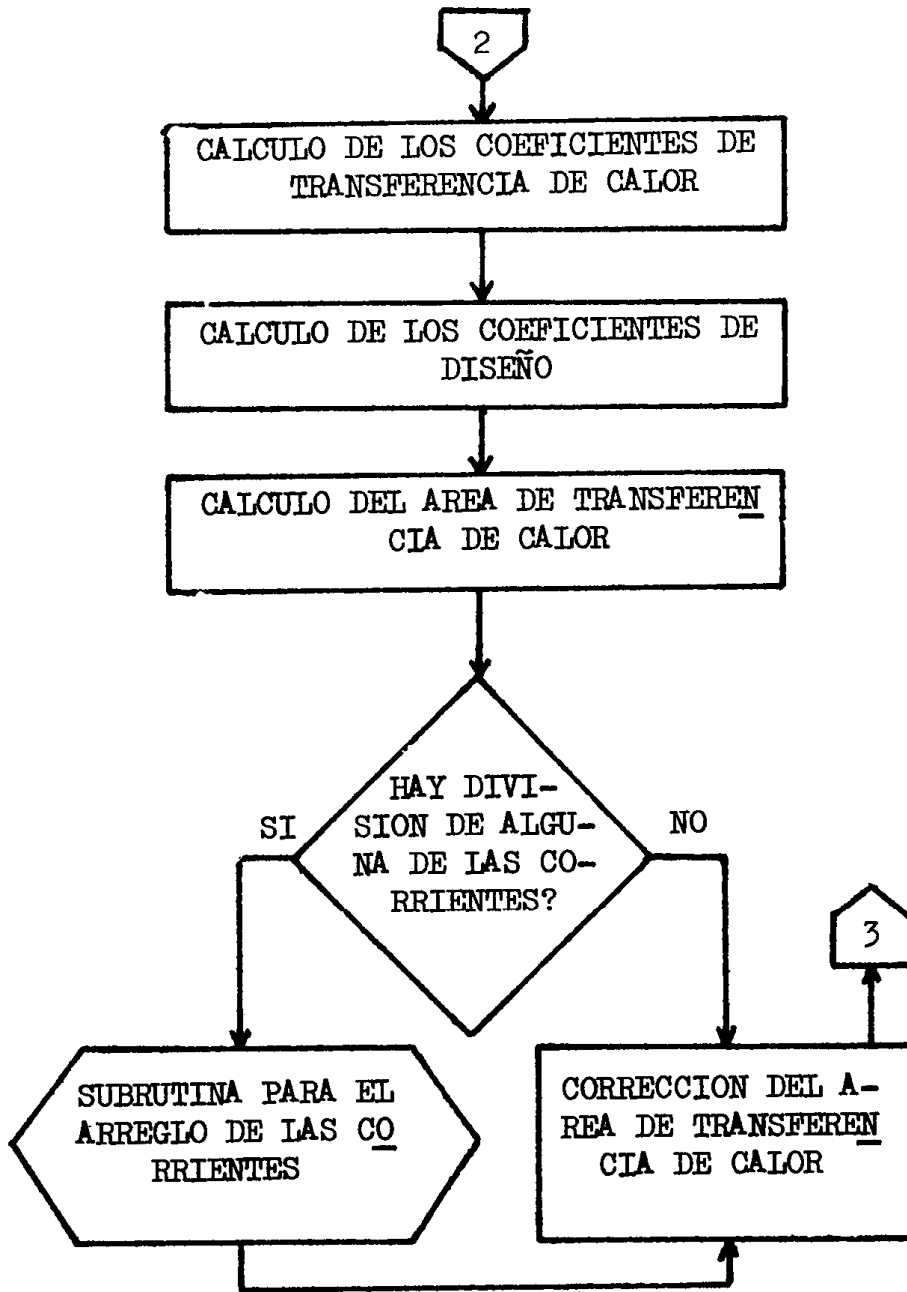
$$A = \frac{Q}{U_D \Delta t}$$

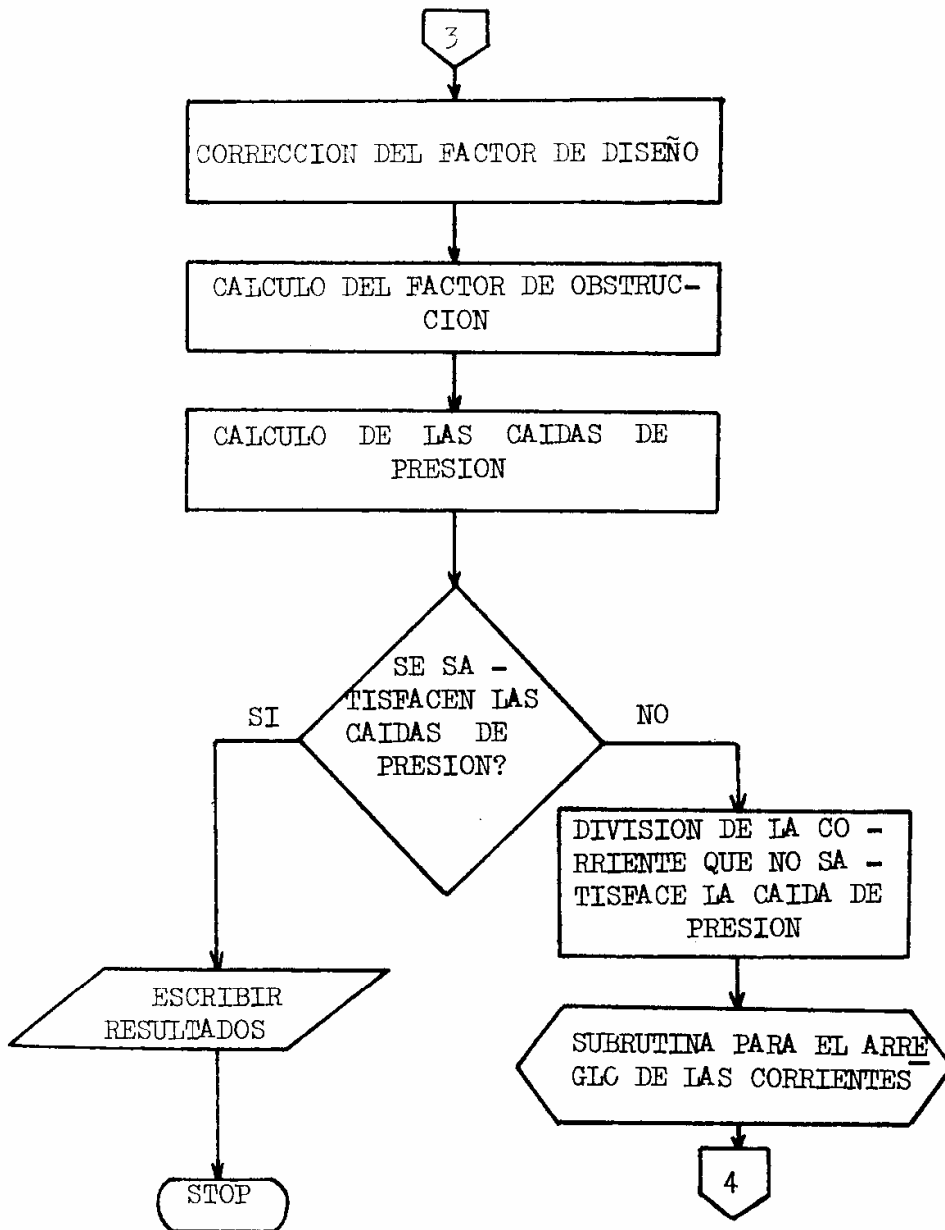
- 7.- Cálculo de la caída de presión tanto en el ánulo como en el tubo interior y comparación de estos valores con los valores permisibles.

A continuación se presenta el diagrama del flujo del programa y los resultados obtenidos en la solución de dos problemas.









DATOS Y RESULTADOS DEL PRIMER PROBLEMA

WC = 0.633000E 04 WF = 0.982000 E 04 TC1 = 0.160000 E 03 TC2 = 0.100000 E 03
 TF1 = 0.800000 E 02 TF2 = 0.120000 E 03 D1 = 0.138000 E 01 D2 = 0.166000 E 01
 D3 = 0.206800 E 01 CLT = 0.200000 E 02
 RD = 0.200000 E-02 PPA = 0.100000 E 02
 FC = 0.0 PPT = 0.100000 E 02 GRAVC = 0.870000 E 00 GRAVF = 0.8000

TEMPERATURA PROMEDIO DEL FLUIDO CALIENTE = 0.13000 E 03
 TEMPERATURA PROMEDIO DEL FLUIDO FRIO = 0.100000 E 03

CALOR EN BTU/HORA = 0.167214 E 06

TEMPERATURA CRITICA DEL FLUIDO CALIENTE = 0.130000 E 03
 TEMPERATURA CRITICA DEL FLUIDO FRIO = 0.100000 E 03
 CALOR ESPECIFICO DEL FLUIDO CALIENTE = 0.440270 E 00
 CALOR ESPECIFICO DEL FLUIDO FRIO = 0.122960 E 00
 CONDUCTIVIDAD DEL FLUIDO CALIENTE = 0.849103 E-01
 CONDUCTIVIDAD DEL FLUIDO FRIO = 0.907009 E-01
 VISCOSIDAD DEL FLUIDO CALIENTE = 0.110283 E 01
 VISCOSIDAD DEL FLUIDO FRIO = 0.128190 E 01

RESULTADOS PARA EL INTERCAMBIADOR PROPUESTO

TC1 = 0.160000 E 03 TF2 = 0.120000 E 03 DEL TT2 = 0.400000 E 02
 TC2 = 0.100000 E 03 TF1 = 0.800000 E 02 DELTT1 = 0.200000 E 02
 MLDT = 0.288539 E 02 UC = 0.149027 E 03 UD = 0.111125 E 03
 AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR = 0.521505 E 02
 FACTOR DE OBSTRUCCION = 0.228873 E-02 PERMITIDO = 0.200000 E-02
 CAIDA DE PRESION EN EL TUBO = 0.323834 E 01 PRESION PERMITIDA = 0.100000 E 02
 CAIDA DE PRESION EN EL ANULO = 0.949763 E 01 PRESION PERMITIDA = 0.100000 E 02
 HI0 = 0.279230 E 03 HO = 0.319602 E 03

SE NECESITAN 3 HORQUILLAS EN SERIE - SERIE

LA CORRIENTE FRIA IRA POR LCS TUBOS

DATOS Y RESULTADOS DEL SEGUNDO PROBLEMA

WC = 0.690000 E 04 WF = 0.725000 E 05 TC1 = 0.450000 E 03 TC2 = 0.350000 E 03
 TF1 = 0.300000 E 03 TF2 = 0.310000 E 03 D1 = 0.206700 E 01 D2 = 0.238000 E 01
 D3 = 0.306800 E 01 CLT = 0.200000 E 02
 RD = 0.600000 E-02 PPA = 0.100000 E 02
 FC = 0.395000 E 00 PPT = 0.100000 E 02 GRAVC = 0.775000 E 00 GRAVF = 0.750000 E 00

TEMPERATURA PROMEDIO DEL FLUIDO CALIENTE = 0.400000 E 03
 TEMPERATURA PROMEDIO DEL FLUIDO FRIO = 0.305000 E 03

CALOR EN BTU/HORA = 0.426903 E 06

TEMPERATURA CRITICA, FLUIDO CALIENTE = 0.389500 E 03
 TEMPERATURA CRITICA DEL FLUIDO FRIO = 0.303950 E 03
 TEMPERATURA CRITICA DEL FLUIDO CALIENTE = 0.389500 E 03
 TEMPERATURA CRITICA DEL FLUIDO FRIO = 0.30395 E 03
 CALOR ESPECIFICO DEL FLUIDO CALIENTE = 0.613061 E 00
 CALOR ESPECIFICO DEL FLUIDO FRIO = 0.584085 E 00
 CONDUCTIVIDAD DEL FLUIDO CALIENTE = 0.673414 E-01
 CONDUCTIVIDAD DEL FLUIDO FRIO = 0.725051 E-01
 VISCOSIDAD DEL FLUIDO CALIENTE = 0.763965 E 01
 VISCOSIDAD DEL FLUIDO FRIO = 0.197552 E 01

ARREGLO SERIE - PARALELO

RESULTADOS PARA EL INTERCAMBIADOR PROPUESTO

TC1 = 0.450000 E 03 TF2 = 0.310000 E 03 DELTT2 = 0.140000 E 03
 TC2 = 0.350000 E 03 TF1 = 0.300000 E 03 DELTT1 = 0.500000 E 02
 MLDT = 0.867703 E 02 UC = 0.485734 E 02 UD = 0.329003 E 02
 AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR = 0.149540 E 03
 FACTOR DE OBSTRUCCION = 0.980743 E-02 PERMITIDO = 0.600000 E-02
 CAIDA DE PRESION EN EL TUBO = 0.638736 E 01 PRESION PERMITIDA = 0.100000 E 02
 CAIDA DE PRESION EN EL ANULO = 0.447440 E 01 PRESION PERMITIDA = 0.100000 E 02
 HI0 = 0.313420 E 03 HO = 0.574819 E 02
 SE NECESITAN 6 HORQUILLAS EN 2 BANCOS DE 3 INTERCAMBIADORES EN SERIE-PARALELO
 LA CORRIENTE FRIA IRA POR LOS TUBOS

BIBLIOGRAFIA

Brown Granger George "*Operaciones Básicas de la Ingeniería Química*" Editorial Marín, S.A., Barcelona 1955.

Foust S.A. y Wenzel A.L. "*Principios de Operaciones Unitarias*" Compañía Editorial Continental. S.A., México 1972.

Kern, Q. Donald y Kraus. D. Allan "*Extended surface Heat Transfer*" Mc Graw Hill Book Company.

Kern. Q. Donald "*Process Heat Transfer*" Mc Graw Hill Book Company.