

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**ELABORACIÓN DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE
INTERCAMBIADORES DE CALOR**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

Bach. JUAN CARLOS TERRES LEÓN


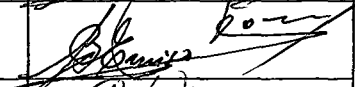
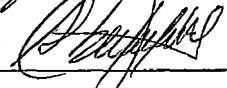
AYACUCHO – PERÚ

2014

Q 475
Ter

ACTA DE CONFORMIDAD

Los que suscriben, miembros del Jurado designados para el Acto Publico de Sustentación de la TESIS titulada: "ELABORACION DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR", presentado por el bachiller Juan Carlos TERRES LEON, dicho acto se realizó el 04 de abril de 2014, en mérito a la resolución decanal N° 022-2014-FIQM-D, damos nuestra conformidad al trabajo corregido, aceptando su publicación final de la mencionada tesis y declaramos APTO al recurrente, para que inicie las gestiones administrativas conducentes a la expedición y entrega del TITULO PROFESIONAL de INGENIERO QUIMICO.

MIEMBROS DEL JURADO	N° DNI	FIRMA
Ing. Alfredo ARIAS JARA	28259736	
Ing. Bernardo ENCISO LÓPEZ	28206870	
Ing. Abel G. GUTIERREZ CUBA	28300362	

Ayacucho, 30 de julio de 2014

A la confianza y apoyo de mi familia.

AGRADECIMIENTO

A la ingeniera Tarcila **ALCARRAZ ALFARO**, asesora y guía del presente trabajo de investigación, por su invaluable apoyo, colaboración y consejo.

A la plana docente de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Química por sus enseñanzas en áreas de mi formación profesional.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	III
INDICE	IV
RESUMEN	IX
INTRODUCCION	X
NOMENCLATURA	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABLAS	XIII
ANTECEDENTES	XIV
OBJETIVOS	XV
JUSTIFICACION	XVI

CAPITULO 1: REVISION BIBLIOGRAFICA..... 1

1.1. Intercambiador de Calor.....	1
1.1.1. Intercambiadores de Doble Tubo.....	2
A) Nomenclatura de Componentes.....	3
B) Tubos.....	4
B.1) Dimensiones.....	4
B.2) Arreglo.....	4
1.1.2. Intercambiadores de Carcasa y Tubos.....	4
A) Nomenclatura de Componentes.....	5
B) Tubos.....	6
B.1) Dimensiones.....	6
B.2) Arreglo.....	6
B.3) Paso.....	7
B.4) Placa, Cabezal o Espejo.....	8
a) Placa de Cabezal Fijo.....	8
b) Placa de Cabezal Flotante.....	8
c) Placa de Tubos en U.....	9
B.5) Pantallas en los Cabezales.....	10
C) Carcasa.....	11
C.1) Diámetro.....	11
C.2) Espesor.....	11
C.3) Paso.....	11
C.4) Deflectores.....	12
D) Designación de Carcasa y Tubos.....	12
1.1.3. Intercambiadores de Placas.....	13
A) Nomenclatura de Componentes.....	14
B) Bastidor.....	15
C) Placas.....	15
D) Paso.....	16
E) Distribución de Flujo.....	16
E.1) Flujo en Serie.....	16
E.2) Flujo en Paralelo.....	16
a) Disposición en Z.....	16
b) Disposición en U.....	17
1.2. Especificaciones de Proceso de un Intercambiador.....	17
1.2.1. Especificaciones sobre la Performance Térmica.....	17

1.2.2.	Especificaciones sobre la Pérdida de Carga de las Corrientes	18
1.2.3.	Coefficientes de Ensuciamiento	19
1.2.4.	Limitaciones Geográficas	19
1.3.	Visual Basic6.0	20
1.3.1.	Objetos o Controles	20
	A) CommandButton.....	20
	B) OptionButton.....	20
	C) Label.....	21
	D) TextBox.....	21
	E) ComboBox.....	21
	F) Frame.....	21
	G) PictureBox.....	21
	H) Data.....	21
	I) Adodc.....	22
	J) MSFlexGrid.....	22
	K) DBGrid.....	22
	L) DataGrid.....	22
	M) DataReport.....	22
1.3.2.	Propiedades	22
1.3.3.	Procedimientos	22
1.3.4.	Eventos.....	23
1.3.5.	Métodos.....	23
1.3.6.	Funciones	23
1.3.7.	Variables	23
1.3.8.	Módulos	24
	A) Módulos de Formulario.....	24
	B) Módulos Estándar	24

CAPITULO 2: PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR..... 25

2.1.	Procedimiento de Diseño para Intercambiadores de Doble Tubo	25
2.1.1.	Condiciones de Proceso	25
2.1.2.	Especificar las Propiedades Físicas de los Fluidos.....	25
2.1.3.	Características de los Tubos.....	26
2.1.4.	Tasa de Transferencia de Calor	26
2.1.5.	Diferencia de Temperatura media Logarítmica.....	26
	A) Flujo en Contracorriente	26
	B) Flujo en Paralelo	26
2.1.6.	Ubicación de los Fluidos.....	27
2.1.7.	Área de Flujo de la Sección Transversal del Tubo Interior	27
2.1.8.	Velocidad Másica del Fluido que Circula en el Tubo Interior.....	27
2.1.9.	Numero de Reynolds del Fluido que Circula en el Tubo Interior	27
2.1.10.	Numero de Prandtl del Fluido que Circula en el Tubo Interior	27
2.1.11.	Coefficiente Individual de Película para el Lado del Tubo Interior	27
2.1.12.	Área de Flujo de la Sección Transversal del Anillo	28
2.1.13.	Velocidad Másica del Fluido que Circula en el Anillo.....	28
2.1.14.	Diámetro Equivalente para el Lado del Anillo.....	28
2.1.15.	Numero de Reynolds del Fluido que Circula en el Anillo	28
2.1.16.	Numero de Prandtl del Fluido que Circula en el Anillo	29

2.1.17. Coeficiente Individual de Película para el Lado del Anillo	29
2.1.18. Temperatura de la Pared del Tubo.....	29
2.1.19. Corrección de los Coeficientes de Película por Viscosidad.....	30
2.1.20. Coeficiente Total de Transferencia de Calor	30
2.1.21. Área Necesaria o Requerida para la Transferencia de Calor	30
2.1.22. Área de Transferencia de Calor por Horquilla	30
2.1.23. Numero de Horquillas.....	30
2.1.24. Área Disponible o de Diseño	31
2.1.25. Porcentaje de Exceso de Área.....	31
2.1.26. Factor de Fricción en el Lado del Tubo Interior	31
2.1.27. Caída de Presión en el Lado del Tubo Interior.....	31
2.1.28. Diámetro Hidráulico en el Lado del Anillo.....	31
2.1.29. Numero de Reynolds para el Calculo de la Caida de Presion el Lado del Anillo.....	32
2.1.30. Factor de Fricción en el Lado del Anillo	32
2.1.31. Caída de Presión en el Lado del Anillo	32
A) Caída de Presión en la Parte Recta del Anillo.....	32
B) Caída de Presión en las Entrada y Salida del Anillo.....	32
2.1.32. Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiador de Calor de Doble Tubo.....	33
2.2. Procedimiento de Diseño para Intercambiadores de Carcasa y Tubo.....	37
2.2.1. Características del Intercambiador	37
2.2.2. Tasa de Transferencia de Calor	37
2.2.3. Diferencia de Temperatura Media Logarítmica	37
A) Flujo en Contracorriente	37
B) Flujo en Paralelo	38
2.2.4. Ubicación de los Fluidos.....	38
2.2.5. Factor de Corrección de la Temperatura Media Logarítmica	39
2.2.6. Área de Sección Transversal de Cada Tubo	39
2.2.7. Numero de Tubos por Paso.....	39
2.2.8. Área Total de Flujo en el Lado de los Tubos.....	39
2.2.9. Distancia Libre Entre Dos Tubos	40
2.2.10. Área Total de Flujo en el Lado de la Carcasa	40
2.2.11. Diámetro Equivalente	40
A) Arreglo Cuadrado	40
B) Arreglo Triangular	40
2.2.12. Velocidad Másica del Fluido que Circula en el Haz de Tubos.....	40
2.2.13. Numero de Reynolds del Fluido que Circula en el Haz de Tubos	40
2.2.14. Numero de Prandtl del Fluido que Circula en el Haz de Tubos	41
2.2.15. Coeficiente Individual de Película para el Lado de los Tubos.....	41
2.2.16. Velocidad Másica del Fluido que Circula en la Carcasa	41
2.2.17. Numero de Reynolds del Fluido que Circula en la Carcasa	42
2.2.18. Numero de Prandtl del Fluido que Circula en la Carcasa.....	42
2.2.19. Coeficiente Individual de Película para el Lado de la Carcasa	42
2.2.20. Temperatura de la Pared del Haz de Tubos	42
2.2.21. Corrección de los Coeficientes de Película por Viscosidad.....	43
2.2.22. Coeficiente Total de Transferencia de Calor	43
2.2.23. Área Necesaria o Requerida para la Transferencia de Calor	43
2.2.24. Área Disponible o de Diseño	43
2.2.25. Porcentaje de Exceso de Área.....	43

2.2.26. Factor de Fricción en el Haz de Tubos	44
2.2.27. Caída de Presión en el Lado del Haz de Tubos.....	44
A) Caída de Presión en los Tramos Rectos.....	44
B) Caída de Presión en los Cabezales.....	44
2.2.28. Factor de Fricción en el Lado de la Carcasa	44
2.2.29. Caída de Presión en el Lado del Carcasa	45
2.2.30. Algoritmo de Programación Para el Diseño de Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos	45
2.3. Procedimiento de Diseño para Intercambiadores de Placas	49
2.3.1. Características del Intercambiador	50
2.3.2. Tasa de Transferencia de Calor	50
2.3.3. Diferencia de Temperatura Media Logarítmica	50
2.3.4. Numero Total de Canales.....	50
2.3.5. Numero de Canales Paralelos por Paso	50
2.3.6. Área de Flujo de la Sección Transversal de un Canal	51
2.3.7. Área de Flujo de la Sección Transversal por Paso	51
2.3.8. Velocidad Másica del Fludio Caliente.....	51
2.3.9. Velocidad Másica del Fludio Frio	51
2.3.10. Diámetro Hidráulico del Canal.....	51
2.3.11. Numero de Reynolds del Fluido Caliente.....	51
2.3.12. Numero de Prandtl del Fluido Caliente	52
2.3.13. Coeficiente Individual de Película para el Fluido Caliente.....	52
2.3.14. Numero de Reynolds del Fluido Frio	52
2.3.15. Numero de Prandtl del Fluido Frio	52
2.3.16. Coeficiente Individual de Película para el Fluido Frio	53
2.3.17. Temperatura de la Pared de las Placas.....	53
2.3.18. Corrección de los Coeficientes de Película por Viscosidad.....	53
2.3.19. Coeficiente Total de Transferencia de Calor	53
2.3.20. Factor Térmico	53
2.3.21. Área Necesaria o Requerida para la Transferencia de Calor	54
2.3.22. Área Disponible o de Diseño	54
2.3.23. Porcentaje de Exceso de Área	54
2.3.24. Largo de una Placa.....	54
2.3.25. Longitud del Paso del Fluido	54
2.3.26. Factor de Fricción del Fluido Caliente	54
2.3.27. Velocidad del Fluido Caliente.....	55
2.3.28. Caída de Presión del Fluido Caliente.....	55
2.3.29. Factor de Fricción del Fluido Frio	55
2.3.30. Velocidad del Fluido Frio	55
2.3.31. Caída de Presión del Fluido Frio.....	55
2.3.32. Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiador de Calor de Placas	56
CAPITULO 3: CODIFICACION Y DESARROLLO DEL SOFTWARE.....	59
3.1. Descripción del Lenguaje y Descripción del Software.....	59
3.2. Establecimiento de Unidades.....	61
3.2.1. Unidades de Ingreso y Salida.....	62
3.2.2. Unidades de Proceso.....	62
3.3. Elaboración de Base de Datos	63

3.4. Formulario Inicio	64
3.5. Formulario Unidades de Ingeniería.....	65
3.6. Formulario Fluidos de Proceso.....	68
3.7. Formulario Materiales	73
3.8. Formulario Condiciones de Proceso	75
3.9. Formulario Tipo de Intercambiador.....	79
3.10. Formulario Intercambiador de Calor de Doble Tubo.....	81
3.11. Formulario Intercambiador de Carcasa y Tubos.....	87
3.12. Formulario Intercambiador de Placas	95
3.13. Modulo	101
3.14. DataReport Hoja de Especificación del ICDT.....	109
3.15. DataReport Hoja de Especificación del ICCT.....	113
3.16. DataReport Hoja de Especificación del ICP.....	117
<u>CAPITULO 4: APLICACIÓN Y EVALUACION DEL SOFTWARE</u>	121
4.1. Entorno del Software.....	121
4.2. Diseño de Intercambiador de Calor de Doble Tubo	122
4.2.1. Problema N° 1.....	123
4.2.2. Problema N° 2.....	124
4.2.3. Problema N° 3.....	125
4.3. Diseño de Intercambiador de Carcasa y Tubos	125
4.3.1. Problema N° 4.....	126
4.3.2. Problema N° 5.....	127
4.3.3. Problema N° 6.....	128
4.4. Diseño de Intercambiador de Placas	129
4.4.1. Problema N° 7.....	130
4.4.2. Problema N° 8.....	130
<u>CAPITULO 5: MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE</u>	132
5.1. Limitaciones del Programa.....	132
5.2. Visualización de Resultados.....	132
5.3. Análisis de Resultados	132
5.4. Mensajes de Error	133
5.4.1. Configuración Regional y de Idioma.....	133
5.5. Mantenimiento de Base de Datos	133
5.6. Robustecimiento del Software.....	133
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	136
ANEXO	137

RESUMEN

Debido al rápido avance de la tecnología computacional de los últimos años, existe en la actualidad un creciente interés de disponer de programas que permitan generar soluciones a los problemas típicos de ingeniería de forma confiable y en el menor tiempo posible. Es por ello que el objetivo principal de este trabajo fue elaborar un software bajo ambiente Windows que permitiera, de manera amigable, sencilla y con una orientación inclusive hacia el área docente, diseñar intercambiadores de calor del tipo: doble tubo, carcasa y tubos y finalmente de placas.

El procedimiento de cálculo automatizado, consta de 9 formularios, 1 modulo y 3 DataReport, diseñadas en el lenguaje de programación Visual Basic 6.0, para el diseño térmico de los intercambiadores de calor antes mencionados. El software está hecho como un software abierto, lo que permite el acceso al código fuente, para ser actualizado, mejorado y extendido en un futuro.

La elaboración de dicho software se efectuó en dos grandes etapas: Una primera en la que se elaboró la base de datos en Access donde se implementó las propiedades físicas de los fluidos, conductividad de materiales, dimensiones de tuberías y características de placas, mientras que en la segunda etapa se construyeron las ventanas de la interfaz con el usuario y se elaboraron las rutinas de programación necesarias para la corrida del programa. Se utilizó el método Kern para el diseño de intercambiadores doble tubo y carcasa y tubos, y el método Chester & Jensen para el diseño de intercambiadores de placas.

La validación del programa se realizó a través de datos obtenidos de la bibliografía especializada y de hojas de especificación reales (data sheets). Los resultados obtenidos para la mayoría de los casos estudiados en la validación, reportan porcentajes de desviación menores al 30 %, confirmando que el programa es aplicable y confiable, siempre y cuando se respeten los criterios de diseño de cada uno de los métodos empleados.

El software tiene algunas limitaciones, debido a lo extenso y complejo que son los procesos de transferencia de calor, pero que pueden ser complementados en proyectos futuros, donde se mejore la presente versión. Entre las limitaciones más generales, se tiene que el software solo trabaja con procesos sin cambios de fase, carece de modelos termodinámicos para estimar mezcla de líquidos, y por último, se emplea un solo método de estudio para intercambiadores de doble tubo, carcasa y tubos e intercambiadores de placas. Adicionalmente, el software cuenta con un manual elaborado con la finalidad de que el usuario pueda familiarizarse de una manera más rápida con todo el contenido del mismo.

En conclusión, este software constituye una herramienta útil para la enseñanza del diseño de estos tipos de intercambiadores, permitiendo con su uso una enseñanza más dinámica, donde se podrá invertir más tiempo en el análisis e interpretación de los problemas relacionados con el intercambio de calor.

INTRODUCCIÓN

Desde los comienzos de la era industrial, la optimización de los procesos ha marcado las pautas en los avances tecnológicos y por ello, el estudio y comprensión del funcionamiento de los equipos representa un factor determinante a fin de lograr satisfacer armónicamente los requerimientos de consumo de energía, rendimiento, costos y espacio físico utilizado, entre otros parámetros.

Los procesos con transferencia de calor forman parte importante de las operaciones industriales a gran escala, por lo cual son objeto de estudio y continuos análisis a fin de mejorar su rendimiento general.

Existen muchos tipos de equipos para la transferencia de calor, entre los cuales se destacan los intercambiadores de calor, ya que tienen la finalidad de recuperar el calor entre dos corrientes de un proceso. Los intercambiadores de calor de carcasa y tubos y los de placas son los más comunes en la industria, aunque la tecnología y operatividad de estos últimos ha sido poco reconocida, lo cual se ve reflejado, por ejemplo, en la escasa información disponible respecto a los mismos.

Por otro lado, el vertiginoso avance de los últimos años en la tecnología computacional, ha hecho que los programas de cálculo y simulación sean cada vez más atractivos e indispensables a fin de generar soluciones de problemas típicos de ingeniería, entender los procesos en general y predecir eventualidades que puedan ocurrir de forma confiable y en el menor tiempo posible.

No obstante, en el campo de los intercambiadores, los paquetes comerciales de simulación disponibles generalmente proponen únicamente equipos de carcasa y tubos, lo que dificulta disponer de parámetros de comparación para una mejor selección. Además la tecnología de los intercambiadores de placas es, generalmente, privilegio de las compañías que desarrollan estos equipos, disminuyendo la disponibilidad de información pertinente a su diseño o especificación.

Debido a todo lo señalado anteriormente, este trabajo persigue como meta fundamental desarrollar un software, de fácil uso y con una interfaz amigable, que permita diseñar los intercambiadores de calor de mayor uso industrial (intercambiador de calor de doble tubo, carcasa y tubos e intercambiador de placas), que además permitiera evaluar (por medio de "Hojas de Reportes") diferentes parámetros ligados al funcionamiento de dichos equipos, así como su comportamiento en condiciones estacionaria y finalmente que permitiera posteriormente ser ampliado a fin de considerar otros equipos o aspectos de interés.

NOMENCLATURA

Notación alfabética:

a	Área de flujo de la sección transversal	[m ²]
A	Área para la transferencia de calor	[m ²]
b	Distancia entre placa	[mm]
B	Separación entre baffles	[mm]
BWG	Calibre de los tubos	[adim.]
C	Distancia libre entre dos tubos	[m]
C _p	Calor específico	[kJ/kg.°C]
d	Diámetro del tubo interior	[m]
D	Diámetro del tubo exterior	[m]
D _e	Diámetro equivalente	[mm]
D _h	Diámetro hidráulico	[m]
f	Factor de fricción	[adim.]
F _t	Factor de Corrección de la Temperatura Media Logarítmica	[adim.]
G	Velocidad másica	[kg/m ² .s]
h	Coefficiente de película	[W/m ² .°C]
k	Conductividad térmica	[W/m.°C]
L	Longitud	[m]
L _w	Ancho	[mm]
m	Flujo másico	[kg/h]
N	Número	[adim.]
Pr	Número de Prandtl	[adim.]
P _t	Pitch, distancia entre centro de dos tubos adyacentes	[m]
Re	Número de Reynolds	[adim.]
R _f	Resistencia a la incrustación	[m ² .°C/W]
t	Espesor de las placas	[mm]
T	Temperatura	[°C]
U	Coefficiente global de transferencia de calor	[m ² .°C /W]
v	Velocidad	[m/s]

Notación griega:

ρ	Densidad	[kg/m ³]
μ	Viscosidad	[kg/m.s]
ΔP	Perdida de carga máxima tolerable	[Pa]
ΔT _{lm}	Diferencia de temperatura media logarítmica	[°C]

Acrónimos:

DIC	Diseño de intercambiadores de calor
ICDT	Intercambiador de calor de doble tubo
ICCT	Intercambiador de calor carcasa y tubos
ICP	Intercambiador de calor de placas

LISTA DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
Figura 1.1	Sección transversal de un intercambiador de doble tubo	2
Figura 1.2	Componentes del intercambiador de doble tubo	3
Figura 1.3	Arreglo del intercambiador de doble tubo	4
Figura 1.4	Componentes del intercambiador de carcasa y tubos	5
Figura 1.5	Arreglo de los tubos	6
Figura 1.6	Disposiciones de pasos en el lado de los tubos	7
Figura 1.7	Intercambiador de cabezal fijo	8
Figura 1.8	Intercambiador de cabezal flotante	9
Figura 1.9	Intercambiador con haz de tubos en U	10
Figura 1.10	Disposiciones de pasos en el lado de la carcasa	12
Figura 1.11	Pantalla segmentada al 25 %	12
Figura 1.12	Intercambiador de placas	14
Figura 1.13	Componentes del intercambiador de placas	14
Figura 1.14	Tipos de placas	16
Figura 1.15	Modelos de flujo y arreglos	17
Figura 2.1	Algoritmo de programación para el diseño de intercambiadores de calor de doble tubo	33
Figura 2.2	Algoritmo de programación para el diseño de intercambiadores de calor de carcasa y tubos	45
Figura 2.3	Algoritmo de programación para el diseño de intercambiadores de placas	56
Figura 3.1	Control de unidades	62
Figura 3.2	Objetos del formulario inicio	64
Figura 3.3	Objetos del formulario unidades de ingeniería	66
Figura 3.4	Objetos del formulario fluidos de proceso	69
Figura 3.5	Objetos del formulario materiales	74
Figura 3.6	Objetos del formulario condiciones de proceso	75
Figura 3.7	Objetos del formulario tipo de intercambiador	80
Figura 3.8	Objetos del formulario intercambiador de calor de doble tubo	81
Figura 3.9	Objetos del formulario intercambiador de carcasa y tubos	87
Figura 3.10	Objetos del formulario intercambiador de placas	95
Figura 3.11	Objetos del DataReport resultados de diseño: intercambiador de calor de doble tubo	109
Figura 3.12	Objetos del DataReport resultados de diseño: intercambiador de calor de carcasa y tubos	113
Figura 3.13	Objetos del DataReport resultados de diseño: intercambiador de calor de placas	117
Figura 4.1	Ingreso panel de control	122
Figura 4.2	Configuración regional	122

LISTA DE TABLAS

N°	Título	Pág.
Tabla 2.1	Propiedades físicas de los fluidos de proceso.....	25
Tabla 3.1	Unidades de ingreso y salida (UIS)	62
Tabla 3.2	Unidades de proceso (UP).....	63
Tabla 3.3	Elaboración de base de datos.....	63
Tabla 3.4	Objetos y propiedades del formulario inicio	65
Tabla 3.5	Objetos y propiedades del formulario unidades de ingeniería	66
Tabla 3.6	Objetos y propiedades del formulario fluidos de proceso.....	69
Tabla 3.7	Objetos y propiedades del formulario materiales	74
Tabla 3.8	Objetos y propiedades del formulario condiciones de proceso	75
Tabla 3.9	Objetos y propiedades del formulario tipo de intercambiador	80
Tabla 3.10	Objetos y propiedades del formulario intercambiador de calor de doble tubo	81
Tabla 3.11	Objetos y propiedades del formulario intercambiador de carcasa y tubos.....	87
Tabla 3.12	Objetos y propiedades del formulario intercambiador de placas.....	96
Tabla 3.13	Objetos y Propiedades del DataReport resultados de diseño: intercambiador de calor de doble tubo	110
Tabla 3.14	Objetos y Propiedades del DataReport resultados de diseño: intercambiador de calor de carcasa y tubos.....	113
Tabla 3.15	Objetos y Propiedades del DataReport resultados de diseño: intercambiador de placas.....	117
Tabla 4.1	Resultados del problema N° 1.....	123
Tabla 4.2	Resultados del problema N° 2.....	124
Tabla 4.3	Resultados del problema N° 3.....	125
Tabla 4.4	Resultados del problema N° 4.....	126
Tabla 4.5	Resultados del problema N° 5.....	127
Tabla 4.6	Resultados del problema N° 6.....	129
Tabla 4.7	Resultados del problema N° 7.....	130
Tabla 4.8	Resultados del problema N° 8.....	131
Tabla A.1	Calor específico de líquidos	149
Tabla A.2	Densidad de líquidos.....	157
Tabla A.3	Viscosidad de líquidos	165
Tabla A.4	Conductividad térmica de líquidos	173
Tabla A.5	Conductividad térmica de materiales.....	181
Tabla A.6	Dimensiones de tubería estándar de acero IPS.....	182
Tabla A.7	Dimensiones de tubería estándar de acero BWG	183
Tabla A.8	Disposición de los espejos de tubos (cuenta de tubos). Arreglo cuadrado	184
Tabla A.9	Disposición de los espejos de tubos (cuenta de tubos). Arreglo triangular.....	185
Tabla A.10	Características de las placas estándar “Alfa Laval”	187
Tabla A.11	Resistencias a la incrustación sugeridas para diseño de intercambiadores de placas.....	188
Tabla A.12	Resistencias a la incrustación sugeridas para diseño de intercambiadores tubulares.....	188

ANTECEDENTES

Altamirano (2007), presentó un estudio del dimensionamiento de columnas de rectificación continua en sistemas binarios en Ms Excel.

Benítez (2004), diseño una hoja de cálculo en Excel que permite determinar el factor de obstrucciones en los intercambiadores de tubo y carcasa con fluido monofásico aparte de la realización de simulaciones considerando las condiciones de diseño de cada intercambiador crítico seleccionado.

Abdalah (2002), elaboró un programa bajo ambiente Windows que permitiera, de manera amigable, sencilla y con una orientación inclusive hacia el área docente, diseñar y evaluar intercambiadores de calor del tipo doble tubo, carcasa y tubo y finalmente de placas.

García (2002), desarrolló un algoritmo de cálculo mejorado basado en el procedimiento de cálculo para el diseño térmico de intercambiadores de calor de carcasa - haz de tubos, para el diseño de intercambiadores de calor de los tipos: carcasa y tubos, y doble tubo.

Carrasco (1993), realizó un estudio del dimensionamiento de columnas de destilación continua en Fortran.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un software en Visual Basic 6.0 para el diseño térmico de intercambiadores de calor sin cambio de fase, tipos: doble tubo, carcasa y tubos y placas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la metodología para el diseño térmico de intercambiadores de calor sin cambio de fase, tipos: doble tubo, carcasa – tubos y placas.
- Elaborar la base de datos en Access 2007.
- Desarrollar los algoritmos de programación en lenguaje Visual Basic 6.0.
- Aplicar y evaluar el software elaborado.

JUSTIFICACION

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

En la actualidad el uso de los diversos métodos termodinámicos, que resultan ser relativamente complicados para su desarrollo, encuentran una rápida solución haciendo uso de una PC, que brinda al estudiante y/o al ingeniero una alternativa de solución por ser más dinámicos y confiables en la solución de los problemas de ingeniería.

Muchos cálculos en el diseño de procesos no requieren algoritmos detallados porque involucran simplemente ecuaciones y procedimientos gráficos que pueden ser llevados a cabo rápidamente sin las complicaciones de las computadoras. En algunos círculos, los diseñadores se enorgullecen de tomar decisiones rápidas y efectivas usando cálculos heurísticos. De hecho en los primeros pasos del diseño de procesos los cálculos son frecuentemente aproximados y las fuentes de datos no son extensas.

Sin embargo, no toma mucho a los diseñadores el comenzar a buscar alguna ayuda de las computadoras, sobre todo para acceder a los extensos bancos de datos asociados a los simuladores de proceso. Cuando los diagramas de proceso se vuelven más complicados, los diseñadores hacen uso de una combinación de recursos computacionales que involucran a las hojas de cálculo, paquetes matemáticos y simuladores de proceso, tanto de estado estable como dinámicos.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La existencia de software o simuladores avanzados, indicados en la Cuadro N° 1, de difícil acceso, con elevados costos de adquisición, por ello se plantea realizar un software específico y sencillo para el diseño de intercambiadores de calor con la finalidad de generar una herramienta de trabajo a menor costo.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Con el presente trabajo se pretende apoyar la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería Química, y elevar la calidad académica en la facultad, específicamente en la asignatura de transferencia de calor en el diseño de equipos.

Al considerar estos inconvenientes, se cae en la cuenta de que los estudiantes al empezar a hacer uso de los simuladores deben de contar con un conocimiento previo que les permita aprovechar los mismos al máximo.

Es por esta razón que se recomienda a los estudiantes desarrollar su propio software, de tal modo que puedan comprender con claridad el tipo de procedimientos y algoritmos que lleva a cabo un simulador.

JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

El uso de software no suele estar asociado a problemas ambientales, además sustituirá la intervención del hombre en los cálculos de diseño.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Intercambiador de Calor

Cualquier aparato diseñado para transmitir la energía calorífica desde un medio (gas o líquido) hacia otro medio es denominado Intercambiador de calor. En el intercambiador de calor, el calor es transferido desde el medio caliente hacia el medio frío por conducción y convección, y algunas veces por radiación en el caso de gases. Una condición para la transferencia de calor es que exista un gradiente de temperatura entre los dos medios.

Los intercambiadores de calor donde dos fluidos están en contacto directo uno con el otro, se denominan intercambiadores “directos”.

Los intercambiadores de calor en los cuales los dos fluidos están separados uno del otro por una pared divisora a través de la cual se transporta el calor, se denominan intercambiadores indirectos. La pared que los separa proporciona el área de transferencia de calor.

Los intercambiadores en los cuales un fluido de proceso es calentado o enfriado para un servicio en la planta se denominan calentador o enfriador. Si la corriente de proceso es vaporizada, el intercambiador es denominado vaporizador si la corriente es completamente vaporizada, hervidor si se vaporiza parcialmente y si está asociada con una columna de destilación se denomina re-hervidor (“reboiler”), si se usa para concentrar una solución se denomina evaporador. Si el intercambiador se usa para condensar una corriente se denomina condensador que puede ser total si toda la corriente condensa o parcial si condensa parte de la corriente de proceso. Además, según las condiciones de operación los intercambiadores pueden ser con sobrecalentamiento en el caso de vaporizadores o con sub enfriamiento o sobre enfriamiento para los condensadores.

Cuando se usan intercambiadores calentados por gases de combustión se denominan intercambiadores al fuego.

Los intercambiadores de calor de acuerdo a su construcción pueden dividirse en tres grandes grupos: Intercambiadores compactos (los que están hechos en base a placas o laminas “planas” paralelas.), Intercambiadores tubulares (los que están hechos en base a tubos), Intercambiadores misceláneos (los que tienen diferentes configuraciones según el requerimiento específico).

De todos estos tres grupos, los que predominan en la industria son los intercambiadores compactos y los intercambiadores tubulares. Aunque hace pocos años casi todos los intercambiadores de calor eran del tipo tubular (doble tubo y de casco y tubos), actualmente estos están siendo remplazados por los denominados intercambiadores compactos (intercambiador de placas, de espiral y laminar) y para procesos específicos se usan los intercambiadores que pueden considerarse dentro de los misceláneos (chaqueta, espiral calentador de aire, enfriador por goteo, líneas trazadoras, etc.). (2, 7, 12)

1.1.1. Intercambiador de Doble Tubo

Esta unidad consiste de dos tubos concéntricos de diferente diámetro. Uno de los fluidos fluye en el interior de una tubería y el otro lo hace en el espacio anular entre ambas tuberías. Los fluidos pueden circular en paralelo o en contracorriente. El intercambiador de calor puede fabricarse con un simple par de tubos adaptando las conexiones en los extremos, o con varios pares interconectados en serie. Se usa en operaciones de transferencia de calor sensible y condensación cuando los requerimientos de área de transferencia de calor son inferiores a 10 m^2 (o 100 pies^2) y flujos volumétricos bajos. El área de transferencia de calor está dada por el área lateral del tubo interior. (2, 7, 12)

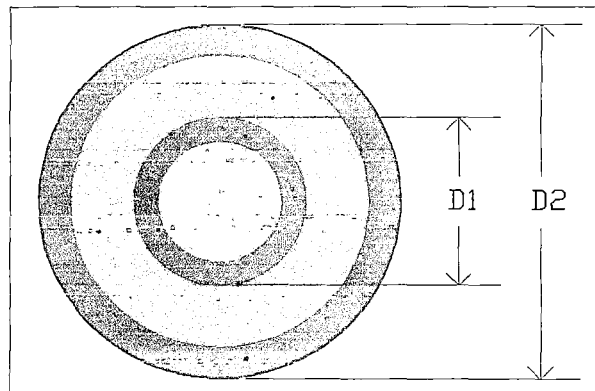


Figura 1.1 Sección transversal de un intercambiador de doble tubo

$$A = \pi D_1 L_t \quad (1.1)$$

Donde:

- A = Área de transferencia de calor (m^2)
- D_1 = Diámetro exterior del tubo interior (m)
- D_2 = Diámetro interior del tubo exterior (m)
- L_t = Longitud total del intercambiador (m)

Son las unidades de más fácil mantenimiento, simplemente retirándose el codo y los cierres, y luego el tubo interior, para su limpieza. Otra ventaja es que puede ser fabricado a partir de piezas estándar (Tubos, Codos, Tes, válvulas, etc.).

La principal desventaja es que los intercambiadores de doble tubo son pesados y costosos por unidad de superficie de transferencia de calor.

Al mismo tiempo, existen múltiples puntos donde pueden ocurrir fugas. Se aplican en casos en que:

- Se requiere específicamente que los flujos estén en contracorriente.
- Presiones muy elevadas.
- Poco espacio disponible.
- Cuando se trabaja con fluidos de muy bajo coeficiente de transferencia de calor, y se hace necesario el uso de aletas.
- Se requiere el diseño más económico posible.
- El área de transferencia de calor es pequeña ($< 50 \text{ m}^2$), por lo que el uso de un intercambiador de calor de carcasa y tubos no se justifica.

A) Nomenclatura de Componentes

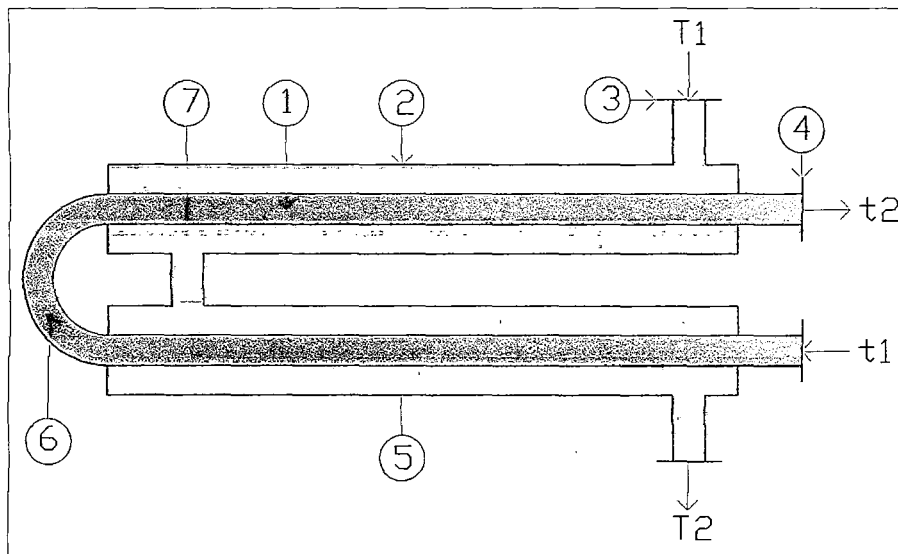


Figura 1.2 Componentes del intercambiador de doble tubo

Donde:

- 1 = Tubo interior
- 2 = Tubo exterior
- 3 = Acoplamientos para el fluido que circula por el anillo
- 4 = Acoplamientos para el fluido que circula por el tubo interior
- 5 = Espacio anular
- 6 = Retornos
- 7 = Entradas y salidas
- t1 = Entrada del fluido frío
- T1 = Salida del fluido caliente
- t2 = Salida del fluido frío
- T2 = Entrada del fluido caliente

B) Tubos

B.1) Dimensiones

Las dimensiones y características de los tubos para estos intercambiadores, están dadas por la codificación IPS y el espesor está dado por el número de cédula que puede ser 80, 60, 40 o 20.

B.2) Arreglo

Para ciertas operaciones, a este intercambiador se le configura en forma de horquillas las cuales se acondicionan en serie y a estas en bancos de horquillas en paralelo.

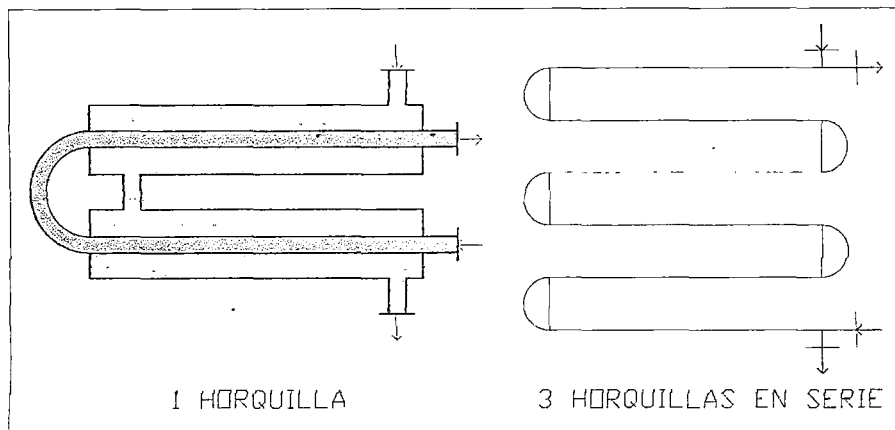


Figura 1.3 Arreglo del intercambiador de doble tubo

1.1.2. Intercambiadores de Carcasa y Tubos

Cuando se manejan flujos más grandes se usa un intercambiador de tubos y carcasa que es el tipo más importante en las industrias de proceso. Los flujos de estos intercambiadores son continuos. Se usan muchos tubos en paralelo con uno de los fluidos circulando en su interior. Los tubos, distribuidos en forma de haz, están encerrados en una sola carcasa y el otro fluido fluye por el exterior de los tubos, dentro de la carcasa. Se usan deflectores transversales de tal manera que el fluido se ve forzado a fluir perpendicularmente por la batería de tubos en lugar de hacerlo en paralelo. Esta turbulencia adicional generada por el flujo transversal, aumenta el flujo de transferencia de calor de la coraza. (2, 7, 12)

Existen tres tipos básicos de intercambiadores de haz de tubos y carcasa. Dentro de cada uno de ellos hay numerosos subtipos diseñados para circunstancias de operación específicas. La construcción ha sido normalizada por una institución privada de los Estados Unidos de América llamada TEMA (Tubular Exchangers Manufacturers Association). Dichas normas han sido aceptadas en todo el mundo, y se pueden encontrar en todos los textos especializados en intercambiadores

de calor. Los tres tipos básicos son: tubos en U, de cabezal fijo y de cabezal flotante.

El intercambiador de carcasa y tubos, es hasta ahora entre los equipos de transferencia de calor el más comúnmente usado en la industria química. Las ventajas de este tipo de intercambiador son:

- Su configuración proporciona grandes áreas de transferencia calor, debido a su configuración en banco de tubos que suelen ocupar pequeños espacios.
- Soportan altas presiones y altas temperaturas de operación.
- Procedimientos de diseño y técnicas de fabricación bien establecidas.
- Pueden manipularse fluidos de todos los estados.
- Fácil desmontar para limpiar o reparaciones.
- El diseño puede ser adaptado para encontrar condiciones de operación.

Las desventajas de este tipo de intercambiador son:

- Una unidad puede solamente ser usado para una tasa de transferencia de calor.
- Elevada cantidad de perdida de calor ocurre, entonces el aislador es requerido.
- Más costoso que el intercambiador de placas.
- Mayor espacio requerido para la instalación del equipo a comparación del intercambiador de placas.

A) Nomenclatura de Componentes

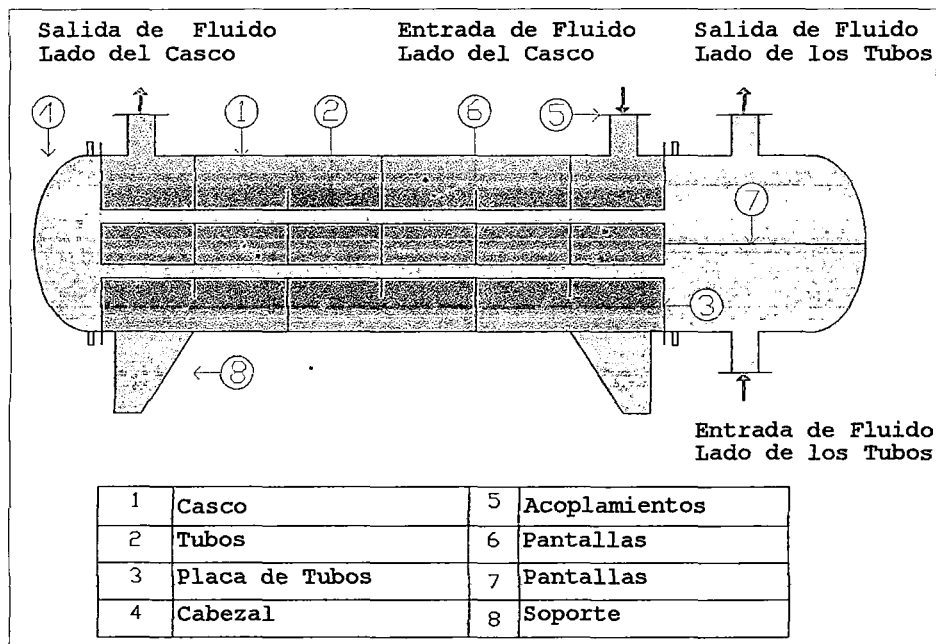


Figura 1.4 Componentes del intercambiador de carcasa y tubos

B) Tubos

Es un conjunto de tubos que se albergan dentro del casco y en sus extremos están soportados en la placa de tubos, la cual puede ser placa fija o con cabeza flotante. El empleo de uno u otro tipo de placa depende de la diferencia de temperatura que se registre en los extremos durante la operación. Por lo general se usan tubos lisos y de manera especial con superficie extendida.

B.1) Dimensiones

Se usan tubos con diámetro en el rango de 16 mm (5/8") a 50 mm (2"). Los diámetros pequeños 16 a 25 mm (5/8" a 1") son preferidos para la mayoría de servicios, obteniéndose así intercambiadores más compactos. Los tubos grandes son fáciles de limpiar por métodos mecánicos y se deben seleccionar para fluidos que formen incrustaciones.

El espesor de los tubos (calibre) es seleccionado para soportar la presión interna y dar una adecuada tolerancia a la corrosión. Los espesores para tubos de acero más comunes son los del 10 al 20 BWG. Las longitudes preferidas para intercambiadores son de 1,83 m (6 pies); 2,44 m (8 pies); 3,66 m (12 pies); 4,88 m (16 pies) y 6,1 m (20 pies). Para un área dada, el uso de tubos largos reducirá el diámetro del intercambiador.

B.2) Arreglo

Los tubos en un intercambiador son usualmente dispuestos en forma de un triángulo equilátero (triangular) o de un cuadrado (cuadrangular).

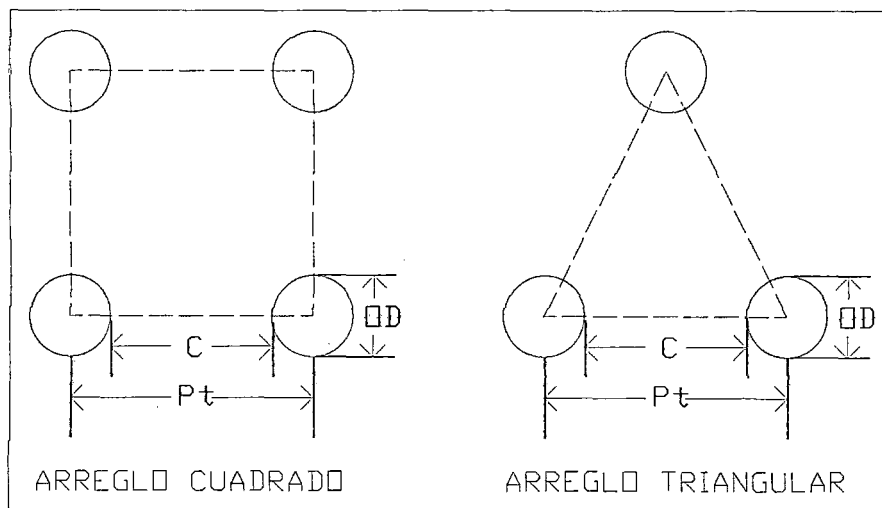


Figura 1.5 Arreglo de los tubos

El arreglo triangular permite albergar un mayor número de tubos dentro del casco y da mayores coeficientes de película, se emplea con fluidos limpios y cuando la limpieza se realiza con medios químicos. El arreglo cuadrangular se emplea cuando se quiere albergar un menor número de tubos y cuando la limpieza debe hacerse con medios mecánicos, se emplea con fluidos con tendencia a formar incrustaciones, este arreglo produce bajas caídas de presión en el lado del casco.

La distancia recomendada entre centros de tubos (P_t) es de 1,25 veces el diámetro exterior del tubo (OD) y la mínima distancia entre tubos (C) debe ser 0,25 pulgadas (6,4 mm). El número de tubos en el haz lo da el fabricante. La relación entre P_t y C es:

$$P_t - OD = C \quad (2.2)$$

B.3) Paso

El fluido en el tubo es usualmente guiado a fluir de regreso y en adelante en un número de “pasos” a través de grupo de tubos dispuesto en paralelo. El número de pasos es seleccionado para dar la velocidad de diseño requerido en el lado del tubo.

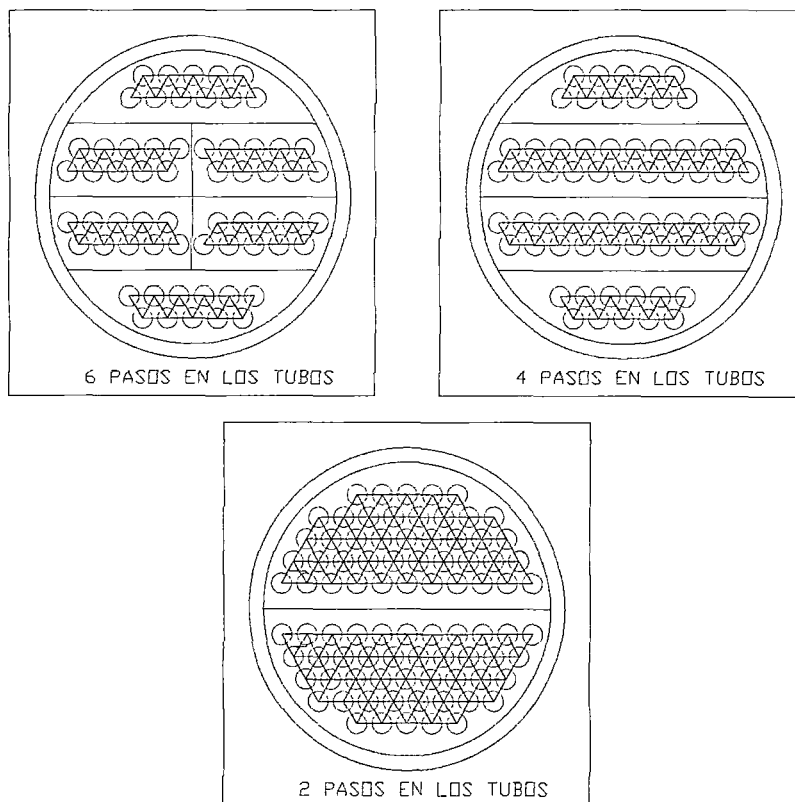


Figura 1.6 Disposiciones de pasos en el lado de los tubos

B.4) Placa, Cabezal o Espejo

Es una plancha metálica perforada según el arreglo, sirve de sostén a los tubos en sus extremos.

a) Placa de Cabezal Fijo

Va fija al casco y se usa para diferencias de temperatura en los extremos de hasta 90 °C (200 °F).

Es el tipo más popular cuando se desea minimizar la cantidad de juntas, mientras que no haya problema de esfuerzos de origen térmico y no sea preciso sacar el haz (ambos fluidos no deben ser corrosivos y el fluido del lado de coraza es limpio). Este tipo de intercambiadores es sumamente proclive a tener fallas cuando hay esfuerzo térmico severo, resultando en que se producen fugas tanto internas como externas. Por ello es necesario realizar un análisis térmico considerando todas las fases de operación para detectar y aliviar condiciones de esfuerzo térmico.

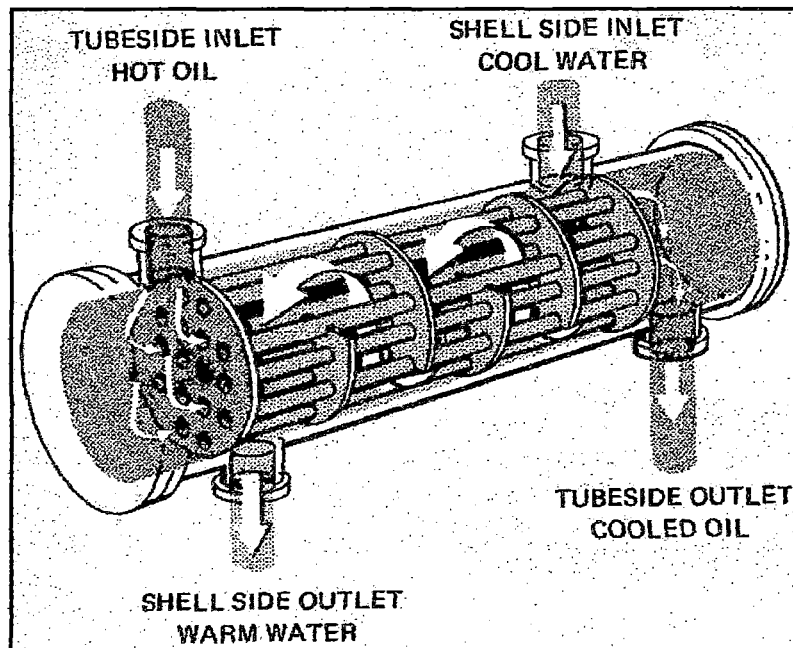


Figura 1.7 Intercambiador de cabezal fijo, Mills Anthony F. (1997)

b) Placa de Cabezal Flotante

Para diferencias de temperaturas mayores a 90 °C (200°F), para evitar que los esfuerzos térmicos produzcan fracturas.

Es el tipo más sofisticado (y costoso) de intercambiadores de haz de tubos y coraza. Está indicado en servicios en los que la limpieza de tubos y/o su reemplazo son frecuentes. Hay dos tipos básicos de intercambiador de cabezal flotante. Uno emplea un cabezal flotante (es decir,

deslizante) con o sin anillo seccionado (split ring). El otro usa empacadora para permitir la expansión térmica.

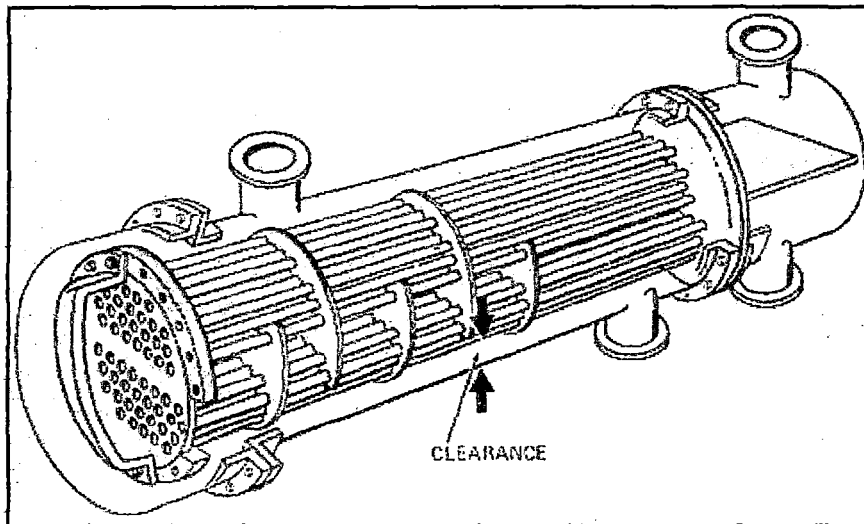


Figura 1.8 Intercambiador de cabezal flotante, Mills Anthony F. (1997)

c) Placa de Tubos en U

Se usan tubos en U para la evaporación (Calderín) y en este caso la placa que sostiene a los tubos en el extremo donde se produce el retorno se denomina placa de tubos en U.

El haz de tubos consiste en un panel estacionario de tubos en U (o de horquilla), deflectores o placas de soporte y espaciadores y tirantes apropiados. El haz de tubos se puede retirar de la carcasa del intercambiador de calor. Se proporciona un cabezal del lado de los tubos (estacionario) y una carcasa con cubierta integrada, que se suelda a la carcasa misma. Cada tubo tiene libertad para dilatarse o contraerse, sin limitaciones debidas a la posición de los otros tubos.

El haz de tubos en U tiene la ventaja de proporcionar el mínimo espacio entre el límite externo de los tubos y el interior de la carcasa para todas las construcciones de haces de tubos desmontables. Los espacios libres son de la misma magnitud que para los intercambiadores de calor de paneles de tubos fijos.

El número de orificios tubulares en una carcasa determinada es menor que para el intercambiador de panel de tubos fijos, por las limitaciones de acodamiento de los tubos en un radio muy corto. El diseño de tubos en U ofrece la ventaja de reducir el número de juntas.

En la construcción para altas presiones, esta característica es muy importante, puesto que reduce tanto el costo inicial

como el mantenimiento. Los tubos en U han incrementado su empleo de manera significativa, gracias al desarrollo de limpiadores hidráulicos que son capaces de eliminar residuos depositados tanto en la parte recta como en la parte doblada en U de los tubos.

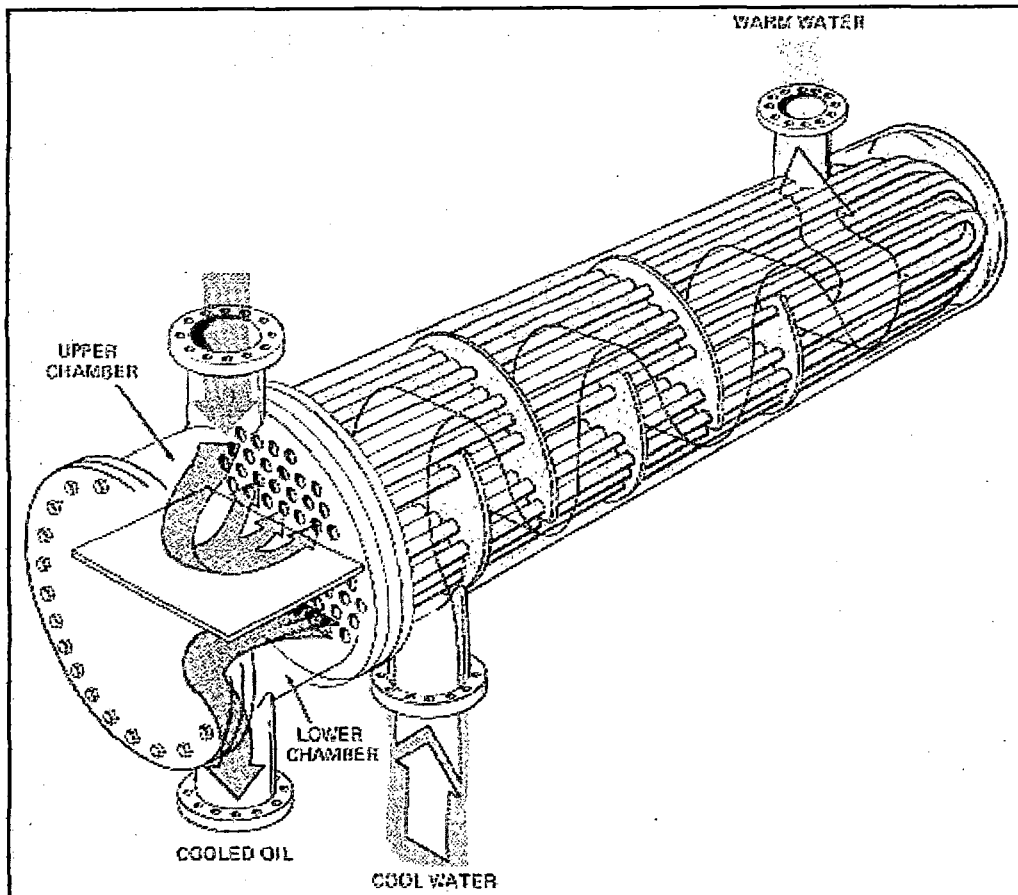


Figura 1.9 Intercambiador con haz de tubos en U, Mills Anthony F. (1997)

B.5) Pantallas en los Cabezales

En los cabezales también se insertan pantallas longitudinales que permiten dirigir el flujo por el lado de los tubos. Con la instalación de estas pantallas se consiguen los intercambiadores de múltiple paso. Tratándose de que se mantenga en el casco un solo paso con las pantallas en los cabezales se puede obtener el intercambiador 1-2 (4, 6, 8, n pasos). Si se usa 2 pasos en el casco se puede conseguir los intercambiadores 2-4 (8, 12, 16, n pasos); y, así sucesivamente. La limitación radica en la complejidad de la construcción y en el costo de la operación. A medida que aumentan los pasos la velocidad del fluido aumenta, también aumenta la caída de presión. Por ello las series de intercambiadores de múltiple paso se limitan a 6-n.

C) Carcasa

Es la envoltura cilíndrica que cubre el haz de tubos. Sus principales características son el diámetro y el espesor. La carcasa generalmente es de sección circular y está hecha de una placa de acero conformado en forma cilíndrica. La forma esférica de la carcasa es importante al determinar el diámetro de los deflectores.

C.1) Diámetro

El casco se construye con tuberías de acero (o de otro material) de pared estándar hasta de 24" de diámetro. La "British Standard" (BS 3274) cubre intercambiadores con diámetro de casco desde 150 mm (6") hasta 1067 mm (42"). La TEMA "Tubular Exchanger Manufacturers Association", tiene intercambiadores estándares de hasta 1520 mm (60") de diámetro de casco.

C.2) Espesor

Para cascos de hasta 610 mm (24") de diámetro, se usa la tolerancia dada para tuberías NPS, y usualmente se usan espesores de 10 mm (3/8") y se construyen a partir de tuberías de dimensiones estándar, sobre los 610 mm (24 plg) se construyen a partir de placas roladas. Para fluidos muy corrosivos o cuando la presión en el lado del casco excede a 2,07 MPa (300 psig) se sugieren los métodos para el cálculo de espesores de tanques y recipientes a presión.

La longitud del casco es la misma que la de los tubos que protege. El casco se extiende hacia los cabezales anterior y posterior, y posee sus propios acoplamientos. Los cascos pueden ser de 1, 2 o más pasos.

C.3) Paso

Se denomina así a las veces que el fluido cruza el eje transversal del casco. Los cascos pueden ser de un paso y si se colocan desviadores longitudinales sólidos, pueden ser de dos o más pasos. A mayor número de pasos se obtiene mayor eficiencia térmica, pero su construcción se hace más compleja y aumentan las pérdidas de presión por fricción. Los pasos múltiples en el lado del casco se encuentran solamente en grandes instalaciones; su uso depende de factores tales como costo, facilidad de limpieza, diferencia de temperatura, corrosión, presión de operación, caída de presión y riesgos.

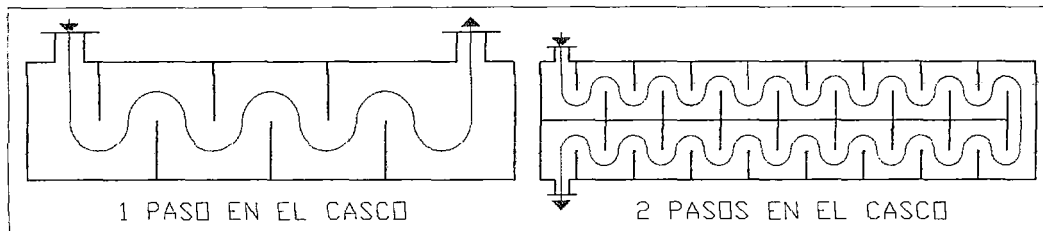


Figura 1.10 Disposiciones de pasos en el lado de la carcasa

C.4) Deflectores

Son dispositivos mecánicos, a manera de compuertas transversales, que se insertan a lo largo del casco de un intercambiador. Con las pantallas, se produce incremento de la velocidad de fluido que pasa por el casco, aumentando su coeficiente de película pero aumentando también la caída de presión.

Hay varios tipos de deflectores, los más usados son los deflectores segmentados, los cuales son hojas de metal perforadas cuyas alturas son generalmente 75 % del diámetro interior de la coraza. Estos se conocen como deflectores de 25 % de corte.

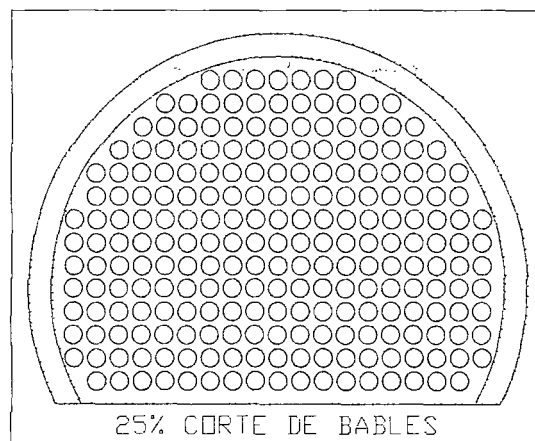


Figura 1.11 Pantalla segmentada al 25 %

D) Designación de Carcasa y Tubos

Un método común de describir a un intercambiador es designar el número de pasos de carcasa y tubos: m/n ; donde m es el número de pasos de la carcasa y n es el número de pasos de los tubos. Así $1/2$ describe un intercambiador con 1 paso de carcasa y 2 pasos de tubo; y $2/4$, un intercambiador con 2 pasos de carcasa y 4 pasos de tubo.

1.1.3. Intercambiadores de Placas

Ciertas condiciones lo hacen más atractivo que las unidades tubulares para las mismas aplicaciones. Porque el intercambiador de placas es fácil de limpiar, son especialmente útiles para procesamiento de alimentos y farmacéutico, donde los altos grados de saneamiento son requeridos. Los intercambiadores de placas son usados en la industria de alimentos para el procesamiento de salsa de tomate, enfriamiento de leche cruda, pasteurización de leche, y fermentación de la cerveza. (2, 7, 12)

Entre las ventajas que ofrecen los intercambiadores de placas están:

- Mayor área de transferencia por unidad de volumen (ocupan menos espacio)
- Altas flexibilidades en el diseño de las áreas de transferencia y arreglos de flujos
- Alta turbulencia, produciéndose un coeficiente de película elevado y baja incrustación; lo cual lleva consigo una disminución en el área necesaria para la transferencia de calor
- Bajas caídas de presión.
- Facilidad para extender o re arreglar la unidad para incrementos o modificaciones de las cargas de calor.
- Facilidad de mantenimiento.
- Aproximación de temperaturas.
- Requiere poco espacio y cuestan menos que el intercambiador de carcasa y tubo.
- Fácil de ajustarse para diferentes líquidos añadiendo o sustrayendo placas.
- La presión puede ser variada comprimiendo las placas.
- Un marco puede ser usado para múltiples tasas de transferencia de calor por simple cambio de placas.

Entre las desventajas que ofrecen los intercambiadores de placas están:

- Dificultad para manejar fluidos exageradamente viscosos, especialmente cuando se enfrían.
- No son adecuados para manejar gases y vapores, por la excesiva pérdida de carga que se produce.
- Existe limitación de las juntas respecto a la presión de operación, máximo 20 atm, y en casos extremos, las juntas pueden soportar como máximo 260°C.
- La caída de presión en este tipo de intercambiadores es mayor que en el de tubos.
- Máxima temperatura de 149 °C.
- Máxima presión de 300 psi.
- No es adecuado para vaporización de fluidos para grandes cantidades de vapor

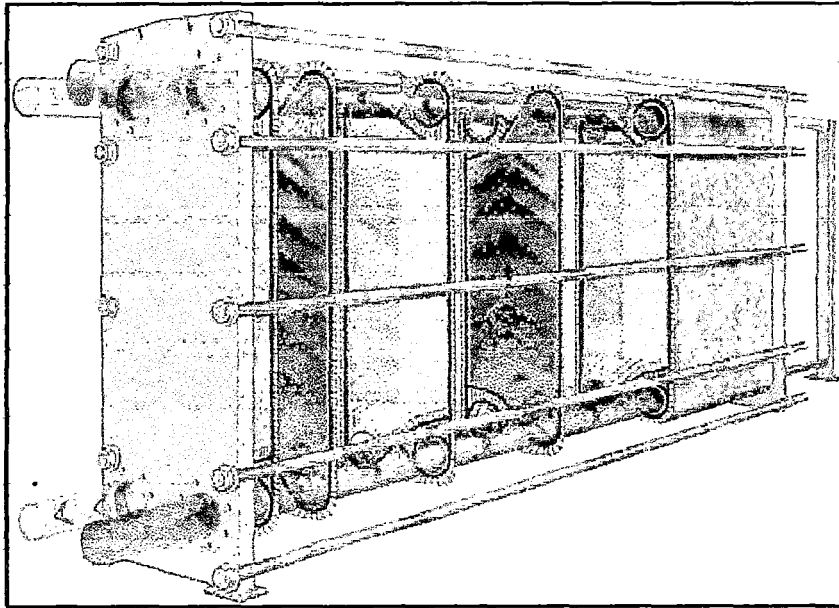


Figura 1.12 Intercambiador de placas, Kerner Jeff (1993)

A) Nomenclatura de Componentes

Un intercambiador de placas consiste en un gran número de placas de metal (que pueden ser onduladas, acanaladas) que se mantienen unidas mediante presión en un bastidor y selladas por medio de una junta o empaque de manera que se forman una serie de pasillos interconectados a través de los cuales se hacen circular los fluidos de trabajo. Estos son impulsados mediante bombas de ser necesario. Un equipo típico se compone de dos partes principales, el bastidor y las placas.

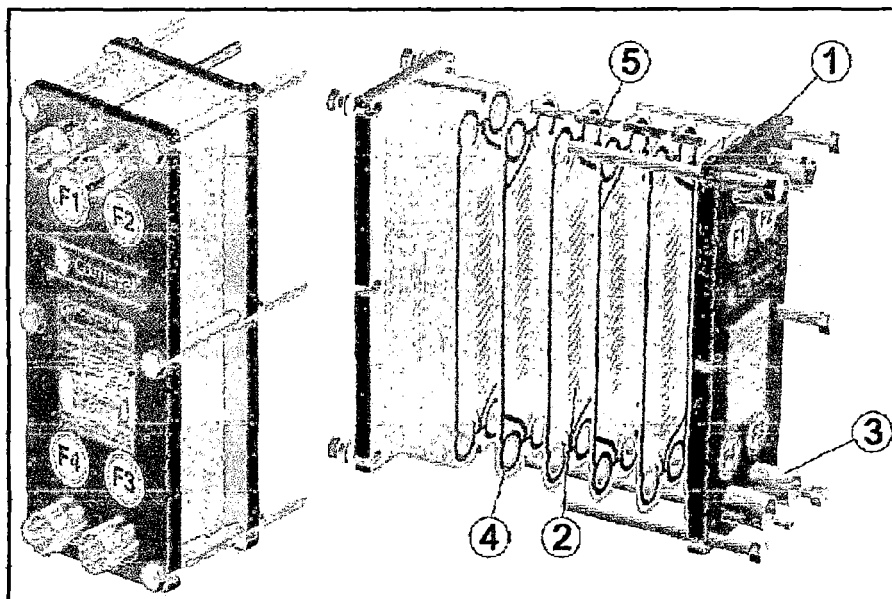


Figura 1.13 Componentes del intercambiador de placas, Kerner Jeff (1993)

Donde:

1 = Bastidor

- 2 = Placas
- 3 = Conexiones roscadas
- 4 = Juntas
- 5 = Guías placas

B) Bastidor

El bastidor, cuyos componentes son de acero al carbono con excepción de aquellos que como las conexiones de entrada y salida tienen contacto con los fluidos. En las esquinas del bastidor se encuentran las conexiones para permitir la entrada y salida de estos. Tiene la misión de mantener las placas unidas proporcionando un buen sellado y formando una estructura rígida mediante una serie de barras horizontales que soportan las placas. El sellado se hace por medio de juntas fabricadas de elastómeros que se seleccionan de acuerdo con el tipo de servicio, y se colocan en el borde de las placas rodeando completamente las bocas de los extremos de manera que el flujo se pueda distribuir de lado a lado de la placa.

C) Placas

Las placas de Transferencia de Calor se fabrican prensando láminas delgadas de gran variedad de aleaciones y metales resistentes a la corrosión. El más usado es el acero inoxidable aunque en función de los fluidos a tratar y de sus propiedades pueden ser más adecuados unos metales (o aleaciones) que otros.

El espesor de las placas está comprendido entre 0,5 mm y 0,9 mm. Con el objeto de aumentar la superficie de transferencia de calor, las placas presentan un relieve ondulado o acanaladuras que ayudan a inducir un alto nivel de turbulencia para velocidades medias relativamente bajas (0,25 m/s a 1 m/s). Este aumento de la superficie varía mucho en función de la forma de las ondulaciones.

Las ondulaciones de las placas permiten el aumento de la turbulencia lo que consigue una mejor transferencia de calor (coeficientes de transmisión mayores que en el caso de carcasa-tubos).

Existen varias formas de ondulaciones pero pueden diferenciarse dos grandes grupos: horizontales y tipo "V". Las ondulaciones de una placa apoyan en distintos puntos con las de la placa adyacente de tal manera que se provee de rigidez al conjunto sin restringir el flujo.

Cuando se monta un conjunto completo de placas, la estructura de los canales de flujo es simétrica en ambos lados, por lo que se elimina la necesidad que existía en los de carcasa-tubos de decidir que fluido pasará por los tubos y cuál por la carcasa, ya que los lados de la placa son equivalentes.

El número de placas se determina en función de los caudales, propiedades físicas de los fluidos, pérdidas de carga admisible, diferencia de temperaturas y capacidad de transmisión de calor.

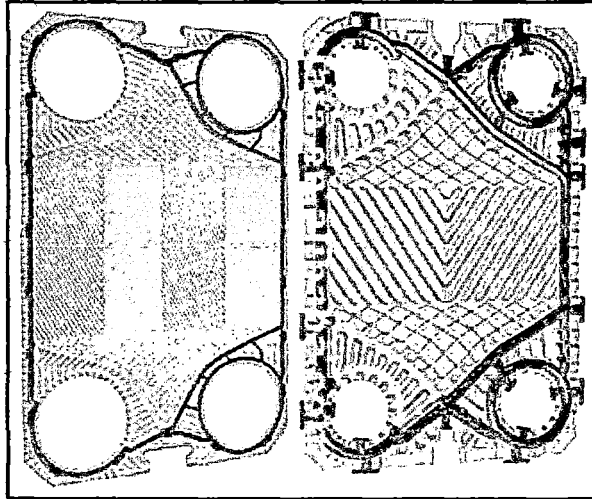


Figura 1.14 Tipos de placas, Kerner Jeff (1993)

D) Paso

Es de un paso cuando los fluidos solo pasan una vez por las placas del intercambiador; y de varios pasos, pueden ser de dos pasos para cada fluido o tan solo de un paso para uno de ellos y dos para el otro.

E) Distribución de Flujo

Según como estén dispuestas las placas se obtienen diferentes posibilidades en los pasos de los fluidos.

E.1) Flujo en Serie

Una corriente continua cambia de dirección después de cada recorrido vertical.

E.2) Flujo en Paralelo

La corriente principal se divide en varias sub corrientes para converger posteriormente en una sola.

a) Disposición en Z

Ambas corrientes fluyen en paralelo, pero el punto de salida se encuentra al lado opuesto de la entrada.

b) Disposición en U

Ambas corrientes fluyen en paralelo, pero los puntos de entrada y salida se encuentran al mismo lado del intercambiador.

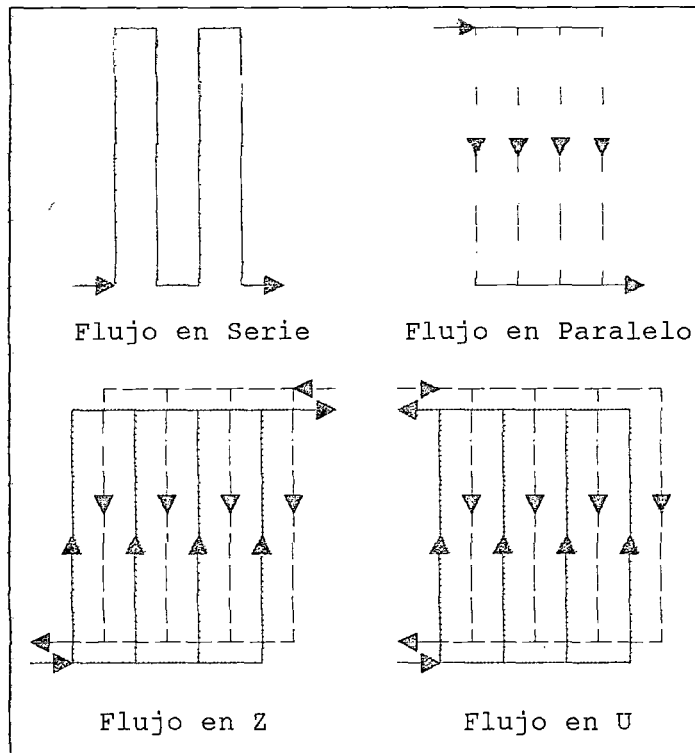


Figura 1.15 Modelos de flujo y arreglos

1.2. Especificaciones de Proceso de un Intercambiador

Diseñar un equipo, significa decidir sus características de modo que dicho equipo sea apto para llevar a cabo un determinado servicio. Este servicio está definido por las condiciones de proceso que se deben satisfacer, y el diseñador debe buscar el cumplimiento de estas condiciones del modo más económico posible. Los datos de proceso a los que debe ajustarse el diseño son:

1.2.1. Especificaciones sobre la Performance Térmica

$$Q = m_c \cdot C_{p_c} \cdot (T_{ec} - T_{sc}) \text{ y } Q = m_f \cdot C_{p_f} \cdot (T_{ef} - T_{sf}) \quad (3.3)$$

Fluido caliente : T_{ec} , T_{sc} , m_c

Fluido frío : T_{ef} , T_{sf} , m_f

Donde:

T_{ec} = Temperatura de entrada del fluido caliente (°C)

T_{sc} = Temperatura de salida del fluido caliente (°C)

T_{ef} = Temperatura de entrada del fluido frío (°C)

T_{sf} = Temperatura de salida del fluido frío (°C)

m_c = Flujo másico del fluido caliente (kg/h)

m_f = Flujo másico del fluido frío (kg/h)

Vemos que las variables de este sistema de ecuaciones son 7: m_c , m_f , T_{ec} , T_{sc} , T_{ef} , T_{sf} y Q . de estas variables, para que el problema quede

definido se deben definir 5, con los que las dos restantes se calculan por medio de las ecuaciones 1 y 2.

Por ejemplo, una situación común es la de tener definidos los caudales de proceso, las temperaturas de entrada, y las temperatura que se quiere lograr en una de las corrientes (T_{sc} o T_{sf}). La otra de estas temperaturas y el valor de Q se calculan entonces a partir de las ecuaciones 1 y 2.

Otras veces, interesa enfriar un determinado caudal m_c desde una temperatura T_{ec} hasta una temperatura T_{sc} . Para ello se dispone de agua de refrigeración a una cierta temperatura t_1 . Las condiciones de diseño de los sistemas de enfriamiento industrial, frecuentemente limita la temperatura de retorno del agua de refrigeración. En estos casos, entonces, la temperatura T_{sf} es también un dato de proceso, y con las ecuaciones 1 y 2 se calculan m_c y Q .

1.2.2. Especificaciones sobre la Pérdida de Carga de las Corrientes

Fluido caliente : ΔP_{ac}

Fluido frío : ΔP_{af}

Donde:

ΔP_{ac} = Pérdida de carga máxima tolerable para el fluido caliente (Pa)

ΔP_{af} = Pérdida de carga máxima tolerable para el fluido frío (Pa)

Para mejorar los coeficientes de transferencia de un intercambiador de calor es preciso aumentar la velocidad de los fluidos. Sin embargo, el aumento de velocidad acarrea un aumento en la pérdida de carga de los fluidos, lo cual implica mayor potencia de bombeo o puede hacer que el equipo no se adapte a las condiciones de proceso. Al aumentar el coeficiente de transferencia el área del equipo necesaria disminuye.

De este modo, el problema puede plantearse como el de obtención de una solución óptima balanceando los mayores costos de inversión (mayor área) y reducido costo operativo (baja pérdida de carga) contra las alternativas opuestas.

Puede ocurrir también que la pérdida de carga máxima admisible para cada fluido sea un dato de proceso al cual deba ajustarse el diseñador. En este caso, se tratara de aprovechar al máximo esta pérdida de carga de modo de lograr los mayores coeficientes de transferencia de calor posibles.

En caso que el equipo este destinado a un nuevo proceso, puede ocurrir que sea el diseñador quien fije el valor de la pérdida de carga con que trabajara el intercambiador, y luego se especificaran las bombas necesarias para lograr vencer esta caída de presión.

En estos casos, el problema consiste en balancear un mayor costo del intercambiador contra una mayor potencia de bombeo, debiéndose obtener la solución económicamente más conveniente.

1.2.3. Coeficientes de Ensuciamiento

Fluido caliente : R_{fc}
Fluido frío : R_{ff}

Donde:

R_{fc} = Resistencia a la incrustación del fluido caliente ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)
 R_{ff} = Resistencia a la incrustación del fluido frío ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)

La responsabilidad de fijar el valor del coeficiente de ensuciamiento no corresponde al ingeniero de diseño.

El valor de la resistencia de ensuciamiento es un dato que pertenece a la tecnología del proceso, y el mismo debe ser suministrado a los ingenieros de diseño como son las propiedades físicas de las corrientes manejadas.

En los casos en que el diseño de un intercambiador de calor sea realizado por la firma constructora, es fundamental que el comprador del equipo incluya el dato de r_f en la especificación técnica con la que se hace el llamado a licitación, puesto que de este modo se asegura que las ofertas percibidas de los distintos proveedores sean homogéneas y comparables.

En ciertos casos, el diseñador podrá, de acuerdo con su experiencia, sugerir valores de resistencia de ensuciamiento, los cuales podrán o no ser aceptados por el comitente, pero de todos modos, ambas partes deben siempre acordar cual será el valor de r_f en que se basará el diseño.

1.2.4. Limitaciones Geográficas

Por lo general, existen siempre restricciones al diseño basadas en consideraciones mecánicas o de espacio. Estas son, por ejemplo, largo máximo del equipo, altura, posición de trabajo (horizontal o vertical), posición relativa de las conexiones, etc. Es conveniente que el diseñador de un equipo se interiorice siempre de las características de la planta en la que será instalado, particularmente en lo que se refiere a su lugar de emplazamiento. Se debe hacer notar que la solución a un problema de diseño no es única, sino que por lo general existen varias alternativas posibles, y de este modo, el diseñador podrá elegir la que más se adecue a los requerimientos particulares del caso.

1.3. Visual Basic 6.0

Visual Basic 6.0 es un lenguaje de programación orientado a objetos u orientada al evento creado por la Microsoft. Este lenguaje incorpora todas las herramientas necesarias para la creación de cualquier aplicación para Windows.

Al ser Windows un entorno multitarea, varias aplicaciones pueden ejecutarse a la vez (esta es una de las diferencias entre este sistema operativo y otros como MS-DOS); entonces las aplicaciones permanecen a la espera de acciones de parte del usuario, de parte de sí mismas o del sistema operativo para ejecutar una parte de su código y volver al estado de espera. Estas acciones se denominan eventos y el código que se ejecuta son funciones y métodos, todos estos se encuentran dentro de unas entidades llamadas Objetos.

Con ella se puede crear desde una simple calculadora hasta una hoja de cálculo de la talla de Excel, pasando por un procesador de textos o cualquier otra aplicación que se le ocurra al programador. Sus aplicaciones en ingeniería son casi ilimitadas: representación de movimientos mecánicos o de funciones matemáticas, gráficas termodinámicas, simulación de circuitos, o bien, cualquier aplicación que se le ocurra al programador. (1, 6, 10)

1.3.1. Objetos o Controles

Los controles son objetos con interfaz gráfica, que tienen ciertas características que les dan forma, que ejecutan ciertas acciones y controlan su funcionamiento. Estas características son: Propiedades, Métodos, Funciones y Eventos. Cada formulario (ventana), menú o control que se crea con Visual Basic es un módulo auto contenido llamado objeto. Los bloques básicos de construcción de una aplicación con Visual Basic son los objetos.

A) CommandButton

El control CommandButton o Botón de comando, nos permite ejecutar alguna rutina, función o procedimiento, generalmente en el evento Click del mismo, para realizar de esta manera alguna tarea dentro del programa.

B) OptionButton

El control OptionButton o Botones de opción permiten decidir entre una serie de opciones. Al estar contenido dentro de un marco, solamente uno podrá estar activo. La propiedad más importante es la propiedad Value, que indica si está activo el botón (True) o no (False).

C) Label

El control Label o Etiqueta es un simple control que se utiliza para mostrar texto, descripciones, información para el programa. La propiedad más importante de este objeto es la propiedad Caption, la cual es una cadena de caracteres con el texto a presentar en el control.

D) Text Box

El control TextBox o Caja de texto se utiliza para ingresar y/o visualizar texto (es un control de entrada de datos). La propiedad más importante de las cajas de texto es la propiedad Text, que representa el texto contenido en el control.

E) ComboBox

El control ComboBox o Cajas combinadas son muy utilizado en los programas nos permite mediante una lista desplegable poder seleccionar elementos, como también es posible introducir elementos a la misma.

F) Frame

El control Frame o Marco sirve como contenedores de otros controles, con un título en su parte superior. Son de utilidad para los botones de opción, ya que éstos deberán estar contenidos dentro de un marco para funcionar correctamente. La propiedad más sobresaliente de este control es la propiedad Caption que es el título que aparecerá la parte superior del control.

G) PictureBox

El control PictureBox o Cajas de Dibujo es de suma utilidad para realizar gráficos. Este es el control gráfico más potente y general de Visual Basic 6.0. Se trata de una especie de formulario reducido, pues puede contener imágenes y otros tipos de controles tales como botones, labels, cajas de texto, etc.

H) Data

El Data o Control de Datos permite manejar los registros de una o más tablas en un formulario. Se puede acceder a los registros para actualizarlos, imprimirlos, etc. El control Data nos ayuda a crear de una forma muy sencilla aplicaciones para poder acceder y administrar bases de datos sin escribir casi ninguna instrucción.

I) Adodc

Este control es muy similar al control Data y permite conectarnos a una gran variedad de tipos de base de datos a través de los archivos de vínculo de datos o de los ODBC (Conexión de Base de Datos Abierta).

J) MSFlexGrid

El MSFlexGrid puede usarse para mostrar registros múltiples en una cuadrícula. No puede usarse para editar datos o agregar y eliminar registros.

K) DBGrid

El control DBGrid permite listar los registros de una tabla de un formulario. Al listar los registros se puede actualizar, y adicionar nuevos registros.

L) DataGrid

Este control es muy similar al control DbGrid y permite mostrar varios registros a la vez, para ello, solo le debe asignar su propiedad DataSource donde se indica el nombre del control ADO (Objetos de Datos ActiveX).

M) DataReport

El objeto DataReport permite generar informes a partir de los registros de una base de datos.

1.3.2. Propiedades

El conjunto de datos que describen las características de un objeto se le conoce como sus propiedades. Para un formulario tenemos por ejemplo, las propiedades BackColor (color de fondo), Height (altura).

Algunas propiedades no solo determinan el aspecto que tiene el objeto, sino que además pueden determinar su comportamiento; por ejemplo, la propiedad MaxButton establece si el formulario tendrá o no el botón Maximizar. La presencia o ausencia de este botón determinará si el formulario se puede o no maximizar.

1.3.3. Procedimientos

Un procedimiento representa la definición o declaración de un objeto. Los procedimientos se encuentran dentro de los módulos, y contienen el conjunto de instrucciones que se ejecutan cuando el usuario realiza algún evento sobre el objeto, o cuando estos son llamados por su nombre. Un procedimiento viene representado por un nombre, los

argumentos (constantes, variables o expresiones) y el código que compone el cuerpo del procedimiento. Algunos procedimientos sólo vienen representados con un nombre, es decir, sin argumentos, y otros vienen representados con el nombre del procedimiento, los argumentos y el nombre del evento que activa dicho objeto.

1.3.4. Eventos

Un evento es una acción que es reconocida por el objeto. Un evento ocurre (se dispara) como resultado de la interacción del usuario con el objeto. También puede dispararse debido a la ejecución de código (sentencias) o como resultado de la interacción de otro objeto con el objeto de poseedor del evento. Para un formulario tenemos por ejemplo; el evento Load que se dispara cuando se carga el formulario; o el evento Click para un botón de comando, se dispara cuando se hace clic sobre él.

1.3.5. Métodos

Los métodos son tareas que un objeto puede realizar. Los métodos son funciones que también son llamadas desde el programa, pero a diferencia de los procedimientos no son codificados por el programador. Los métodos, son llamados desde código en Visual Basic de la misma manera como se hace referencia a una propiedad del control. Cada tipo de objeto o control poseen sus propios métodos, aunque algunos tipos objetos tienen métodos comunes.

Los métodos son un conjunto de procedimientos que permiten que un objeto ejecute una acción o tarea sobre sí mismo. Por ejemplo, para un formulario tenemos el método Hide que hará que el formulario se oculte; o el método Show que hará que el formulario se vuelva a mostrar.

1.3.6. Funciones

Son similares a los procedimientos pero con la diferencia de que la finalidad es devolver explícitamente un valor; sea éste numérico, una cadena de texto, un objeto o lo que fuere.

1.3.7. Variables

Las variables son espacios en la memoria donde se guarda un tipo de dato y se utilizan para almacenar valores temporalmente durante la ejecución de una aplicación. A estos espacios de memoria se accede mediante un identificador que es el nombre de la variable.

1.3.8. Módulos

Son ficheros independientes con la extensión .bas, que contienen trozos de código en los cuales normalmente se declaran variables globales del sistema.

A) Módulos de Formulario

Los módulos de formulario se almacenan en un archivo con extensión .frm, y son la base de la mayoría de las aplicaciones de Visual Basic. Pueden contener procedimientos que controlen eventos, procedimientos generales y declaraciones a nivel de formulario de variables, constantes, tipos y procedimientos externos. Si examina un módulo de formulario con un editor de textos, podrá ver las descripciones del formulario y sus controles, así como los valores de sus propiedades. El código que se escribe en un módulo de formulario, es específico de la aplicación a la que pertenece el formulario y puede hacer referencia a otros formularios u objetos de la aplicación.

B) Módulos Estándar

Los módulos estándar trabajan independientemente de la aplicación y se almacenan en un archivo con extensión .bas. En ocasiones, el programador necesitará declarar módulos generales, que contengan códigos que puedan ser utilizados desde varios formularios, para así evitar tener que volver a repetir el código. Pueden contener declaraciones disponibles para toda la aplicación o a nivel de módulo de variables, constantes, tipos, procedimientos externos y procedimientos globales. Es posible reutilizar un módulo estándar en distintas aplicaciones, si tiene cuidado de no hacer referencia a controles o formularios por su nombre.

CAPITULO II

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR

2.1. Procedimiento de Diseño para Intercambiadores de Doble Tubo

Desarrollaremos a continuación los pasos a seguir para el diseño de un intercambiador de doble tubo, por el método de Kern.

2.1.1. Condiciones de Proceso

En este apartado se deben especificar las condiciones de proceso, es decir que se conocen los caudales, temperaturas de entrada y salida, pérdidas de carga admisibles en ambas corrientes y resistencia de ensuciamiento.

Las condiciones de proceso requeridas para ambos fluidos, son:

Fluido caliente : $T_{ec}, T_{sc}, m_c, \Delta P_{ac}, r_c$.

Fluido frío : $T_{ef}, T_{sf}, m_f, \Delta P_{af}, r_f$.

2.1.2. Especificar las Propiedades Físicas de los Fluidos

$$T_{mc} = \frac{T_{ec} + T_{sc}}{2} \quad \text{y} \quad T_{mf} = \frac{T_{ef} + T_{sf}}{2} \quad (2.1)$$

Donde:

T_{mc} = Temperatura promedio del fluido caliente ($^{\circ}\text{C}$)

T_{mf} = Temperatura promedio del fluido frío ($^{\circ}\text{C}$)

Tabla 2.1 Propiedades físicas de los fluidos de proceso

Fluido Caliente (T_{mc})	Fluido Frío (T_{mf})
ρ_c [kg/m^3]	ρ_f [kg/m^3]
C_{pc} [$\text{kJ}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$]	C_{pf} [$\text{kJ}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$]
k_c [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$]	k_f [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$]
μ_c [$\text{m}\cdot\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$]	μ_f [$\text{m}\cdot\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$]
R_{fc} [$\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{W}$]	R_{ff} [$\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{W}$]

Donde:

ρ_c = Densidad del fluido caliente (kg/m^3)

C_{pc} = Calor específico del fluido caliente ($\text{kJ}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$)

k_c = Conductividad térmica del fluido caliente (W/m.°C)
 μ_c = Viscosidad del fluido caliente (kg/m.s)
 ρ_f = Densidad del fluido frío (kg/m³)
 C_{p_f} = Calor específico del fluido frío (kJ/kg.°C)
 k_f = Conductividad térmica del fluido frío (W/m.°C)
 μ_f = Viscosidad del fluido frío (kg/m.s)

2.1.3. Características de los Tubos

Lado del tubo interior y del anillo: d_i , d_o , D_i , L , k_w

Donde:

d_i = Diámetro interno del tubo interior (m)
 d_o = Diámetro externo del tubo interior (m)
 D_i = Diámetro interno del tubo exterior (m)
 L = Longitud de una horquilla (m)
 k_w = Conductividad térmica del material del tubo interior (W/m.K)

2.1.4. Tasa de Transferencia de Calor

$$Q = m_c \cdot C_p \cdot \Delta T = m_c \cdot C_{p_c} \cdot (T_{ec} - T_{sc}) = m_f \cdot C_{p_f} \cdot (T_{ef} - T_{sf}) \quad (2.2)$$

Donde:

Q = Tasa de transferencia de Calor (W)

2.1.5. Diferencia de Temperatura Media Logarítmica

A) Flujo en Contracorriente

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)} \quad (2.3)$$

Donde:

$\Delta T_1 = T_{ec} - T_{sf}$ (°C)
 $\Delta T_2 = T_{sc} - T_{ef}$ (°C)
 $\Delta T_{lm} = \Delta T_1$, si $\Delta T_1 = \Delta T_2$

B) Flujo en Paralelo

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)} \quad (2.4)$$

Donde:

$\Delta T_1 = T_{ec} - T_{ef}$ (°C)
 $\Delta T_2 = T_{sc} - T_{sf}$ (°C)
 ΔT_{lm} = Diferencia de temperatura media logarítmica (°C)

2.1.6. Ubicación de los Fluidos

El curso de los fluidos se considera de acuerdo a los caudales y las áreas de sección transversal. El fluido que tenga mayor caudal se envía por el lado que ofrezca mayor área para disminuir las caídas de presión.

2.1.7. Área de Flujo de la Sección Transversal del Tubo Interior

$$a_t = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \quad (2.5)$$

Donde:

a_t = Área de flujo de la sección transversal del tubo interior (m^2)

2.1.8. Velocidad Másica del Fluido que Circula en el Tubo Interior

$$G_t = \frac{m_t}{a_t} \quad (2.6)$$

Donde:

G_t = Velocidad másica del fluido que circula en el tubo interior ($kg/m^2 \cdot s$)

m_t = Flujo másico del fluido que circula en el tubo interior (kg/h)

2.1.9. Número de Reynolds del Fluido que Circula en el Tubo Interior

$$Re_t = \frac{d_i \cdot G_t}{\mu_t} \quad (2.7)$$

Donde:

Re_t = Número de Reynolds del fluido que circula en el tubo interior

μ_t = Viscosidad del fluido que circula en el tubo interior ($kg/m \cdot s$)

2.1.10. Número de Prandtl del Fluido que Circula en el Tubo Interior

$$Pr_t = \frac{C_{p_t} \cdot \mu_t}{k_t} \quad (2.8)$$

Donde:

Pr_t = Número de Prandtl del fluido que circula en el tubo interior

C_{p_t} = Calor específico del fluido que circula en el tubo interior ($kJ/kg \cdot ^\circ C$)

k_t = Conductividad térmica del fluido que circula en el tubo interior ($W/m \cdot ^\circ C$)

2.1.11. Coeficiente Individual de Película para el Lado del Tubo Interior

Para flujo laminar ($Re_t \leq 2100$) en tuberías, la ecuación de Seider–Tate es usado:

$$h_i = \left(\frac{k_t}{d_i} \right) 1.86 \text{Re}_t^{1/3} \text{Pr}_t^{1/3} \left(\frac{d_i}{L} \right)^{1/3} \quad [\text{Re}_t \leq 2100] \quad (2.9)$$

Para la región de transición ($2100 < \text{Re}_t < 10000$), la ecuación de Hausen es usado:

$$h_i = \left(\frac{k_t}{d_i} \right) 0.116 (\text{Re}_t^{2/3} - 125) \text{Pr}_t^{1/3} \left[1 + \left(\frac{d_i}{L} \right)^{1/3} \right] \quad [2100 < \text{Re}_t < 10000] \quad (2.10)$$

Para flujo turbulento ($\text{Re}_t \geq 10000$), la ecuación de Seider-Tate es usado:

$$h_i = \left(\frac{k_t}{d_i} \right) 0.027 \text{Re}_t^{0.8} \text{Pr}_t^{1/3} \quad [\text{Re}_t \geq 10000] \quad (2.11)$$

Donde:

h_i = Coeficiente de película para el lado del tubo interior ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

2.1.12. Área de Flujo de la Sección Transversal del Anillo

$$a_a = \frac{\pi (D_i^2 - d_o^2)}{4} \quad (2.12)$$

Donde:

a_a = Área de flujo de la sección transversal del anillo (m^2)

2.1.13. Velocidad Másica del Fluido que Circula en el Anillo

$$G_a = \frac{m_a}{a_a} \quad (2.13)$$

Donde:

G_a = Velocidad másica del fluido que circula en el anillo ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

m_a = Flujo másico del fluido que circula en el anillo (kg/h)

2.1.14. Diámetro Equivalente para el Lado del Anillo

$$D_e = \frac{(D_i^2 - d_o^2)}{d_o} \quad (2.14)$$

Donde:

D_e = Diámetro equivalente para el lado del anillo (m)

2.1.15. Número de Reynolds del Fluido que Circula en el Anillo

$$\text{Re}_a = \frac{D_e G_a}{\mu_a} \quad (2.15)$$

Donde:

Re_a = Número de Reynolds del fluido que circula en el anillo

μ_a = Viscosidad del fluido que circula en el anillo (kg/m.s)

2.1.16. Número de Prandtl del Fluido que Circula en el Anillo

$$Pr_a = \frac{Cp_a \cdot \mu_a}{k_a} \quad (2.16)$$

Donde:

Pr_a = Número de Prandtl del fluido que circula en el anillo

Cp_a = Calor específico del fluido que circula en el anillo (kJ/kg.°C)

k_a = Conductividad térmica del fluido que circula en el anillo (W/m.°C)

2.1.17. Coeficiente Individual de Película para el Lado del Anillo

Para flujo laminar ($Re_a \leq 2100$) en tuberías, la ecuación de Seider-Tate es usado:

$$h_o = \left(\frac{k_a}{D_c} \right) 1.86 Re_a^{1/3} Pr_a^{1/3} \left(\frac{D_c}{L} \right)^{1/3} [Re_a \leq 2100] \quad (2.17)$$

Para la región de transición ($2100 < Re_a < 10000$), la ecuación de Hausen es usado:

$$h_o = \left(\frac{k_a}{D_c} \right) 0.116 (Re_a^{2/3} - 125) Pr_a^{1/3} \left[1 + \left(\frac{D_c}{L} \right)^{1/3} \right] [2100 < Re_a < 10000] \quad (2.18)$$

Para flujo turbulento ($Re_a \geq 10000$), la ecuación de Seider-Tate es usado:

$$h_o = \left(\frac{k_a}{D_c} \right) 0.027 Re_a^{0.8} Pr_a^{1/3} [Re_a \geq 10000] \quad (2.19)$$

Donde:

h_o = Coeficiente de película para el lado del anillo (W/m².°C)

2.1.18. Temperatura de la Pared del Tubo

$$h_o \left(\frac{\mu_a}{\mu_{aw}} \right)^{0.14} (T_{ma} - T_w) = h_i \frac{d_i}{d_o} \left(\frac{\mu_i}{\mu_{tw}} \right)^{0.14} (T_w - T_{mt}) \quad (2.20)$$

Donde:

T_w = Temperatura media de la pared del tubo (°C)

T_{mt} = Temperatura media del fluido que circula en el tubo interior (°C)

T_{ma} = Temperatura media del fluido que circula en el anillo (°C)

μ_{tw} = Viscosidad del fluido que circula en el tubo interior a T_w (kg/m.s)

μ_{aw} = Viscosidad del fluido que circula en el anillo a T_w (kg/m.s)

2.1.19. Corrección de los Coeficientes de Película por Viscosidad

$$h_o = h_o \left(\frac{\mu_a}{\mu_{aw}} \right)^{0.14} \quad \text{y} \quad h_i = h_i \left(\frac{\mu_t}{\mu_{tw}} \right)^{0.14} \quad (2.21)$$

Donde:

h_i = Coeficiente de película corregido para el lado del tubo interior
(W/m².°C)

h_o = Coeficiente de película corregido para el lado del anillo
(W/m².°C)

2.1.20. Coeficiente Total de Transferencia de Calor

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} \frac{d_o}{d_i} + R_{fi} \frac{d_o}{d_i} + \frac{d_o}{2k_w} \ln \left(\frac{d_o}{d_i} \right) + R_{fo} + \frac{1}{h_o} \quad (2.22)$$

Donde:

R_{fi} = Factor de incrustación del fluido que circula en el tubo interior
(m².°C/W)

R_{fo} = Factor de incrustación del fluido que circula en el anillo
(m².°C/W)

U = Coeficiente global de transferencia de calor (m².°C/W)

2.1.21. Área Necesaria o Requerida para la Transferencia de Calor

$$A_n = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{lm}} \quad (2.23)$$

Donde:

A_n = Área necesaria para la transferencia de calor (m²)

2.1.22. Área de Transferencia de Calor por Horquilla

$$A_{hp} = 2(\pi \cdot d_o \cdot L) \quad (2.24)$$

Donde:

A_{hp} = Área de transferencia de calor por horquilla (m²)

2.1.23. Numero de Horquillas

$$N_{hp} = A_n / A_{hp} \quad (2.25)$$

Donde:

N_{hp} = Numero de horquillas

2.1.24. Área Disponible o de Diseño

$$A_d = N_{hp} (2\pi \cdot d_o \cdot L) \quad (2.26)$$

Donde:

$$A_d = \text{Área de diseño (m}^2\text{)}$$

2.1.25. Porcentaje de Exceso de Área

$$\% \text{Exceso} = \left(\frac{A_d - A_n}{A_n} \right) \times 100\% \quad [10\% < \% \text{Exceso} < 20\%] \quad (2.27)$$

Donde:

$$\% \text{ Exceso} = \text{Porcentaje de exceso de área (\%)}$$

2.1.26. Factor de Fricción en el Lado del Tubo Interior

Para flujo laminar ($Re_t \leq 2100$), la ecuación de Hagen-Poiseuille es usado:

$$f_t = 16Re_t^{-1} \quad [Re_t \leq 2100] \quad (2.28)$$

Para flujo turbulento ($Re_t > 2100$), la ecuación de Wilson, McAdams y Seltzer es usado:

$$f_t = 0.0035 + 0.264Re_t^{-0.42} \quad [Re_t > 2100] \quad (2.29)$$

Donde:

$$f_t = \text{Factor de fricción en el lado del tubo interior}$$

2.1.27. Caída de Presión en el Lado del Tubo Interior

$$\Delta P_t = 4f_t \left(\frac{L_t}{d_i} \right) \left(\frac{G_t^2}{2\rho_t} \right) \left(\frac{\mu_t}{\mu_{tw}} \right)^m \quad (2.30)$$

Donde:

$$L_t = \text{Longitud total del intercambiador (m)} = 2N_{hp} \cdot L$$

$$\rho_t = \text{Densidad del fluido que circula en el tubo interior (kg/m}^3\text{)}$$

$$m = -0.25 \text{ para flujo laminar, } Re_t < 2100$$

$$m = -0.14 \text{ para flujo turbulento, } Re_t > 2100$$

2.1.28. Diámetro Hidráulico en el Lado del Anillo

$$D_h = D_i - d_o \quad (2.31)$$

Donde:

$$D_h = \text{Diámetro hidráulico en el lado del anillo (m)}$$

2.1.29. Numero de Reynolds para el Calculo de la Caída de Presión en el Lado del Anillo

$$Re'_a = \frac{D_h \cdot G_a}{\mu_a} \quad (2.32)$$

Donde:

Re'_a = Número de Reynolds para el calculo de la caída de presión en el lado del anillo

2.1.30. Factor de Fricción en el Lado del Anillo

Para flujo laminar ($Re'_a \leq 2100$), la ecuación de Hagen-Poiseuille es usado:

$$f_a = 16 (Re'_a)^{-1} [Re'_a \leq 2100] \quad (2.33)$$

Para flujo laminar ($Re'_a > 2100$), la ecuación de Wilson, McAdams y Seltzer es usado:

$$f_a = 0.0035 + 0.264 (Re'_a)^{-0.42} [Re'_a > 2100] \quad (2.34)$$

Donde:

f_a = Factor de fricción en el lado del anillo

2.1.31. Caída de Presión en el Lado del Anillo

A) Caída de Presión en la Parte Recta del Anillo

$$\Delta P_{ra} = 4f_a \left(\frac{L_t}{D_h} \right) \left(\frac{G_a^2}{2\rho_a} \right) \left(\frac{\mu_a}{\mu_{aw}} \right)^m \quad (2.35)$$

Donde:

ρ_a = Densidad del fluido que circula en el anillo (kg/m^3)

m = -0.25 para flujo laminar, $Re_a < 2100$

m = -0.14 para flujo turbulento, $Re_a > 2100$

ΔP_a = Caída de presión en la parte recta del anillo (Pa)

B) Caída de Presión en las Entrada y Salida del Anillo

$$\Delta P_{esa} = N_{hp} \left(\frac{G_a^2}{2\rho_a} \right) \quad (2.36)$$

$$\Delta P_a = \Delta P_{ra} + \Delta P_{esa} \quad (2.37)$$

Donde:

ΔP_{esa} = Caída de presión en la entrada y salida del anillo (Pa)

ΔP_a = Caída de presión en el lado del anillo (Pa)

2.1.32. Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiador de Calor de Doble Tubo

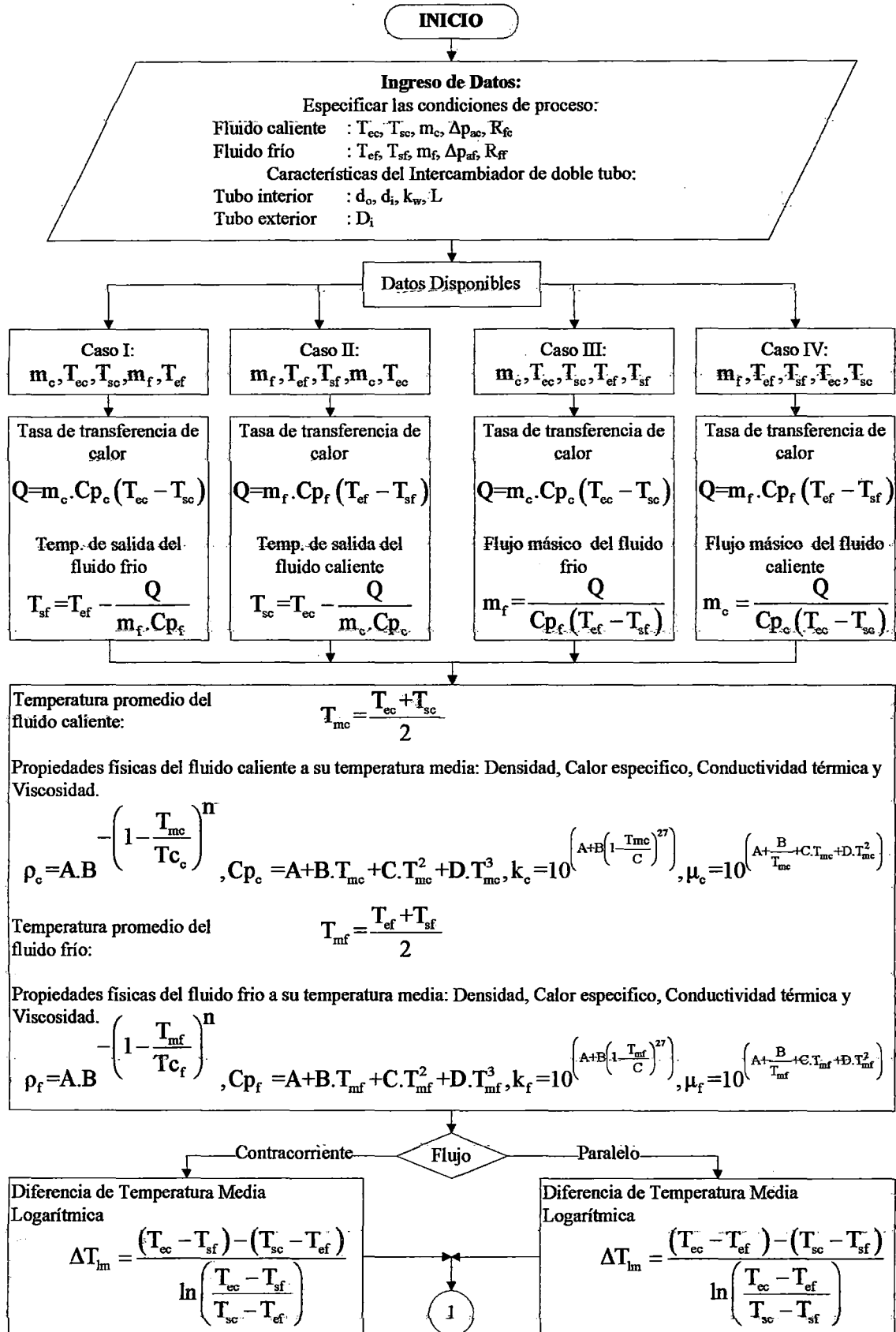


Figura 2.1 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Doble Tubo

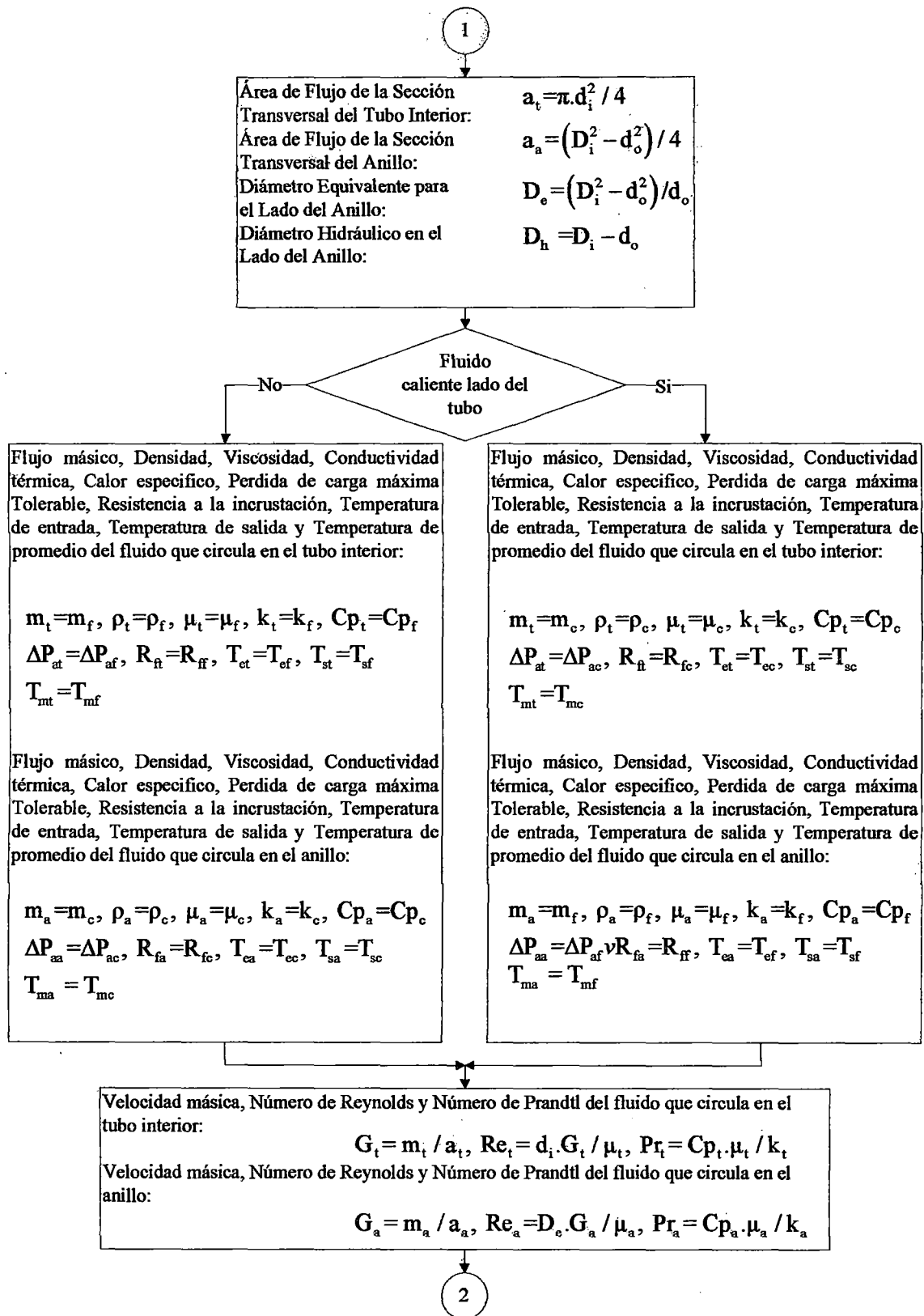


Figura 2.1 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Doble Tubo (continuación)

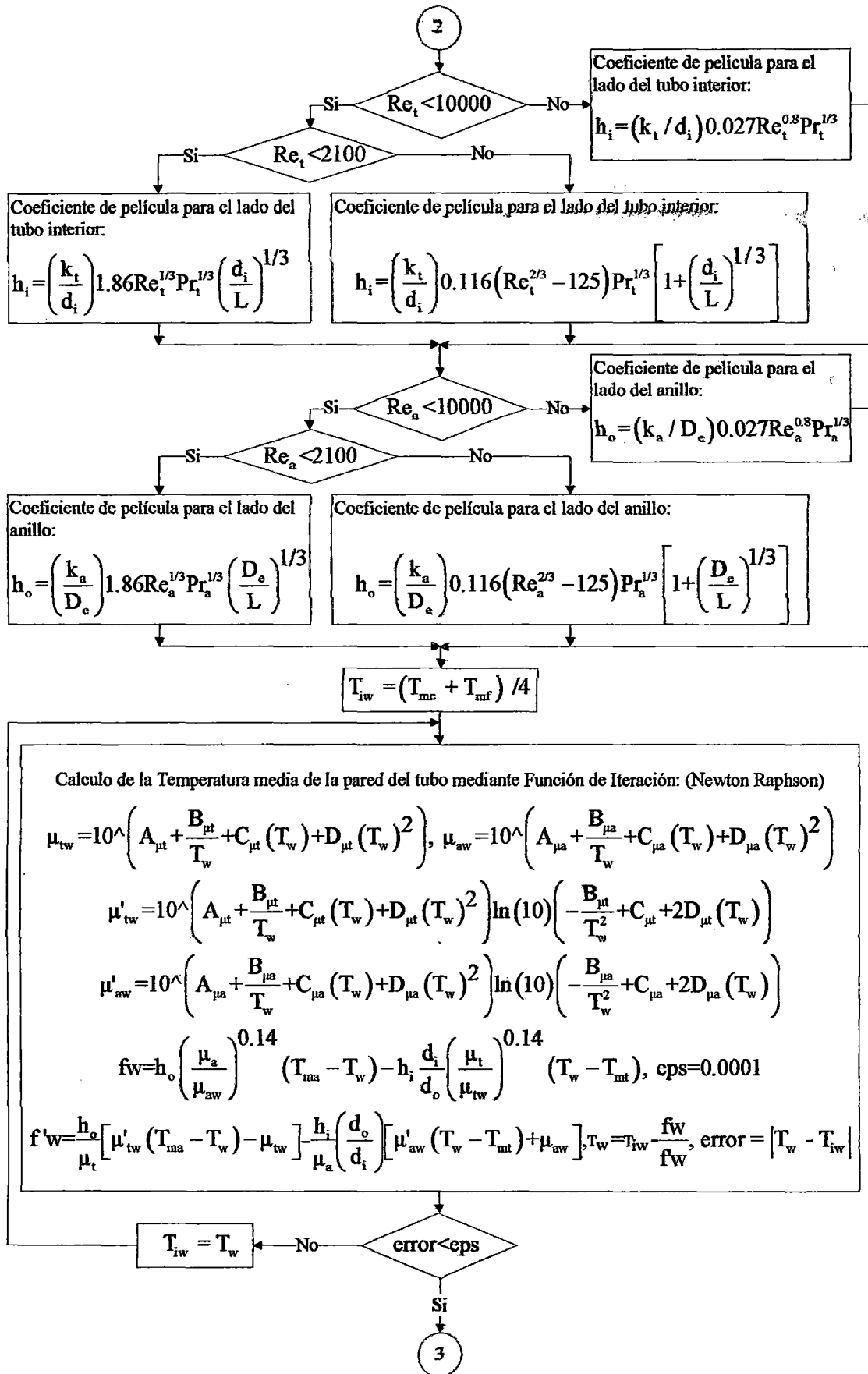


Figura 2.1 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Doble Tubo (continuación)

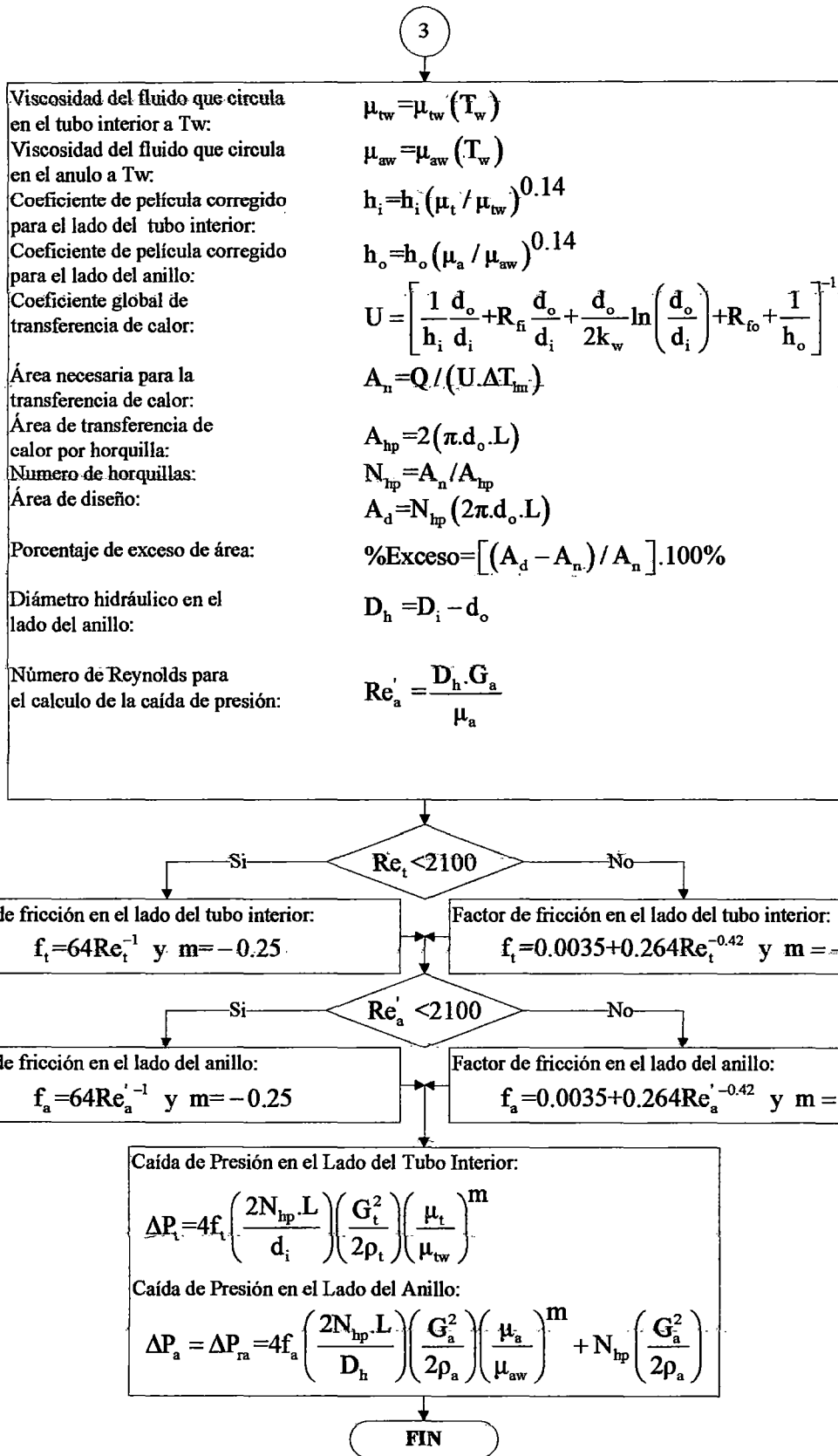


Figura 2.1 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Doble Tubo (conclusión)

2.2. Procedimiento de Diseño para Intercambiadores de Carcasa y Tubos

Desarrollaremos a continuación los pasos a seguir para el diseño de un intercambiador de carcasa y tubo, por el método de Kern.

Supondremos que ya se han especificado las condiciones de proceso indicadas en el punto anterior y por consiguiente especificar las propiedades físicas de los fluidos a la temperatura media.

2.2.1. Características del Intercambiador

Tipo de intercambiador (cabezal fijo, tubos en U, cabezal flotante, etc.)
Lado de los tubos: d_o , d_i , k_w , L , N_p , n_p , P_t , N_t , BWG y arreglo del haz de tubos

Donde:

d_o = Diámetro exterior de los tubos (m)
 d_i = Diámetro interior de los tubos (m)
 k_w = Conductividad térmica del material del haz de tubos (W/m.K)
 L = Longitud de cada tubo (m)
 N_p = Número de pasos en los tubos
 P_t = Pitch, distancia entre centro de dos tubos adyacentes (m)
 N_t = Número de tubos
BWG = Calibre de los tubos (Espesor de la pared del tubo)
Arreglo de los tubos (Triangular o Cuadrado)

Lado de la carcasa: D_s , B , N_b

Donde:

D_s = Diámetro interno de la carcasa (mm)
 B = Separación entre baffles (mm)
 N_b = Número de baffles

2.2.2. Tasa de Transferencia de Calor

$$Q = m_c \cdot C_p \cdot \Delta T = m_c \cdot C_{p_c} \cdot (T_{c_c} - T_{c_s}) = m_f \cdot C_{p_f} \cdot (T_{c_f} - T_{s_f}) \quad (2.38)$$

Donde:

Q = Tasa de transferencia de Calor (W)

2.2.3. Diferencia de Temperatura Media Logarítmica

A) Flujo en Contracorriente

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)} \quad (2.39)$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)} \quad (2.39)$$

Donde:

$$\begin{aligned} \Delta T_1 &= T_{ec} - T_{sf} (\text{°C}) \\ \Delta T_2 &= T_{sc} - T_{ef} (\text{°C}) \\ \Delta T_{lm} &= \Delta T_1, \text{ si } \Delta T_1 = \Delta T_2 \end{aligned}$$

B) Flujo en Paralelo

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)} \quad (2.40)$$

Donde:

$$\begin{aligned} \Delta T_1 &= T_{ec} - T_{ef} (\text{°C}) \\ \Delta T_2 &= T_{sc} - T_{sf} (\text{°C}) \\ \Delta T_{lm} &= \text{Diferencia de temperatura media logarítmica (°C)} \end{aligned}$$

2.2.4. Ubicación de los Fluidos

Cuando no ocurre un cambio de fase, los factores que se enuncian a continuación determinarán la colocación de los fluidos, ya sea en la carcasa o en los tubos del intercambiador.

Corrosión. El fluido más corrosivo debe ir por los tubos del intercambiador. Esto puede reducir el costo de aleaciones o componentes caros de la carcasa.

Incrustación. El fluido que tenga la mayor tendencia a ensuciar o provocar costras en las superficies de transferencia de calor también debe colocarse en los tubos. Esto da mejor control sobre la velocidad de diseño del fluido, puesto que la mayor velocidad permisible en los tubos tendrá como efecto una reducción en la formación de costras, además los tubos serán más fáciles de limpiar que la carcasa.

Temperaturas. Si las temperaturas son tan altas que demandan aleaciones especiales, colocar el fluido más caliente en los tubos reducirá el costo. A temperaturas moderadas, si se dispone el fluido más caliente en los tubos se reducirá la temperatura en la superficie de la camisa y, por tanto, la necesidad de aislamiento para reducir las pérdidas de calor. Esto también se hace por razones de seguridad.

Caída de presión. Para iguales caídas de presión se obtienen mayores coeficientes de transferencia de calor en los tubos que en la camisa. Por eso, el fluido con la menor caída de presión permisible debe ubicarse en los tubos.

Viscosidad. En general, se obtienen un coeficiente de transferencia mayor colocando el fluido más viscoso en la carcasa, siempre y cuando el flujo sea turbulento. El número de Reynolds crítico para flujo turbulento en la carcasa es del orden de 200. Si no puede obtenerse un flujo turbulento en la camisa, es mejor colocar el fluido en los tubos ya

que allí puede predecirse el coeficiente de transferencia de calor con mayor certeza.

Tasas de flujo. Colocar en la camisa el fluido con la menor tasa de flujo, normalmente dará el diseño más económico.

2.2.5. Factor de Corrección de la Temperatura Media Logarítmica

$$R = \frac{(T_{ec} - T_{sc})}{(T_{sf} - T_{ef})} \text{ y } S = \frac{(T_{sf} - T_{ef})}{(T_{ec} - T_{ef})} \quad (2.41)$$

Si $R \neq 1$:

$$F_t = \frac{\sqrt{R^2 + 1}}{R - 1} \cdot \frac{\ln \left[\frac{(1 - P_x) / (1 - R \cdot P_x)}{\left[\frac{(2/P_x) - 1 - R + \sqrt{R^2 + 1}}{(2/P_x) - 1 - R - \sqrt{R^2 + 1}} \right]} \right]}{\ln \left[\frac{(2/P_x) - 1 - R + \sqrt{R^2 + 1}}{(2/P_x) - 1 - R - \sqrt{R^2 + 1}} \right]} \text{ y } P_x = \frac{1 - \left[\frac{R \cdot S - 1}{S - 1} \right]^{1/N_s}}{R - \left[\frac{R \cdot S - 1}{S - 1} \right]^{1/N_s}} \quad (2.42)$$

Si $R = 1$:

$$F_t = \frac{P_x \sqrt{R^2 + 1}}{(1 - P_x)} \cdot \frac{1}{\ln \left[\frac{(2/P_x) - 1 - R + \sqrt{R^2 + 1}}{(2/P_x) - 1 - R - \sqrt{R^2 + 1}} \right]} \text{ y } P_x = \frac{S}{(N_s - N_s \cdot S + S)} \quad (2.43)$$

2.2.6. Área de Sección Transversal de Cada Tubo

$$a'_t = \frac{\pi d_i^2}{4} \quad (2.44)$$

Donde:

a'_t = Área de sección transversal de cada tubo (m^2)

2.2.7. Numero de Tubos por Paso

$$n_p = \frac{N_t}{N_p} \quad (2.45)$$

Donde:

n_p = Numero de tubos por paso

2.2.8. Área Total de Flujo en el Lado de los Tubos

$$a_t = n_p \cdot a'_t \quad (2.46)$$

Donde:

a_t = Área de flujo en el lado de los tubos (m^2)

2.2.9. Distancia Libre Entre Dos Tubos

$$C = P_t - d_o \quad (2.47)$$

Donde:

C = Distancia libre entre dos tubos (m)

2.2.10. Área Total de Flujo en el Lado del Carcasa

$$a_s = \frac{D_s \cdot C \cdot B}{P_t} \quad (2.48)$$

Donde:

a_s = Área de flujo en el lado del carcasa (m²)

2.2.11. Diámetro Equivalente

A) Arreglo Cuadrado

$$D_e = \frac{4 \left(P_t^2 - \frac{\pi d_o^2}{4} \right)}{\pi d_o} \quad (2.49)$$

B) Arreglo Triangular

$$D_e = \frac{8 \left(0.5 \times 0.86 P_t^2 - 0.5 \frac{\pi d_o^2}{4} \right)}{\pi d_o} \quad (2.50)$$

Donde:

D_e = Diámetro equivalente para el lado de la carcasa (m)

2.2.12. Velocidad Másica del Fluido que Circula en el Haz de Tubos

$$G_t = \frac{m_t}{a_t} \quad (2.51)$$

Donde:

G_t = Velocidad másica del fluido que circula en el haz de tubos (kg/m².s)

2.2.13. Numero de Reynolds del Fluido que Circula en el Haz de Tubos

Donde:

Re_t = Número de Reynolds del fluido que circula en el haz de tubos

μ_t = Viscosidad del fluido que circula en el haz de tubos (kg/m.s)

2.2.14. Número de Prandtl del Fluido que Circula en el Haz de Tubos

$$Pr_t = \frac{Cp_t \cdot \mu_t}{k_t} \quad (2.53)$$

Donde:

Pr_t = Número de Prandtl del fluido que circula en el haz de tubos

Cp_t = Calor específico del fluido que circula en el haz de tubos
(kJ/kg.°C)

k_t = Conductividad térmica del fluido que circula en el haz de tubos
(W/m.°C)

2.2.15. Coeficiente Individual de Película para el Lado de los Tubos

Para flujo laminar ($Re_t \leq 2100$) en tuberías, la ecuación de Seider-Tate es usado:

$$h_t = \left(\frac{k_t}{d_i} \right) 1.86 Re_t^{1/3} Pr_t^{1/3} \left(\frac{d_i}{L} \right)^{1/3} [Re_t \leq 2100] \quad (2.54)$$

Para la región de transición ($2100 < Re_t < 10000$), la ecuación de Hausen es usado:

$$h_t = \left(\frac{k_t}{d_i} \right) 0.116 (Re_t^{2/3} - 125) Pr_t^{1/3} \left[1 + \left(\frac{d_i}{L} \right)^{1/3} \right] [2100 < Re_t < 10000] \quad (2.55)$$

Para flujo turbulento ($Re_t \geq 10000$), la ecuación de Seider-Tate es usado:

$$h_t = \left(\frac{k_t}{d_i} \right) 0.027 Re_t^{0.8} Pr_t^{1/3} [Re_t \geq 10000] \quad (2.56)$$

Donde:

h_t = Coeficiente película para el lado del haz de tubos (W/m².°C)

2.2.16. Velocidad Máfica del Fluido que Circula en la Carcasa

$$G_s = \frac{m_s}{a_s} \quad (2.57)$$

Donde:

G_s = Velocidad máfica del fluido que circula en la carcasa (kg/m².s)

2.2.17. Numero de Reynolds del Fluido que Circula en la Carcasa

$$Re_s = \frac{D_e \cdot G_s}{\mu_s} \quad (2.58)$$

Donde:

Re_s = Número de Reynolds del fluido que circula en la carcasa

μ_s = Viscosidad del fluido que circula en la carcasa (kg/m.s)

2.2.18. Número de Prandtl del Fluido que Circula en la Carcasa

$$Pr_s = \frac{Cp_s \cdot \mu_s}{k_s} \quad (2.59)$$

Donde:

Pr_s = Número de Prandtl del fluido que circula en la carcasa

Cp_s = Calor específico del fluido que circula en la carcasa (kJ/kg.°C)

k_s = Conductividad térmica del fluido que circula en la carcasa (W/m.°C)

2.2.19. Coeficiente Individual de Película para el Lado del Carcasa

La correlación sugerida por Kern, para una carcasa con baffles segmentados un 25%, es:

$$h_s = \left(\frac{k_s}{D_e} \right) 0.36 Re_s^{0.55} Pr_s^{1/3} \quad (2.60)$$

Donde:

h_s = Coeficiente de película para el lado de la carcasa (W/m².°C)

2.2.20. Temperatura de la Pared del Haz de Tubos

$$h_s \left(\frac{\mu_s}{\mu_{sw}} \right)^{0.14} (T_{ma} - T_w) = h_t \frac{d_i}{d_o} \left(\frac{\mu_t}{\mu_{tw}} \right)^{0.14} (T_w - T_{mt}) \quad (2.61)$$

Donde:

T_w = Temperatura media de la pared del haz de tubos (°C)

T_{mt} = Temperatura media del fluido que circula en el haz de tubos (°C)

T_{ma} = Temperatura media del fluido que circula en la carcasa (°C)

μ_{tw} = Viscosidad del fluido que circula en el haz de tubos a T_w (kg/m.s)

μ_{aw} = Viscosidad del fluido que circula en la carcasa a T_w (kg/m.s)

2.2.21. Corrección de los Coeficientes de Película por Viscosidad

$$h_s = h_s \left(\frac{\mu_s}{\mu_{aw}} \right)^{0.14} \quad \text{y} \quad h_t = h_t \left(\frac{\mu_t}{\mu_{tw}} \right)^{0.14} \quad (2.62)$$

Donde:

h_t = Coeficiente de película corregido para el lado del haz de tubos
(W/m².°C)

h_s = Coeficiente de película corregido para el lado de la carcasa
(W/m².°C)

2.2.22. Coeficiente Total de Transferencia de Calor

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} \frac{d_o}{d_i} + R_{fi} \frac{d_o}{d_i} + \frac{d_o}{2k_w} \ln \left(\frac{d_o}{d_i} \right) + R_{fo} + \frac{1}{h_o} \quad (2.63)$$

Donde:

R_{fi} = Factor de incrustación del fluido que circula en el tubo interior
(m².°C /W)

R_{fo} = Factor de incrustación del fluido que circula en el anillo
(m².°C /W)

U = Coeficiente global de transferencia de calor (m².°C /W)

2.2.23. Área Necesaria o Requerida para la Transferencia de Calor

$$A_n = \frac{Q}{U.Ft.\Delta T_{lm}} \quad (2.64)$$

Donde:

A_n = Área necesaria para la transferencia de calor (m²)

2.2.24. Área Disponible o de Diseño

$$A_d = N_t (\pi.d_o.L) \quad (2.65)$$

Donde:

A_d = Área de diseño (m²)

2.2.25. Porcentaje de Exceso de Área

$$\% \text{Exceso} = \left(\frac{A_d - A_n}{A_n} \right) \times 100\% \quad [10\% < \% \text{Exceso} < 20\%] \quad (2.66)$$

Donde:

% Exceso = Porcentaje de exceso de área (%)

2.2.26. Factor de Fricción en el Haz de Tubos

Para flujo laminar ($Re_t \leq 2100$), la ecuación de Hagen-Poiseuille es usado:

$$f_t = 16Re_t^{-1} [Re_t \leq 2100] \quad (2.67)$$

Para flujo laminar ($Re_t > 2100$), la ecuación de Wilson, McAdams y Seltzer es usado:

$$f_t = 0.0035 + 0.264Re_t^{-0.42} [Re_t > 2100] \quad (2.68)$$

Donde:

f_t = Factor de fricción en el haz de tubos

2.2.27. Caída de Presión en el Lado del Haz de Tubos

A) Caída de Presión en los Tramos Rectos

$$\Delta P_{rt} = 4f_t \left(\frac{L \cdot N_p}{d_i} \right) \left(\frac{G_t^2}{2\rho_t} \right) \left(\frac{\mu_t}{\mu_{tw}} \right)^m \quad (2.69)$$

Donde:

ΔP_{rt} = Caída de presión en los tramos rectos en el haz de tubos (Pa)

m = -0.25 para flujo laminar, $Re_t < 2100$

m = -0.14 para flujo turbulento, $Re_t > 2100$

B) Caída de Presión en los Retornos en los Cabezales

$$\Delta P_r = 4N_p \left(\frac{G_t^2}{2\rho_t} \right) \quad (2.70)$$

$$\Delta P_t = \Delta P_{rt} + \Delta P_r \quad (2.71)$$

Donde:

ΔP_r = Caída de presión debido a las expansiones y contracciones y en los retornos que experimenta el fluido al pasar a través del arreglo de los tubos (Pa).

ΔP_t = Caída de presión total en el haz de tubos (Pa)

2.2.28. Factor de Fricción para el Lado de la Carcasa

El factor de fricción puede correlacionarse en función del número de Reynolds de la carcasa. Las correlaciones son presentadas por Kern en forma de un grafico. Los valores de este grafico pueden considerarse adecuadamente ajustado por medio de las siguientes ecuaciones:

$$f_s = \text{Exp} \left(5.1858 - 1.7645 \ln(\text{Re}_s) + 0.13357 \ln^2 \text{Re}_s \right) \left[\text{Re}_s < 500 \right] \quad (2.72)$$

$$f_s = 1.728 \text{Re}_s^{-0.188} \left[\text{Re}_s > 500 \right] \quad (2.73)$$

Donde:

f_s = Factor de fricción para el lado del carcasa

2.2.29. Caída de Presión en el Lado del Carcasa

$$\Delta P_s = f_s \left(\frac{D_s}{D_c} \right) \left(\frac{L}{B} \right) \left(\frac{G_s^2}{2\rho_s} \right) \left(\frac{\mu_s}{\mu_{sw}} \right)^{-0.14} \quad (2.74)$$

Donde:

ΔP_s = Caída de presión en el lado del carcasa (Pa)

N_b = Número de pantallas

$(L/B) = (N_b + 1)$ = Número de veces que el flujo cruza el eje longitudinal del carcasa

2.2.30. Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos

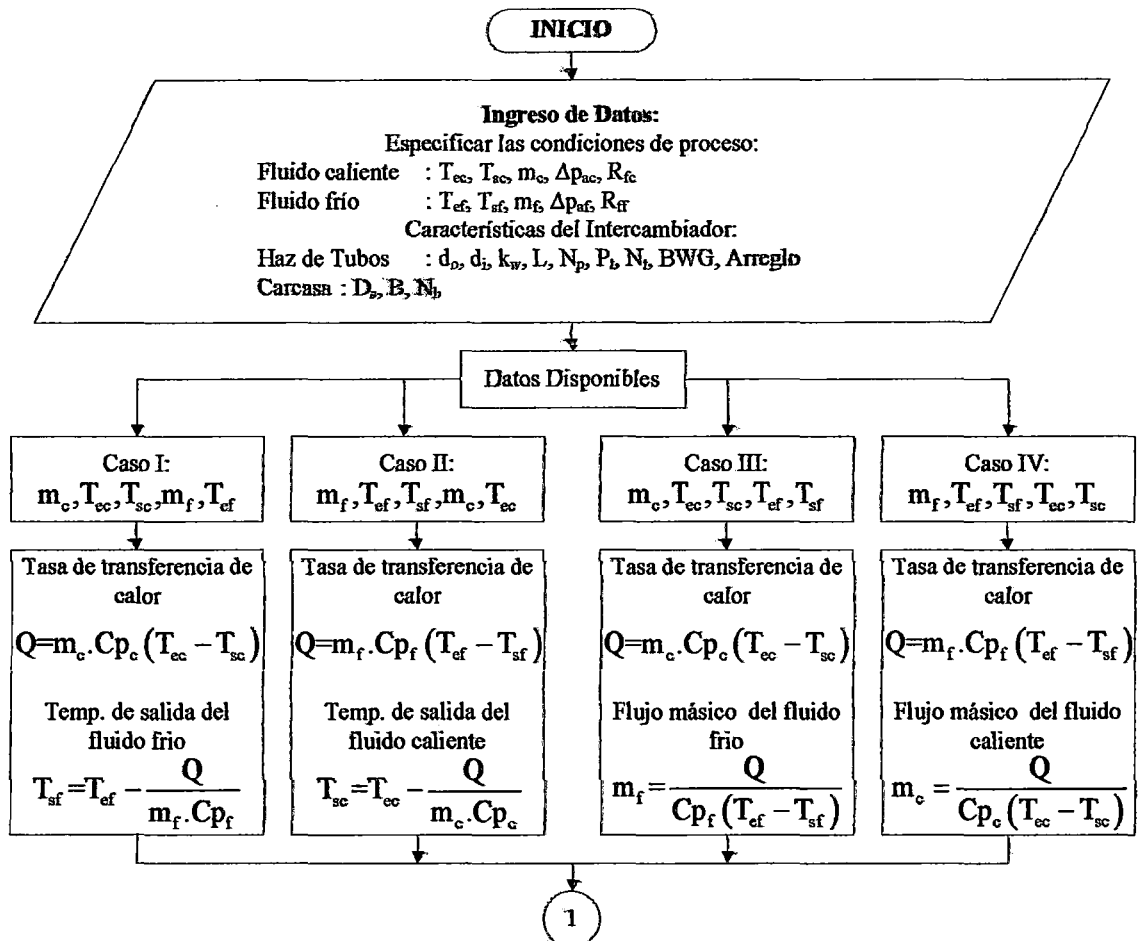


Figura 2.2 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Carcasa y Tubos

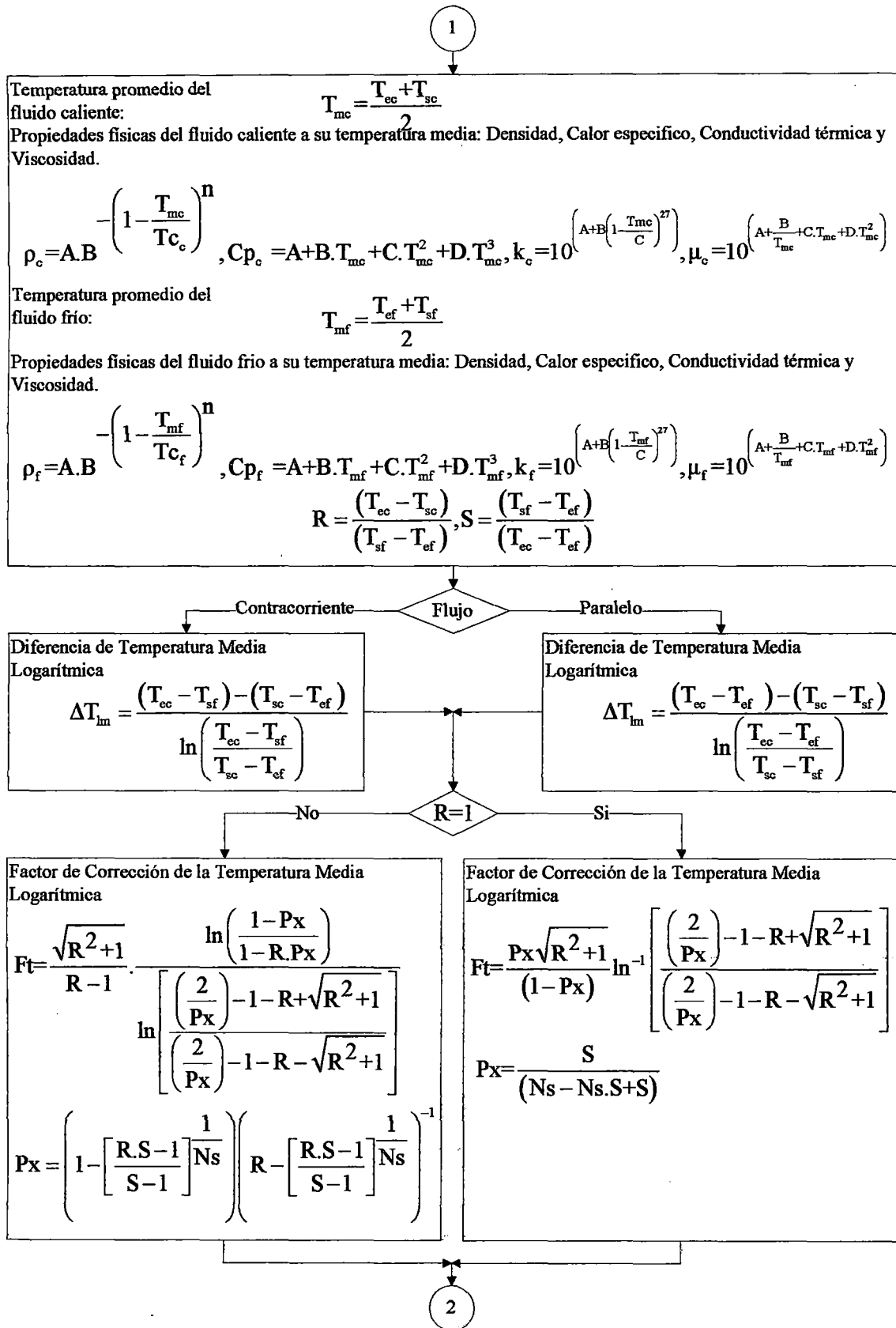


Figura 2.2 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Carcasa y Tubos (continuación)

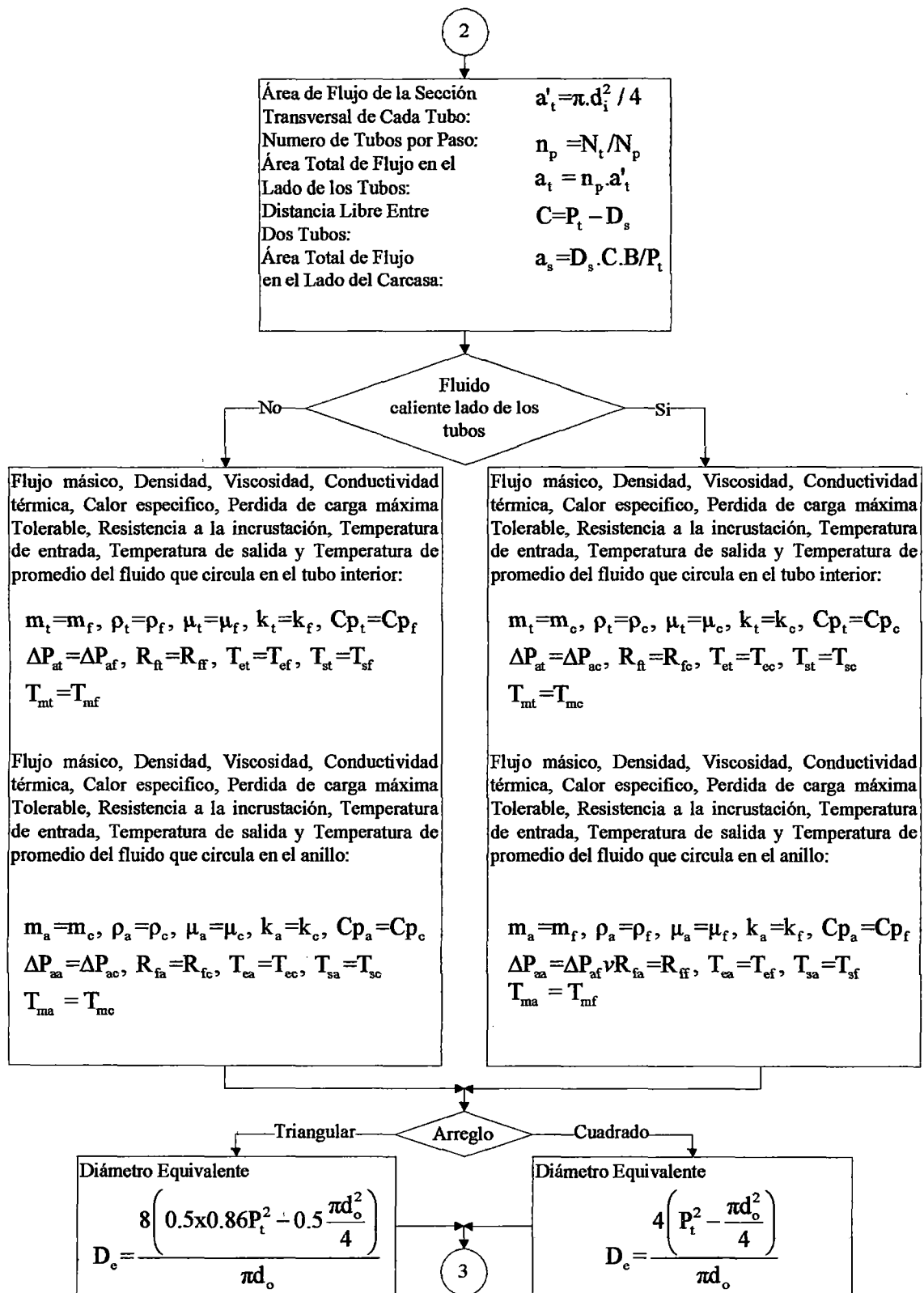


Figura 2.2 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Carcasa y Tubos (continuación)

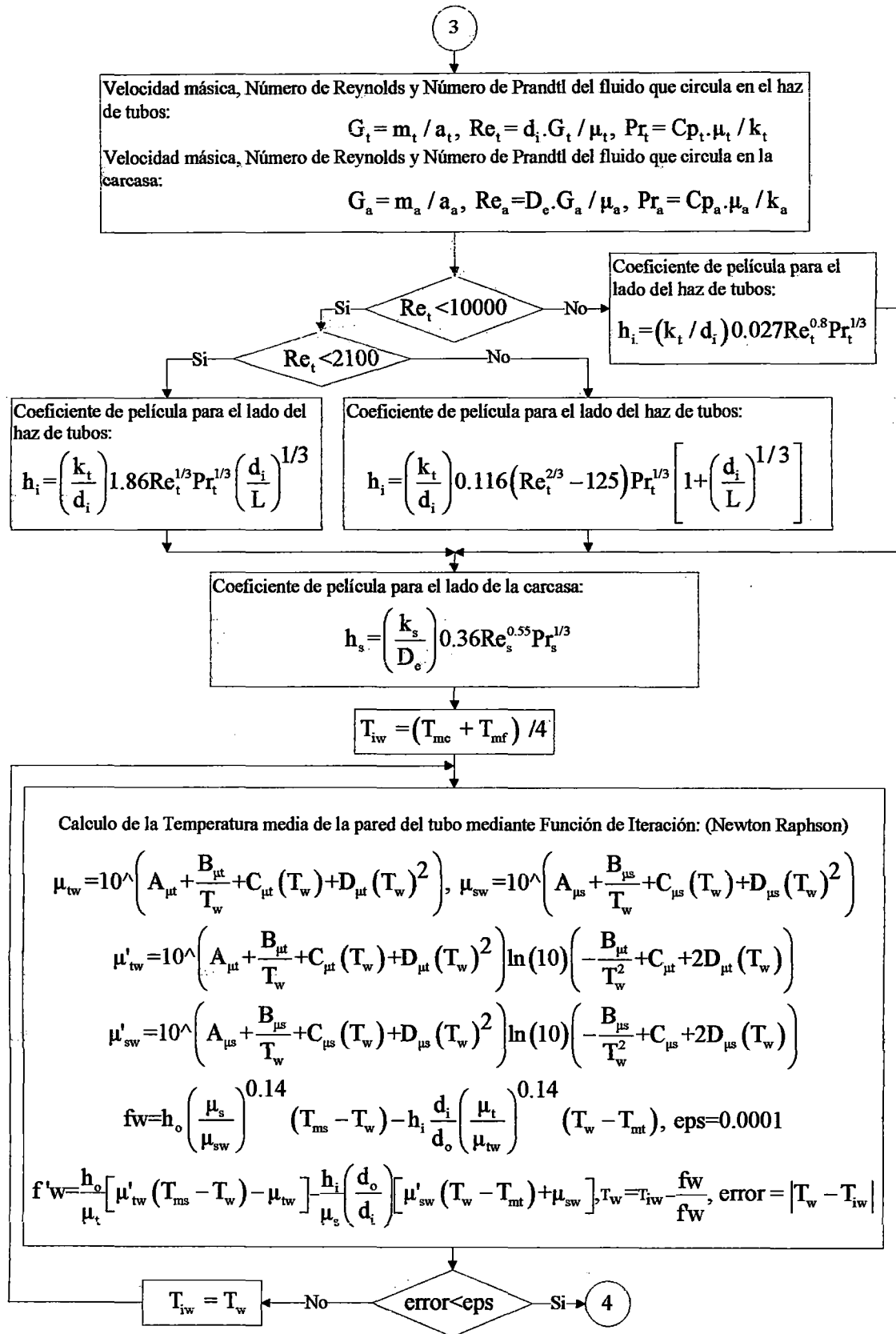


Figura 2.2 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Carcasa y Tubos (continuación)

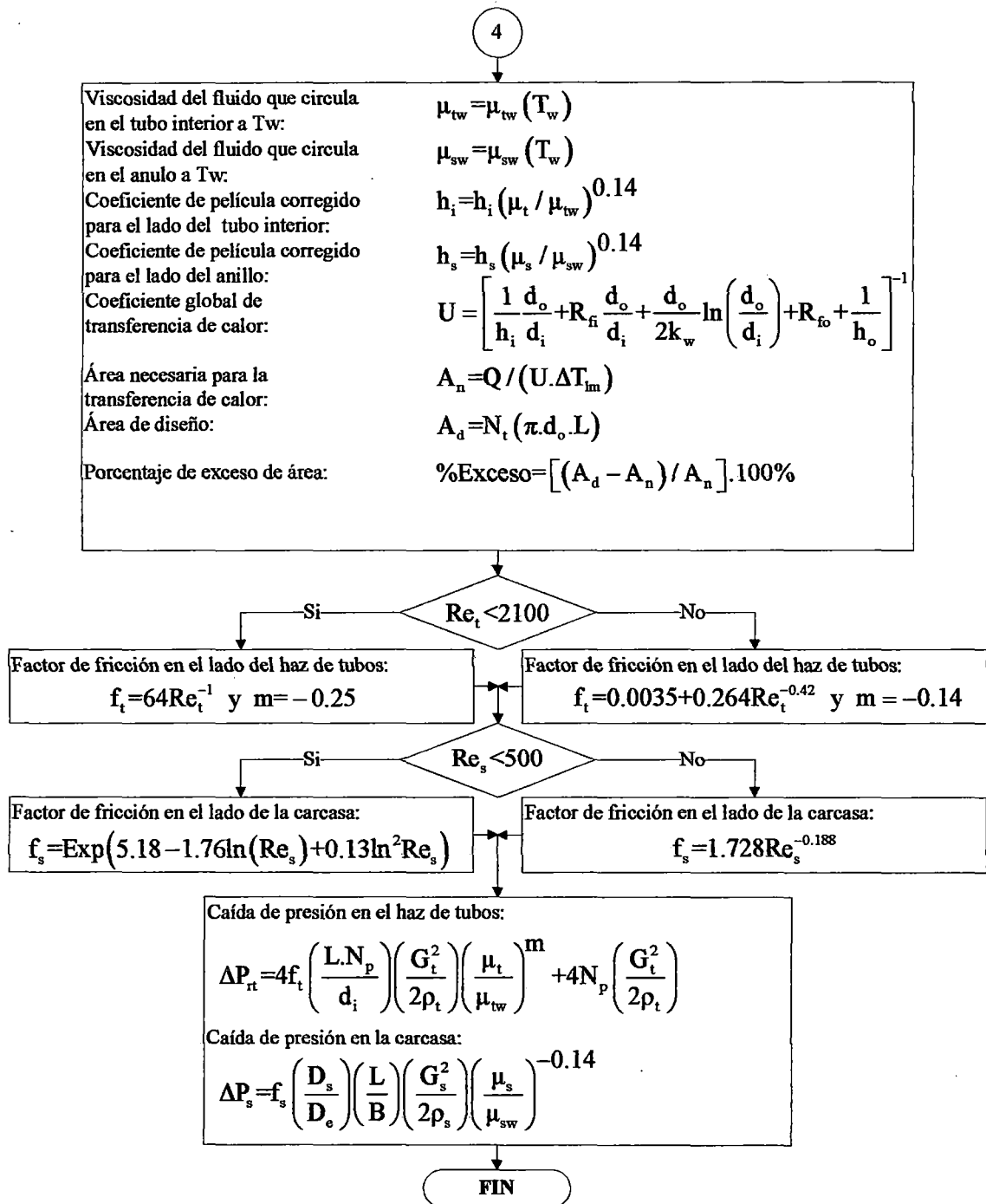


Figura 2.2 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Carcasa y Tubos (conclusión)

2.3. Procedimiento de Diseño para Intercambiadores de Placas

Desarrollaremos a continuación los pasos a seguir para el diseño de un intercambiador de placas, por el método de Chester & Jensen.

Supondremos que ya se han especificado las condiciones de proceso indicadas en el punto anterior y por consiguiente especificado las propiedades físicas de los fluidos a la temperatura media.

2.3.1. Características del Intercambiador

- a_p = Área lateral de cada placa (m^2)
 b = Distancia entre placa (mm)
 t = Espesor de las placas (mm)
 L_w = Ancho de cada placa (mm)
 N_m = Número máximo de placas que trae el intercambiador
 N_p = Numero de pasos
 N_t = Número de placas térmicas
 k_w = Conductividad térmica del material de fabricación de las placas (W/m.°C)

2.3.2. Tasa de Transferencia de Calor

$$Q = m_c \cdot C_{p_c} \cdot \Delta T = m_c \cdot C_{p_c} \cdot (T_{ec} - T_{sc}) = m_f \cdot C_{p_f} \cdot (T_{ef} - T_{sf}) \quad (2.75)$$

Donde:

Q = Tasa de transferencia de Calor (W)

2.3.3. Diferencia de Temperatura Media Logarítmica

$$\Delta T_{lm} = \frac{(\Delta T_e - \Delta T_s)}{\ln \left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s} \right)} \quad (2.76)$$

Donde:

$$\begin{aligned}
 \Delta T_e &= T_{ec} - T_{sf} \\
 \Delta T_s &= T_{sc} - T_{ef} \\
 \Delta T_{lm} &= \Delta T_e, \text{ si } \Delta T_e = \Delta T_s
 \end{aligned}$$

2.3.4. Número Total de Canales

$$N_c = N_p + 1 \quad (2.77)$$

Donde:

N_c = Número total de canales

2.3.5. Número de Canales Paralelos por Paso

$$N_{cp} = \frac{N_c}{2N_p} \quad (2.78)$$

Donde:

N_{cp} = Número de canales paralelos por paso

2.3.6. Área de flujo de la Sección Transversal de un Canal

$$a_{ch} = b \cdot L_w \quad (2.79)$$

Donde:

a_{ch} = Área de flujo de la sección transversal de un canal (m^2)

2.3.7. Área de Flujo de la Sección Transversal por Paso

$$a_{chp} = N_{sp} \cdot a_{ch} \quad (2.80)$$

Donde:

a_{chp} = Área de flujo de la sección transversal por paso (m^2)

2.3.8. Velocidad Másica del Fluido Caliente

Para flujo en paralelo (Flujo dividido en varias sub corrientes):

$$G_c = \frac{m_c}{a_{chp}} \quad (2.81)$$

Donde:

G_c = Velocidad másica del fluido caliente ($kg/m^2 \cdot s$)

2.3.9. Velocidad Másica del Fluido Frio

Para flujo en paralelo (Flujo dividido en varias sub corrientes):

$$G_f = \frac{m_f}{a_{chp}} \quad (2.82)$$

Donde:

G_f = Velocidad másica del fluido frío ($kg/m^2 \cdot s$)

2.3.10. Diámetro Hidráulico del Canal

$$D_h = \frac{4(b \cdot L_w)}{(2b + 2L_w)} \quad (2.83)$$

Donde:

D_h = Diámetro hidráulico del canal (m)

2.3.11. Número de Reynolds del Fluido Caliente

$$Re_c = \frac{D_c \cdot G_c}{\mu_c} \quad (2.84)$$

Donde:

Re_c = Número de Reynolds del fluido caliente

μ_c = Viscosidad del fluido caliente (kg/m.s)

2.3.12. Número de Prandtl del Fluido Caliente

$$Pr_c = \frac{Cp_c \cdot \mu_c}{k_c} \quad (2.85)$$

Donde:

Pr_c = Número de Prandtl del fluido caliente

k_c = Conductividad térmica del fluido caliente (W/m.°C)

2.3.13. Coeficiente Individual de Película para el Fluido Caliente

Para el régimen laminar ($Re_c \leq 400$) en tuberías, la ecuación de Jackson es usado:

$$h_c = 0.742 Cp_c \cdot G_c \cdot Re_c^{-0.62} Pr_c^{-0.567} [Re_c \leq 400] \quad (2.86)$$

Para flujo turbulento ($Re_c > 4000$), la ecuación de Bounopare, Troupe y Morgan es usado:

$$h_c = 0.2536 \left(\frac{k_c}{D_c} \right) Re_c^{0.65} Pr_c^{0.4} [Re_c > 400] \quad (2.87)$$

Donde:

h_c = Coeficiente de película del fluido caliente (W/m².°C)

2.3.14. Número de Reynolds del Fluido Frío

$$Re_f = \frac{D_c \cdot G_f}{\mu_f} \quad (2.88)$$

Donde:

Re_f = Número de Reynolds del fluido frío

μ_f = Viscosidad del fluido frío (kg/m.s)

2.3.15. Número de Prandtl del Fluido Frío

$$Pr_f = \frac{Cp_f \cdot \mu_f}{k_f} \quad (2.89)$$

Donde:

Pr_f = Número de Prandtl del fluido frío

k_f = Conductividad térmica del fluido frío (W/m.°C)

2.3.16. Coeficiente Individual de Película para el Fluido Frio

Para el régimen laminar ($Re_f \leq 400$) en tuberías, la ecuación de Jackson es usado:

$$h_f = 0.742 C_{p_f} G_f Re_f^{-0.62} Pr_f^{-0.667} [Re_f < 400] \quad (2.90)$$

Para flujo turbulento ($Re_f > 4000$), la ecuación de Bounopare, Troupe y Morgan es usado:

$$h_f = 0.2536 \left(\frac{k_f}{D_c} \right) Re_f^{0.65} Pr_f^{0.4} [Re_f > 4000] \quad (2.91)$$

Donde:

h_f = Coeficiente de película del fluido frio ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

2.3.17. Temperatura de la Pared de las Placas

$$h_c \left(\frac{\mu_c}{\mu_{cw}} \right)^{0.14} (T_{mc} - T_w) = h_f \left(\frac{\mu_f}{\mu_{fw}} \right)^{0.14} (T_w - T_{mf}) \quad (2.92)$$

Donde:

T_w = Temperatura media de la pared de las placas ($^\circ C$)

T_{mc} = Temperatura media del fluido caliente ($^\circ C$)

T_{mf} = Temperatura media del fluido frio ($^\circ C$)

μ_{cw} = Viscosidad del fluido caliente a T_w ($kg/m.s$)

μ_{fw} = Viscosidad del fluido frio a T_w ($kg/m.s$)

2.3.18. Corrección de los Coeficientes de Película por Viscosidad

$$h_c = h_{c_p} \left(\frac{\mu_c}{\mu_{cw}} \right)^{0.14} \quad y \quad h_f = h_{f_p} \left(\frac{\mu_f}{\mu_{fw}} \right)^{0.14} \quad (2.93)$$

Donde:

h_{c_p} = Coeficiente de película corregido del fluido caliente ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

h_{f_p} = Coeficiente de película corregido del fluido frio ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

2.3.19. Coeficiente Total de Transferencia de Calor

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_p} + R_{fb} + \frac{t}{k_w} + R_{fi} + \frac{1}{h_f} \quad (2.94)$$

2.3.20. Factor Térmico

Para todos los casos, se asume un valor constante.

Donde:

F_t = Factor Térmico = 0.88

2.3.21. Área Necesaria o Requerida para la Transferencia de Calor

$$A_n = \frac{Q}{U \cdot F_t \cdot \Delta T_{lm}} \quad (2.95)$$

Donde:

A_n = Área necesaria para la transferencia de calor (m^2)

2.3.22. Área Disponible o de Diseño

$$A_d = N_p \cdot a_p \quad (2.96)$$

Donde:

A_d = Área de diseño (m^2)

2.3.23. Porcentaje de Exceso de Área

$$\% \text{Exceso} = \left(\frac{A_d - A_n}{A_n} \right) \times 100\% [0\% < \% \text{exceso} < 15\%] \quad (2.97)$$

Donde:

% Exceso = Porcentaje de exceso de área (%)

2.3.24. Largo de Una Placa

$$L_v = \frac{a_p}{L_w} \quad (2.98)$$

Donde:

L_v = Largo de una placa (m)

2.3.25. Longitud del Paso del Fluido

$$L = N_p \cdot L_v \quad (2.99)$$

Donde:

L = Longitud efectiva del trayecto del fluido entre la entrada y salida de los puertos (m)

2.3.26. Factor de Fricción del Fluido Caliente

Para el régimen turbulento, la ecuación de Cooper es usado:

$$f_c = \frac{0.6}{(Re_c)^{0.3}} \quad (2.100)$$

Donde:

f_c = Factor de fricción del Fluido Caliente

2.3.27. Velocidad del Fluido Caliente

$$v_c = \frac{m_c}{\left(\frac{\pi D_p^2}{4}\right)} \quad (2.101)$$

Donde:

v_c = Velocidad del Fluido Caliente (m/s)

D_p = Diámetro del puerto (m) = 0.1 m

2.3.28. Caída de Presión del Fluido Caliente

$$\Delta P_c = 4 \frac{f_c \cdot G_c^2 \cdot L}{\rho_c \cdot D_h} + 1.3 \frac{\rho_c \cdot v_c^2}{2} N_p \quad (2.102)$$

Donde:

ΔP_c = Caída de presión del fluido Caliente (Pa)

2.3.29. Factor de Fricción del Fluido Frio

Para el régimen turbulento, la ecuación de Cooper es usado:

$$f_f = \frac{0.6}{(Re_f)^{0.3}} \quad (2.103)$$

Donde:

f_f = Factor de fricción del Fluido Frio

2.3.30. Velocidad del Fluido Frio

$$v_f = \frac{m_f}{\left(\frac{\pi D_p^2}{4}\right)} \quad (2.104)$$

Donde:

v_f = Velocidad del Fluido Frio (m/s)

2.3.31. Caída de Presión del Fluido Frio

$$\Delta P_f = 4 \frac{f_f \cdot G_f^2 \cdot L}{\rho_f \cdot D_h} + 1.3 \frac{\rho_f \cdot v_f^2}{2} N_p \quad (2.105)$$

Donde:

ΔP_f = Caída de presión del fluido frío (Pa)

2.3.32. Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiador de Calor de Placas

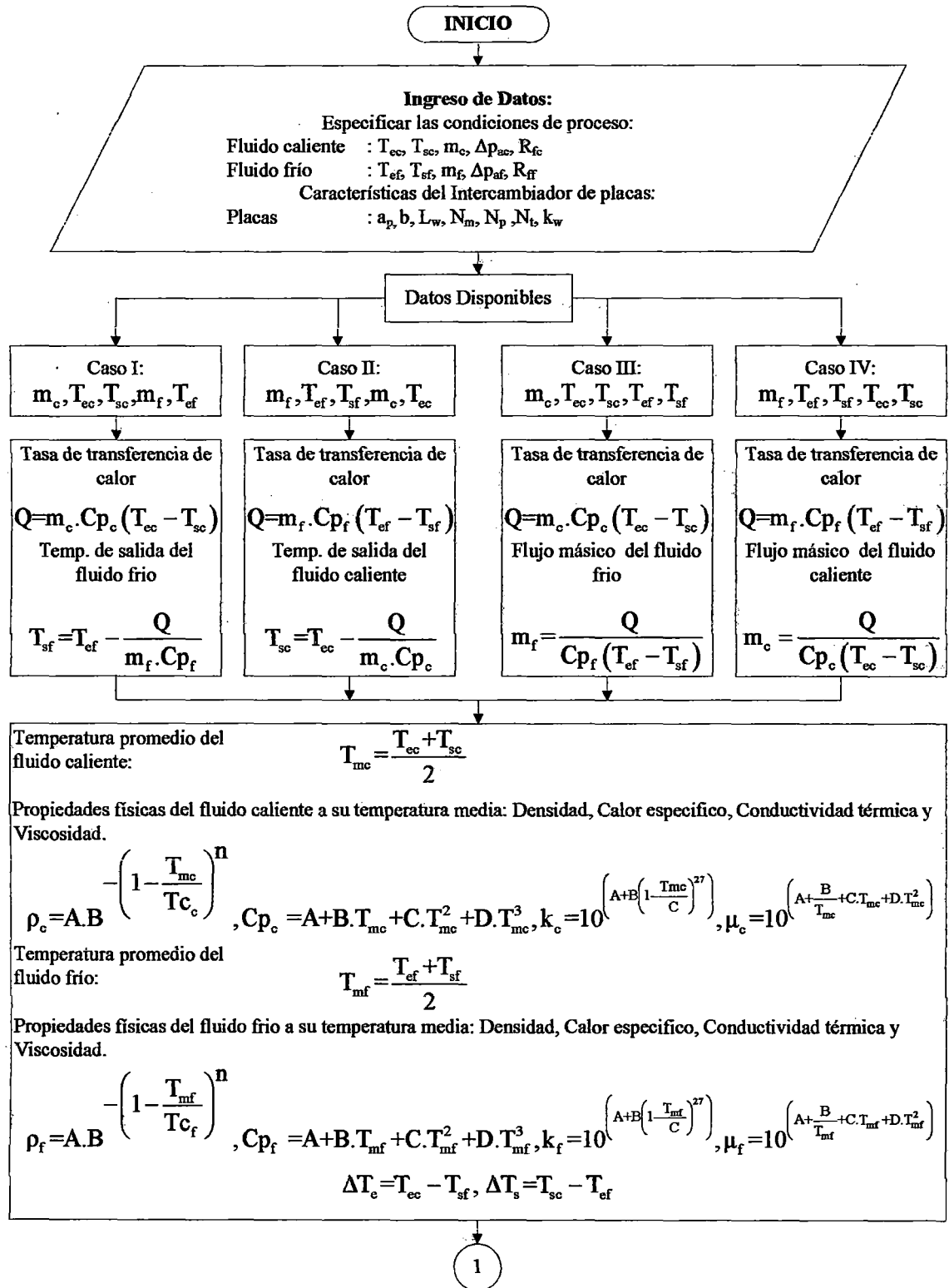


Figura 2.3 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Placas

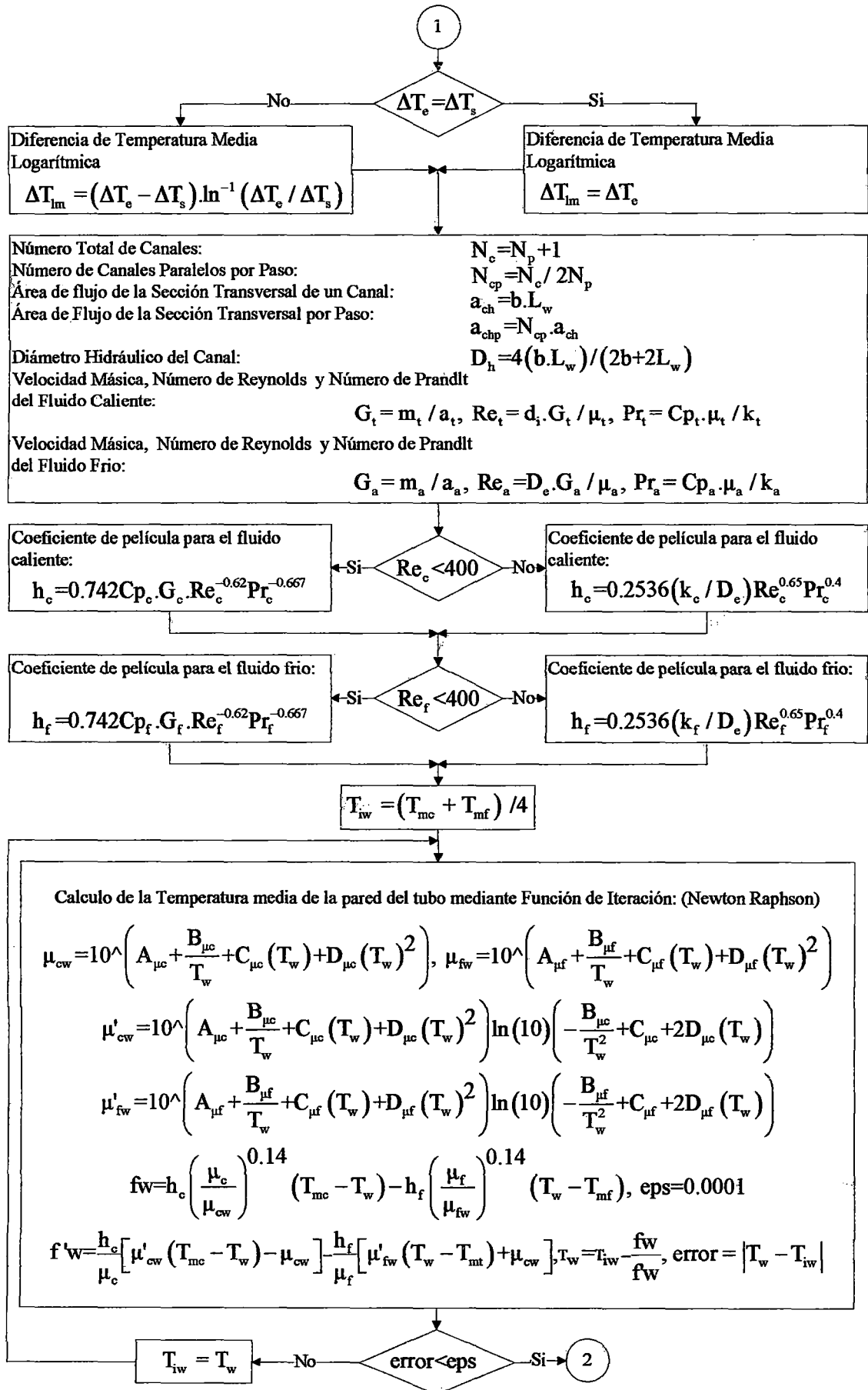
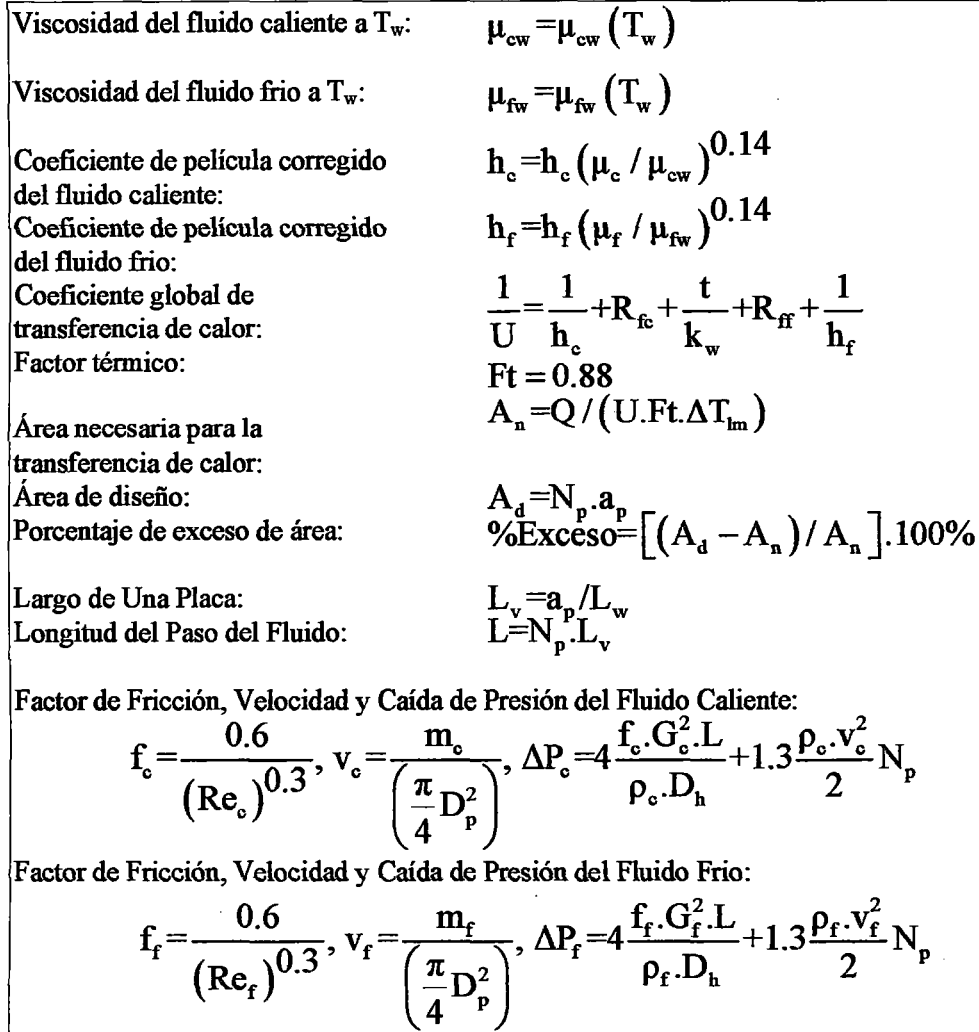


Figura 2.3 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Placas (continuación)

2



FIN

Figura 2.3 Algoritmo de Programación para el Diseño de Intercambiadores de Calor de Placas (conclusión)

CAPITULO III

CODIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL SOFTWARE

3.1. Descripción del Lenguaje y Descripción del Software

Luego de investigar el universo de correlaciones y métodos para el diseño y la evaluación térmicos de Intercambiadores de Calor, el paso siguiente era escoger la plataforma que daría sustento a toda aquella información.

Hasta hace algunos años, trabajar con código libre era muy poco común, y la mayoría de los códigos fuente de los programas de computación no estaban a la disposición.

Código libre implica la libertad de usar el programa para cualquier propósito, libertad de estudiar cómo funciona y adaptarlo a las necesidades del usuario (la posibilidad de acceder al código es un requisito para esto). La libertad de redistribuir copias, mejorar el programa y publicar los resultados, para el beneficio de la comunidad.

Esta filosofía encaja perfectamente en el modo en el que se desenvuelve una universidad, donde la colaboración y la investigación son pilares fundamentales en el desarrollo.

Teniendo esto en mente, la decisión de realizar el programa en código libre (y usar software libre para realizarlo), fue tomada. La utilización de las licencias de software libre, además, protegen al programa de ser convertido en software propietario, y que terceros se beneficien económicamente del trabajo de una comunidad.

Otro motivo importante es que, dando acceso a mayor cantidad de personas al programa, su optimización y actualización se maximizará. Problemas relacionados al intercambio de calor con cambio de fase, el diseño de otros tipos de intercambiador, y la modernización de las correlaciones, serán posibles de abordar y adaptar en un futuro, sin tener que re-escribir todo el programa.

Quizá el motivo de fuerza mayor, que terminó de impulsar a la utilización de software libre, es la inminente migración a este, no solo en nuestro país sino a escala mundial. El software dejó de ser una plataforma experimental, para pasar a ser el futuro de la computación, principalmente por la rapidez con que evoluciona, ya que no tiene solo a una compañía trabajando en él, tiene a toda una comunidad con millones de personas a nivel mundial detrás de su desarrollo.

Entre las alternativas de lenguajes de programación tomadas en cuenta (entre las más importantes: Visual Basic 6.0, Delphi 8.0, Java, Matlab, C++), Visual Basic 6.0 se escogió por las siguientes características principales:

- Visual Basic 6.0 es un lenguaje simple, por lo tanto es fácil de aprender.
- VB es esencialmente un ambiente visual completo de desarrollo para sistemas de cliente/servidor. Con el visual Basic usted puede crear interfaz de usuario para sus aplicaciones.
- Visual Basic 6.0 es un programa orientado a objetos. VB es un lenguaje de programación manejado por eventos. En caso de que los programas modelo conducidos no siguen la lógica secuencial, el usuario puede presionar la tecla y Click en los controles diversos en una ventana. Cada acción de usuario puede causar y ocurrir un evento, que sigue un procedimiento básico, el cual se escribe en el código.
- Se dibuja formularios mediante el arrastre de controles. VB 6.0 provee interfaz gráfica al usuario. Así en vez de escribir muchas líneas de código para la apariencia y la posición de uso del elemento en el interfaz usado en un programa usted puede simplemente agregar objetos pre construidos en la pantalla. VB 6.0 tiene diversos controles como: Label, TextBox, Frame, CommandButton, CheckBox, Combobox. etc.
- VB 6.0 interactúa con una base de datos, usando diferentes características. La base de datos más común a usar en VB es Access por lo que para la realización de las actividades, deberá tener lista su base de datos, ya que de lo contrario estas no funcionarían. Access proporciona atomicidad, consistencia, las restricciones integrantes y usa el concepto de uso de llaves primarias y extranjeras para correlacionar tabla. Access puede manejar gran cantidad de datos, también provee seguridad a niveles altos comparados con otros que retroceden al final, satisface por la optimización de regla de código para usar integrando restringidos. Provee datos integrados pero no permite dos o más usuarios puedan acceder al mismo pedazo de datos
- VB 6.0 le provee la conexión a las partes de atrás diversas. VB 6.0 proveen características como información rápida automática y miembros automáticos de la lista que documenta el programa eventos propiedades y métodos relacionados a un objeto. El programa ayuda a construir el control usado con la ayuda de la tecnología Active X. VB 6.0 provee una ventaja depurando características para manejar diversos errores. VB 6.0 implica acercamiento modular que incluye fraccionar un proyecto grande en módulos manejables, cada uno diseñado para realizar una función diferente.
- La sintaxis tiene semejanza al lenguaje natural humano.
- Lenguaje compatible con Microsoft office.
- Es un lenguaje RAD (Desarrollo rápido de aplicaciones) centrado en conseguir en el menor tiempo posible los resultados que se desea obtener.
- Permite el tratamiento de mensajes de Windows.
- Es excelente para cálculos intensivos del CPU como por ejemplo operaciones matemáticas.
- El código en Visual Basic es fácilmente trasladable a otros lenguajes.

Se usó el **diseño descendente** para el **desarrollo del algoritmo**, que consiste en ir descomponiendo sucesivamente el algoritmo general en algoritmos progresivamente más sencillos. La descomposición se realizó empleando dos técnicas fundamentales:

Funcional o modular, en la que cada una de las acciones en las que se descompuso el problema original se corresponde con una función relativamente independiente. Que además se puede utilizar en la resolución de otros problemas similares.

Secuencial, cuando la descomposición se reduce a enumerar la lista de acciones que se deberán ejecutar en secuencia, para conseguir el objetivo final del algoritmo propuesto.

El **desarrollo del software** de diseño sirve para el diseño preliminar de los intercambiadores de calor en aplicaciones reales de la industria. Desarrollado en el Visual Basic que 6.0, con características de interfaz gráficas, el software basado en Microsoft Windows puede ser implementado en una computadora personal compatible con 4MB de RAM y un mínimo de 5MB de espacio libre de disco duro.

El software consta de diseño y manual de instrucción. Básicamente este software consta de 9 formularios, un módulo y 3 Data Report diseñadas en Visual Basic 6.0. El usuario debería llenar la información pertinente en los formularios para la ejecución del mismo.

La opción de unidades es incorporada en el software en reconocimiento del hecho que un gran número de intercambiadores de calor son diseñados, construidos y usados en las diferentes partes del mundo. Los resultados de diseño pueden ser impresos y guardados. Esta característica le permite al estudiante o ingeniero rápidamente visualizar las características de construcción cruciales de un intercambiador de calor y sus dimensiones relativas. La base de datos requerido para los cálculos son almacenado en Access.

3.2. Establecimiento de Unidades

Es necesario establecer las unidades de ingreso y salida (UIS) como: presión, temperatura, tiempo y otros, con la finalidad de que el usuario del software este seguro de ingresar los datos y recibir los resultados en las unidades que ha establecido.

El software realiza los cálculos con unidades de proceso (UP), que son las unidades que se emplean en la base de datos.

Teniendo en consideración lo dicho anteriormente, es necesario convertir las unidades de ingreso (UIS) y Salida a las unidades de proceso (UP) y una vez realizado todos los cálculos requeridos, convertir las unidades de proceso (UP) a las de ingreso y salida (UIS). En la Figura 3.1 se muestra la secuencia de control de unidades.

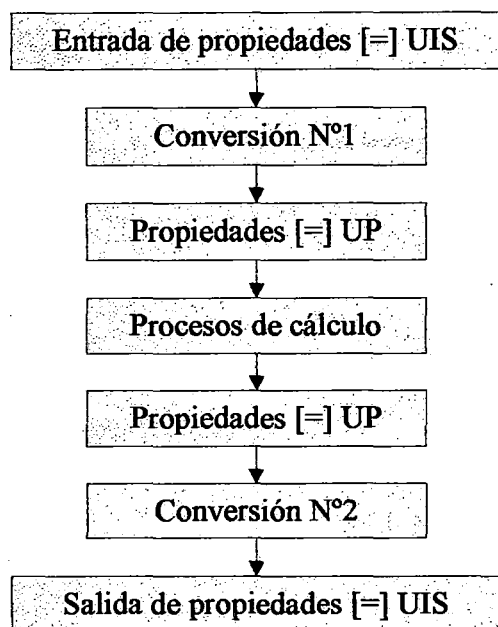


Figura 3.1 Control de unidades

El símbolo: [=] significa: “en unidades de”

3.2.1. Unidades de Ingreso y Salida

El usuario del software debe establecer unidades de ingreso y salida de las principales propiedades que se presentan a la hora de ingreso de datos.

Tabla 3.1 Unidades de ingreso y salida (UIS)

Parámetros	English	SI
Temperatura	°F	°C
Presión	psi	Pa
Razón de Flujo Másico	lb/h	kg/h
Velocidad	ft/s	m/s
Conductividad Térmica	Btu/h.ft.°F	W/m.K
Capacidad Calorífica	Btu/lb.°F	kJ/kg.K
Densidad	lb/ft ³	kg/m ³
Viscosidad	lb/ft.h	kg.m/s
Diámetro	in	mm
Área	ft ²	m ²
Longitud	ft	m
Taza de Transferencia de Calor	Btu/h	kW
Factor de Incrustación	h.ft ² .°F/Btu	m ² .C/W
Coefficiente de Transferencia de Calor	Btu/h.ft ² .°F	W/m ² .°C

3.2.2. Unidades de Proceso

Las unidades de proceso que se establecieron, son:

Tabla 3.2 Unidades de proceso (UP)

Parámetros	SI
Temperatura	K
Presión	Pa
Razón de Flujo Másico	kg/h
Velocidad de Masa	kg/m ² .s
Velocidad	m/s
Conductividad Térmica	W/m.K
Capacidad Calorífica	kJ/kg.K
Densidad	kg/m ³
Viscosidad	kg/m.s
Diámetro	m
Área	m ²
Longitud	m
Taza de Transferencia de Calor	kJ/h
Factor de Incrustación	m ² .C/W
Coefficiente de Transferencia de Calor	W/m ² .°C

3.3. Elaboración de Base de Datos

La base de datos es la fuente de información que requiere el software, proporciona las propiedades básicas como:

Tabla 3.3 Elaboración de base de datos

Parámetros	Unidades
Calor Especifico de Líquidos	kJ/kmol.K
Densidad de Líquidos	g/mL
Viscosidad de Líquidos	cP
Conductividad Térmica de Líquidos	W/m.K
Conductividad Térmica de Materiales	W/m.K
Dimensiones de Tubería Estándar de Acero IPS	plg
Dimensiones de Tubería Estándar de Acero BWG	plg
Disposición de los espejos de Tubos, Arreglo Triangular	plg
Disposición de los espejos de Tubos, Arreglo Cuadrado	plg
Características de las Placas Estándar "Alfa Laval"	
Resistencias a la Incrustación	m ² .°C/W

Esta información está grabada a manera de tablas en hojas de datos de Access, el cual está protegido contra la modificación de información, para garantizar los resultados del software.

La base de datos contiene información para 500 sustancias, son flexibles al mantenimiento de datos, los nuevos datos agregados en el mantenimiento no están protegidos contra la modificación de información por lo que los resultados obtenidos por el software para los nuevos componentes depende mucho de la información o datos que ingresa el usuario en el mantenimiento de datos.

3.4. Formulario Inicio

La codificación del software está desarrollada en lenguaje Visual Basic 6.0, el cual emplea 9 formularios, un módulo y 3 Data Report.

El programa DIC (Diseño de Intercambiadores de Calor), es un paquete que permite diseñar intercambiadores de calor de doble tubo, carcasa y tubos y/o intercambiadores de placas, de forma sencilla, rápida y agradable al usuario. Es decir, el programa considera el diseño de los equipos de intercambio de calor más usados en la industria: los intercambiadores de carcasa y tubos y los intercambiadores de placas, a diferencia de los paquetes comerciales existentes que cuentan solamente con uno de ellos, generalmente de carcasa y tubos.

En este formulario se muestra la caratula del programa (pantalla principal), emplea herramientas que se dan a conocer en la Tabla 3.4, las cuales van como objetos en el formulario tal como se muestra en la Figura 3.2.

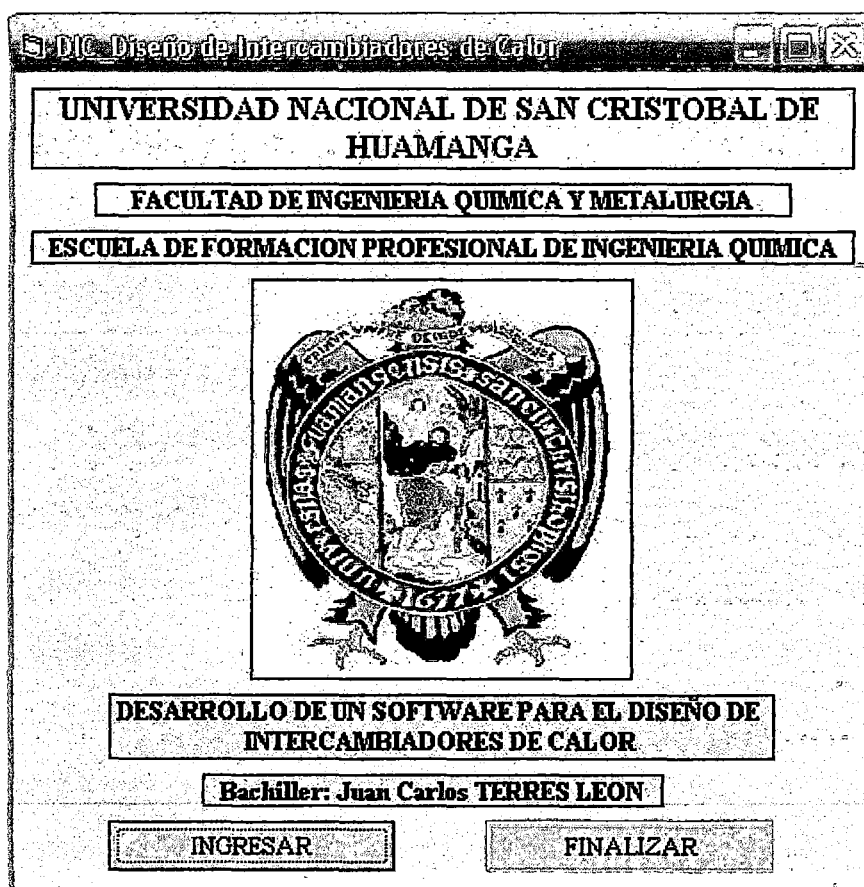


Figura 3.2 Objetos del formulario inicio

Tabla 3.4 Objetos y propiedades del formulario inicio

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Label2	Caption	FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y METALURGIA
Label3	Caption	ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA
Label4	Caption	(Mapa de Bits)
Label5	Caption	DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR
Label6	Caption	Bachiller: TERRES LEON, Juan Carlos
CommandButton1	Caption	INGRESAR
	Name	cmdIngresar
CommandButton2	Caption	FINALIZAR
	Name	cmdFinalizar

Este formulario posee la siguiente codificación:

```
Private Sub Form_Load()
    Move(Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
End Sub

Private Sub cmdIngresar_Click()
    Hide
    frmU.Show
End Sub

Private Sub cmdFinalizar_Click()
    End
End Sub
```

3.5. Formulario Unidades de Ingeniería

En este formulario el usuario elige las unidades en las alternativas de: Sistema Internacional o Sistema Inglés para el empleo del programa, en la Tabla 3.5 y en la Figura 3.3, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

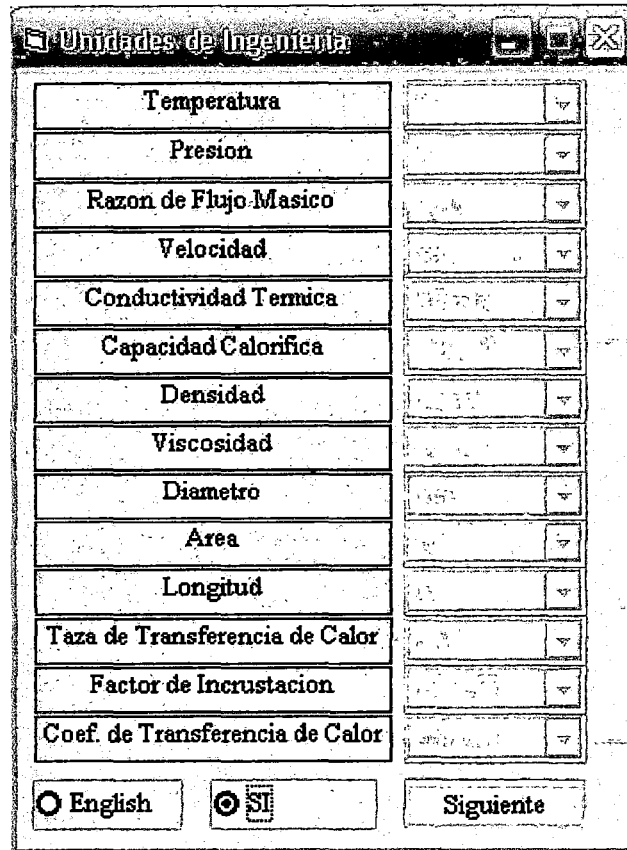


Figura 3.3 Objetos del formulario unidades de ingeniería

Tabla 3.5. Objetos y propiedades del formulario unidades de ingeniería

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	Temperatura
Label2	Caption	Presión
Label3	Caption	Razón de Flujo Másico
Label4	Caption	Velocidad
Label5	Caption	Conductividad Térmica
Label6	Caption	Capacidad Calorífica
Label7	Caption	Densidad
Label8	Caption	Viscosidad
Label9	Caption	Diámetro
Label10	Caption	Área
Label11	Caption	Longitud
Label12	Caption	Razón de Transferencia de Calor
Label13	Caption	Factor de Incrustación
Label14	Caption	Coefficiente de Transferencia de Calor
ComboBox1	Name	cbot
	List	°F: °C
ComboBox2	Name	cbop
	List	psi: Pa
ComboBox3	Name	cbom
	List	lb/h: kg/h

Tabla 3.5 Objetos y propiedades del formulario unidades de ingeniería (conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
ComboBox4	Name	cbov
	List	ft/s: m/s
ComboBox5	Name	cbok
	List	Btu/h.ft.°F: W/m.K
ComboBox6	Name	cbocp
	List	Btu/lb.°F: kJ/kg.K
ComboBox7	Name	cboro
	List	lb/ft3: kg/m3
ComboBox8	Name	cbovi
	List	lb/ft.h: kg/m.s
ComboBox9	Name	cbod
	List	in: mm
ComboBox10	Name	cboa
	List	in2: m2
ComboBox11	Name	cbol
	List	ft: m
ComboBox12	Name	cboq
	List	Btu/h: kW
ComboBox13	Name	cbor
	List	h.ft2.°F/Btu: m2.K/W
ComboBox14	Name	cboh
	List	Btu/h.ft2.°F: W/m2.K
OptionButton1	Caption	English
	Name	optEnglish
OptionButton2	Caption	SI
	Name	optSI
CommandButton	Caption	Siguiente
	Name	cmdSiguiente

Este formulario posee la siguiente codificación:

```
Private Sub Form_Load()
    Move(Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
End Sub
```

```
Private Sub optEnglish_Click()
    cbot.ListIndex = 0
    cboP.ListIndex = 0
    cboq.ListIndex = 0
    cbov.ListIndex = 0
    cbok.ListIndex = 0
    cbocp.ListIndex = 0
    cboro.ListIndex = 0
    cbovi.ListIndex = 0
    cbod.ListIndex = 0
    cboa.ListIndex = 0
    cbol.ListIndex = 0
    cboq.ListIndex = 0
```

```

cbor.ListIndex = 0
cboh.ListIndex = 0

frmDp.lblwc.Caption = "lb/h"
frmDp.lbltec.Caption = "°F"
frmDp.lbltsc.Caption = "°F"
frmDp.lbdpac.Caption = "psi"
frmDp.lblrc.Caption = "h.ft2.°F/Btu"

frmDp.lblwf.Caption = "lb/h"
frmDp.lbltef.Caption = "°F"
frmDp.lbltsf.Caption = "°F"
frmDp.lbdpaf.Caption = "psi"
frmDp.lblrf.Caption = "h.ft2.°F/Btu"
End Sub

Private Sub optSI_Click()
    cbot.ListIndex = 1
    cboP.ListIndex = 1
    cbog.ListIndex = 1
    cbov.ListIndex = 1
    cbok.ListIndex = 1
    cbocp.ListIndex = 1
    cboro.ListIndex = 1
    cbovi.ListIndex = 1
    cbod.ListIndex = 1
    cboa.ListIndex = 1
    cbol.ListIndex = 1
    cboq.ListIndex = 1
    cbor.ListIndex = 1
    cboh.ListIndex = 1
    frmDp.lblwc.Caption = "kg/h"
    frmDp.lbltec.Caption = "°C"
    frmDp.lbltsc.Caption = "°C"
    frmDp.lbdpac.Caption = "Pa"
    frmDp.lblrc.Caption = "m2.K/W"

    frmDp.lblwf.Caption = "kg/h"
    frmDp.lbltef.Caption = "°C"
    frmDp.lbltsf.Caption = "°C"
    frmDp.lbdpaf.Caption = "Pa"
    frmDp.lblrf.Caption = "m2.K/W"
End Sub

Private Sub cmdSiguiente_Click()
    Hide
    frmP.Show
End Sub

```

3.6. Formulario Fluidos de Proceso

En este formulario se elige los fluidos de proceso para ingresar a los coeficientes de regresión de las propiedades físicas de los fluidos: densidad, viscosidad dinámica, calor específico y conductividad térmica; además la fórmula y el peso molecular.

Figura 3.4 Objetos del formulario fluidos de proceso

Tabla 3.6 Objetos y propiedades del formulario fluidos de proceso

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	Fluido Caliente
Label2	Caption	Fluido Frio
Label3	Caption	pmc=
Label4	Caption	pmf=
Label5	Caption	kg/kmol
Label6	Caption	kg/kmol
TextBox1	Name	txtformulefc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	FORMULE
TextBox2	Name	txtformuleff
	DataSource	adoFluidCould
	DataField	FORMULE
TextBox3	Name	txtnamefc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	NAME
TextBox4	Name	txtnameff
	DataSource	adoFluidCould
	DataField	NAME

Tabla 3.6 Objetos y propiedades del formulario fluidos de proceso (continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
TextBox5	Name	txtpmfc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	PM
TextBox6	Name	txtpmff
	DataSource	adoFluidCould
	DataField	PM
Frame1	Caption	Parámetros de Densidad
Label7	Caption	A=
Label8	Caption	B=
Label9	Caption	n=
Label10	Caption	Tc=
TextBox7	Name	txtAroc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Aro
TextBox8	Name	txtBroc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Bro
TextBox9	Name	txtnroc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	nro
TextBox10	Name	txtTcroc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Tcro
Frame2	Caption	Parámetros de Viscosidad
Label11	Caption	A=
Label12	Caption	B=
Label13	Caption	C=
Label14	Caption	D=
TextBox11	Name	txtAvic
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Avi
TextBox12	Name	txtBvic
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Bvi
TextBox13	Name	txtCvic
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Cvi
TextBox14	Name	txtDvic
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Dvi
Frame3	Caption	Parámetros de Capacidad Calorífica
Label15	Caption	A=
Label16	Caption	B=
Label17	Caption	C=
Label18	Caption	D=

Tabla 3.6 Objetos y propiedades del formulario fluidos de proceso (continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
TextBox15	Name	txtAcpc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Acp
TextBox16	Name	txtBcpc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Bcp
TextBox17	Name	txtCcpc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Ccp
TextBox18	Name	txtDcpc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Dcp
Frame4	Caption	Parámetros de Conductividad Térmica
Label19	Caption	A=
Label20	Caption	B=
Label21	Caption	C=
TextBox19	Name	txtAkc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Ak
TextBox20	Name	txtBkc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Bk
TextBox21	Name	txtCkc
	DataSource	adoFluidHot
	DataField	Ck
Frame5	Caption	Parámetros de Densidad
Label22	Caption	A=
Label23	Caption	B=
Label24	Caption	n=
Label25	Caption	Tc=
TextBox22	Name	txtArof
	DataSource	adoFluidCould
	DataField	Aro
TextBox23	Name	txtBrof
	DataSource	adoFluidCould
	DataField	Bro
TextBox24	Name	txtnrof
	DataSource	adoFluidCould
	DataField	nro
TextBox25	Name	txtTcrof
	DataSource	adoFluidCould
	DataField	Tcro
Frame6	Caption	Parámetros de Viscosidad
Label26	Caption	A=
Label27	Caption	B=
Label28	Caption	C=

Tabla 3.6 Objetos y propiedades del formulario fluidos de proceso (continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label29	Caption	D=
TextBox26	Name	txtAvif
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Avi
TextBox27	Name	txtBvif
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Bvi
TextBox28	Name	txtCvif
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Cvi
TextBox29	Name	txtDvif
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Dvi
Frame7	Caption	Parámetros de Capacidad Calorífica
Label30	Caption	A=
Label31	Caption	B=
Label32	Caption	C=
Label33	Caption	D=
TextBox30	Name	txtAcpf
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Acp
TextBox31	Name	txtBcpf
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Bcp
TextBox32	Name	txtCcpf
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Ccp
TextBox33	Name	txtDcpf
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Dcp
Frame8	Caption	Parámetros de Conductividad Térmica
Label34	Caption	A=
Label35	Caption	B=
Label36	Caption	C=
TextBox34	Name	txtAkf
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Ak
TextBox35	Name	txtBkf
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Bk
TextBox36	Name	txtCkf
	DataSource	adoFluidCoud
	DataField	Ck
Adodc1	Caption	FluidHot
	ConnectionString	C:\property.accdb

Tabla 3.6 Objetos y propiedades del formulario fluidos de proceso (conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Adodc2	Caption	FluidCould
	ConnectionString	C:\property.accdb
CommandButton1	Caption	Selección Fluido Caliente
	Name	cmdPrimer Componente
CommandButton2	Caption	Selección Fluido Frio
	Name	cmdSegundo Componente
CommandButton3	Caption	Siguiente
	Name	cmdSiguiente

Este formulario posee la siguiente codificación:

```
Private Sub Form_Load()
    Move (Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
End Sub

Private Sub cmdPrimer_Componente_Click()
    Nombre = InputBox("Ingreso Nombre a Buscar", "Fluido
        Caliente")
    adoFluidHot.Recordset.Find("NAME = '" & Nombre & "'")
    If adoFluidHot.Recordset.EOF Then
        MsgBox("El Nombre que Ingreso No Existe, Por ")
        Favor Intentelo de Nuevo", 64, "Msgbox"
        adoFluidHot.Recordset.MoveFirst
    Exit Sub
    End If
End Sub

Private Sub cmdSegundo_Componente_Click()
    Nombre = InputBox("Ingreso Nombre a Buscar", "Fluido
        Frio")
    adoFluidCould.Recordset.Find("NAME = '" & Nombre & "'")
    If adoFluidCould.Recordset.EOF Then
        MsgBox("El Nombre que Ingreso No Existe, Por")
        Favor Intentelo de Nuevo", 64, "Msgbox"
        adoFluidCould.Recordset.MoveFirst
    Exit Sub
    End If
End Sub

Private Sub cmdSiguiente_Click()
    Hide
    frmM.Show
End Sub
```

3.7. Formulario Materiales

En este formulario se elige el material de los intercambiadores de calor para mostrar su conductividad térmica en un cuadro de texto, en la Tabla 3.7 y en la Figura 3.5, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

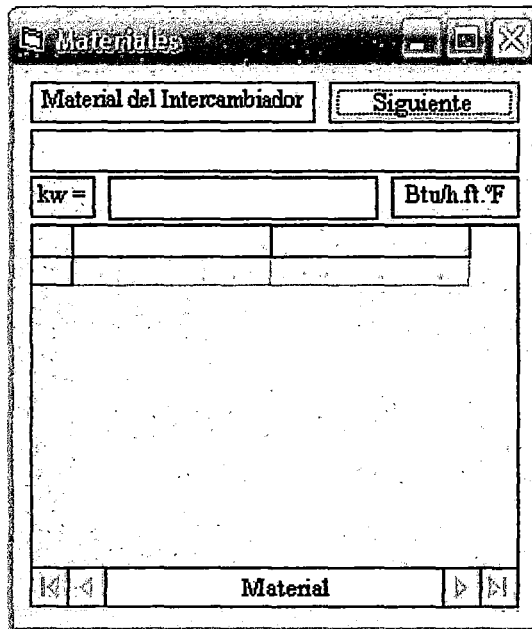


Figura 3.5 Objetos del formulario materiales

Tabla 3.7 Objetos y propiedades del formulario materiales

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	Material del Tubo
Label2	Caption	kw=
Label3	Caption	Btu/h.ft.°F
TextBox1	Name	txtmaterial
	DataSource	adoMaterial
	DataField	Material
TextBox2	Name	txtkw
	DataSource	adoMaterial
	DataField	kw
Adodc	Name	Material
	ConnectionString	C:\Conductividad.accdb
DataGrid	Name	datgMaterial
	DataSource	adoMaterial
CommandButton	Caption	Siguiete
	Name	cmdSiguiete

Este formulario posee la siguiente codificación:

```

Private Sub Form_Load()
    Move (Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
End Sub

Private Sub cmdSiguiete_Click()
    Hide
    frmDp.Show
End Sub

```

3.8. Formulario Condiciones de Proceso

En este formulario se ingresa los datos de las condiciones de proceso: especificaciones sobre la performance térmica (taza de flujo másico, temperatura de entrada y salida), especificaciones sobre la pérdida de carga admisible de las corrientes, coeficientes de ensuciamiento requerido y la variable de la performance térmica, en la Tabla 3.8 y en la Figura 3.6, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

Figura 3.6 Objetos del formulario condiciones de proceso

Tabla 3.8 Objetos y propiedades del formulario condiciones de proceso

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	FLUIDO CALIENTE
Label2	Caption	wc =
Label3	Caption	tec =
Label4	Caption	tsc =
Label5	Caption	dpac =
Label6	Caption	rc =
TextBox1	Name	txtwc
TextBox2	Name	txttec
TextBox3	Name	txttsc
TextBox4	Name	txtdpac
TextBox5	Name	txtrc
Label7	Name	lblwc
Label8	Name	lbltec
Label9	Name	lbltsc
Label10	Name	lbldpac
Label11	Name	lblrc
Label12	Caption	Razón de Flujo Másico
Label13	Caption	Temperatura de Entrada
Label14	Caption	Temperatura de Salida
Label15	Caption	Caída de Presión Admisible
Label16	Caption	Factor de Incrustación
Label17	Caption	FLUIDO FRIO

Tabla 3.8 Objetos y propiedades del formulario condiciones de proceso (conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label18	Caption	wf =
Label19	Caption	tef =
Label20	Caption	tsf =
Label21	Caption	dpaf =
Label22	Caption	rf =
TextBox6	Name	txtwf
TextBox7	Name	txttef
TextBox8	Name	txttsf
TextBox9	Name	txtdpaf
TextBox10	Name	txtrf
Label23	Name	lblwf
Label24	Name	lbltef
Label25	Name	lbltsf
Label26	Name	lbldpaf
Label27	Name	lblrf
OptionButton1	Name	optCasoI
	Caption	wc: tec: tsc: wf: tef dpac: dpaf: rf: rc
OptionButton2	Name	optCasoII
	Caption	wf: tef: tsf: wc: tec dpac: dpaf: rf: rc
OptionButton3	Name	optCasoIII
	Caption	wc: tec: tsc: tef: tsf dpac: dpaf: rf: rc
OptionButton4	Name	optCasoIV
	Caption	wf: tef: tsf: tec: tsc dpac: dpaf: rf: rc
CommandButton	Caption	Siguiente
	Name	cmdSiguiente

Este formulario posee la siguiente codificación:

```
Private Sub Form_Load()
    Move(Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
    optCasoI.Value = True
End Sub
```

```
Private Sub optCasoI_Click()
    txttsf.Enabled = True
    txttsc.Enabled = True
    txtwf.Enabled = True
    txtwc.Enabled = True
    txttsf = ""
    txttsf.Enabled = False
End Sub
```

```
Private Sub optCasoII_Click()
    txttsf.Enabled = True
```

```

        txttsc.Enabled = True
        txtwf.Enabled = True
        txtwc.Enabled = True
        txttsc = ""
        txttsc.Enabled = False
End Sub

Private Sub optCasoIII_Click()
    txttsf.Enabled = True
    txttsc.Enabled = True
    txtwf.Enabled = True
    txtwc.Enabled = True
    txtwf = ""
    txtwf.Enabled = False
End Sub

Private Sub optCasoIV_Click()
    txttsf.Enabled = True
    txttsc.Enabled = True
    txtwf.Enabled = True
    txtwc.Enabled = True
    txtwc = ""
    txtwc.Enabled = False
End Sub

Private Sub txtwc_Validate(ByVal Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txtwc) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txtwc = ""
        txtwc.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txttec_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txttec) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txttec = ""
        txttec.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txttsc_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txttsc) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txttsc = ""
        txttsc.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txtdpac_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txtdpac) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txtdpac = ""

```

```

        txtdpac.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txtrc_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txtrc) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txtrc = ""
        txtrc.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txtwf_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txtwf) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txtwf = ""
        txtwf.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txttef_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txttef) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txttef = ""
        txttef.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txttsf_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txttsf) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txttsf = ""
        txttsf.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txtdpaf_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txtdpaf) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txtdpaf = ""
        txtdpaf.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub txtrf_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txtrf) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txtrf = ""
        txtrf.SetFocus
    End If

```

```

End Sub

Private Sub cmdSiguiente_Click()
    If optCasoI.Value = True Then
        If txtwc = "" Or txttec = "" Or txttsc = "" Or
            txtwf = "" Or txttef = "" Then
            MsgBox "Faltan Ingresar Datos", 48, "MsgBox"
            Exit Sub
        End If
    End If

    If optCasoII.Value = True Then
        If txtwc = "" Or txttec = "" Or txtwf = "" Or
            txttef = "" Or txttsf = "" Then
            MsgBox "Faltan Ingresar Datos", 48, "MsgBox"
            Exit Sub
        End If
    End If

    If optCasoIII.Value = True Then
        If txtwc = "" Or txttec = "" Or txttsc = "" Or
            txttef = "" Or txttsf = "" Then
            MsgBox "Faltan Ingresar Datos", 48, "MsgBox"
            Exit Sub
        End If
    End If

    If optCasoIV.Value = True Then
        If txttec = "" Or txttsc = "" Or txtwf = "" Or
            txttef = "" Or txttsf = "" Then
            MsgBox "Faltan Ingresar Datos", 48, "MsgBox"
            Exit Sub
        End If
    End If

    If txtdpac = "" Or txtrc = "" Or txtdpaf = "" Or
        txtrf = "" Then
        MsgBox "Faltan Ingresar Datos", 48, "MsgBox"
        Exit Sub
    End If
    Hide
    frmIc.Show
End Sub

```

3.9. Formulario Tipo de Intercambiador

En este formulario el usuario elige el tipo de equipo (intercambiador) con el que desea trabajar, en la Tabla 3.9 y en la Figura 3.7, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

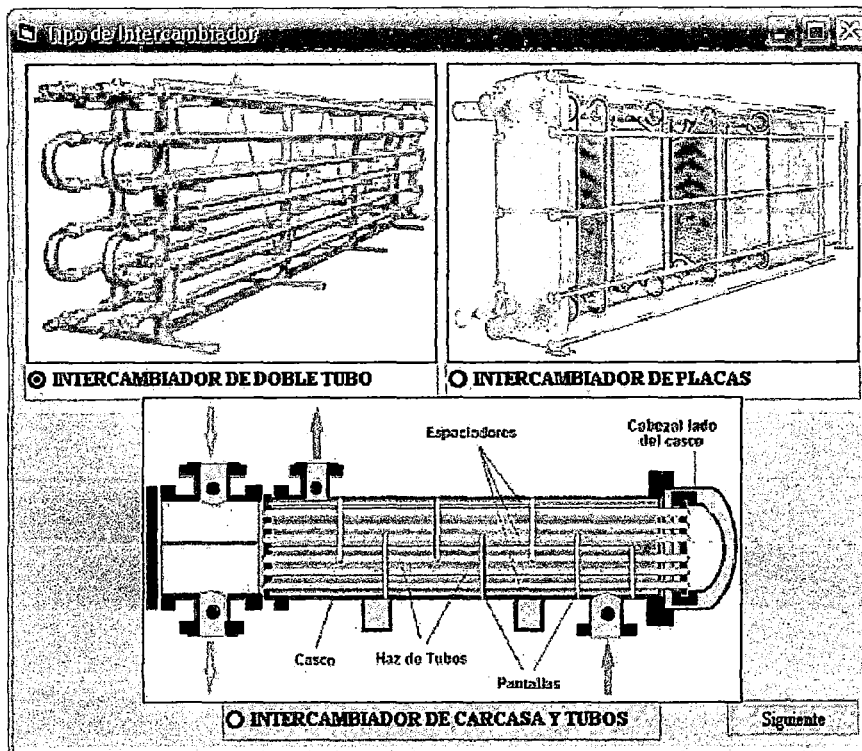


Figura 3.7 Objetos del formulario tipo de intercambiador

Tabla 3.9 Objetos y propiedades del formulario tipo de intercambiador

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
PictureBox1	Picture	Mapa de bits
PictureBox2	Picture	Mapa de bits
PictureBox3	Picture	Mapa de bits
OptionButton1	Caption	INTERCAMBIADOR DE DOBLE TUBO
	Name	optIdt
OptionButton2	Caption	INTERCAMBIADOR DE PLACAS
	Name	optIp
OptionButton3	Caption	INTERCAMBIADOR DE CARCASA Y TUBO
	Name	optIct
CommandButton	Caption	Siguiente
	Name	cmdSiguiente

Este formulario posee la siguiente codificación:

```
Private Sub Form_Load()
    Move(Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
    optIdt.Value = True
End Sub
```

```
Private Sub cmdSiguiente_Click()
    If optIdt.Value = True Then
        If frmU.optEnglish.Value = True Then
            frmIdt.lbl1.Caption = "ft"
        Else
            frmIdt.lbl1.Caption = "m"
        End If
    End If
```

```

End If
Hide
frmIdt.Show
End If

If optIct.Value = True Then
If frmU.optEnglish.Value = True Then
frmIct.lbl1.Caption = "ft"
Else
frmIct.lbl1.Caption = "m"
End If
Hide
frmIct.Show
End If

If optIp.Value = True Then
Hide
frmIp.Show
End If
End Sub

```

3.10. Formulario Intercambiador de Calor de Doble Tubo

En este formulario se ingresa los parámetros de entrada necesarios para el cálculo del intercambiador de calor de doble tubo: limitación geográfica (longitud de los tubos), ubicación del fluido caliente, tipo de flujo y N° de cedula de los tubos, en la Tabla 3.10 y en la Figura 3.8, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

Un botón "Calcular" que da inicio a los cálculos, una vez que se tiene toda la información requerida y los parámetros de entrada necesarios para el cálculo del equipo. Un botón "Siguiente" que permite mostrar la hoja de reporte de diseño, una vez finalizados los cálculos. El cálculo de diseño para este tipo de intercambiadores se realizó por el método de Kern.



Figura 3.8 Objetos del formulario intercambiador de calor de doble tubo

Tabla 3.10 Objetos y propiedades del formulario intercambiador de calor de doble tubo

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	PARAMETROS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR
Label2	Caption	Fluido Caliente

Tabla 3.10 Objetos y propiedades del formulario intercambiador de calor de doble tubo (conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
ComboBox1	Name	cboFluidoCaliente
	List	Anulo: Tubo
Label3	Caption	Tipo de Flujo
ComboBox2	Name	cboFlujo
	List	Contracorriente: Paralelo
Label4	Caption	Longitud de los Tubos
Label5	Caption	L =
Label6	Caption	l _{bl}
TextBox1	Name	txtl
ComboBox3	Name	cbosch
	List	40: 80
Data	Name	Data1
	DatabaseName	C:\DiametroIPS.mdb
	RecordsetType	1-Dynaset
	RecordSource	Hoja1
MSFlexGrid	Name	msgIPS
	DataSource	Data1
CommandButton1	Caption	Calcular
	Name	cmdCalcular
CommandButton2	Caption	Siguiente
	Name	cmdSiguiente

Este formulario posee la siguiente codificación:

```

Private Sub Form_Load()
    Move(Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
End Sub

Private Sub txtl_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txtl) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txtl = ""
        txtl.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub CmdCalcular_Click()
    If cboFluidoCaliente.Text = "" Or cboFlujo.Text = "" Or cbosch.Text = "" Then
        MsgBox "Faltan Seleccionar Datos", 48, "MsgBox"
        Exit Sub
    End If

    If frmU.optEnglish.Value = True Then
        l = Val(txtl)*0.3048
    Else
        l = Val(txtl)
    End If

```

```

End If

Call DatosProceso

If cboFlujo.ListIndex = 0 Then
    dtml=((tec-tsfc)-(tsc-tefc))/Log((tec-tsfc)/
        (tsc-tefc))
Else
    dtml=((tec-tefc)-(tsc-tsfc))/Log((tec-tefc)/
        (tsc-tsfc))
End If

If cbosch.ListIndex = 0 Then
    nschi = 1 : nschf = 35
Else
    nschi = 2 : nschf = 36
End If

For i = nschi To nschf Step 2
    dnti = msgIPS.TextMatrix(i,2)
    scht = msgIPS.TextMatrix(i,3)
    diti = Val(msgIPS.TextMatrix(i,4))*0.0254
    deti = Val(msgIPS.TextMatrix(i,5))*0.0254
    For j = i + 2 To nschf Step 2
        dite = Val(msgIPS.TextMatrix(j,4))*0.0254
        If dite < deti Then
            j = j + 2
        End If
        dnite = msgIPS.TextMatrix(j,2)
        scha = msgIPS.TextMatrix(j,3)
        dite = Val(msgIPS.TextMatrix(j,4))*0.0254
        dete = Val(msgIPS.TextMatrix(j,5))*0.0254
        Call solveI
        If dpt < dpat And dpa < dpaa And exceso > 0
            And exceso < 15 Or j = nschf Then
            Exit For
        End If
    Next j
    If dpt < dpat And dpa < dpaa And exceso > 0 And
        exceso < 15 Or i = nschf - 2 Then
        Exit For
    End If
Next i

If dpt < dpat And dpa < dpaa And exceso > 0 And
    exceso < 15 Then
    MsgBox "Se Determino los Parametros del
    Intercambiador" & vbCrLf & "para las
    Condiciones de Proceso", 64, "Msgbox"
Else
    MsgBox "No existir el Intercambiador" & vbCrLf
    & "para las Condiciones de Proceso",48,"Msgbox"
End
End If

```

```

If cboFluidoCaliente.ListIndex = 0 Then

```

```

rpt1.Sections("S2").Controls("lblnameff").Caption = frmP.txtnameff
rpt1.Sections("S2").Controls("lblformuleff").Caption = frmP.txtformuleff
rpt1.Sections("S2").Controls("lblpmff").Caption = frmP.txtpmff
rpt1.Sections("S2").Controls("lblnamefa").Caption = frmP.txtnamefc
rpt1.Sections("S2").Controls("lblformulefa").Caption = frmP.txtformulefc
rpt1.Sections("S2").Controls("lblpmfa").Caption = frmP.txtpmfc
Else
rpt1.Sections("S2").Controls("lblnameff").Caption = frmP.txtnamefc
rpt1.Sections("S2").Controls("lblformuleff").Caption = frmP.txtformulefc
rpt1.Sections("S2").Controls("lblpmff").Caption = frmP.txtpmfc
rpt1.Sections("S2").Controls("lblnamefa").Caption = frmP.txtnameff
rpt1.Sections("S2").Controls("lblformulefa").Caption = frmP.txtformuleff
rpt1.Sections("S2").Controls("lblpmfa").Caption = frmP.txtpmff
End If

```

```

If frmU.optEnglish.Value = True Then
rpt1.Sections("S2").Controls("lblm").Caption = "lb/h"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblte").Caption = "°F"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblts").Caption = "°F"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblr").Caption = "h.ft2.°F/Btu"
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldpa").Caption = "psi"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblmt").Caption = Format(mt / 0.45359237, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbltet").Caption = Format(9 / 5 * (tet - 273.15) + 32, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbltst").Caption = Format(9 / 5 * (tst - 273.15) + 32, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldpat").Caption = Format(dpat / 6894.757, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblrt").Caption = Format(rt / 0.17612, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblma").Caption = Format(ma / 0.45359237, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbltea").Caption = Format(9 / 5 * (tea - 273.15) + 32, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbltsa").Caption = Format(9 / 5 * (tsa - 273.15) + 32, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldpa").Caption = Format(dpa / 6894.757, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblra").Caption = Format(ra / 0.17612, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblro").Caption = "lb/ft3"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblvi").Caption = "lb/ft.h"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblcp").Caption = "Btu/lb.°F"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblk").Caption = "Btu/h.ft.°F"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblrot").Caption = Format(rot * 0.062428, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblvit").Caption = Format(vit * 2419.11773, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblcpt").Caption = Format(cpt * 0.23885, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblkt").Caption = Format(kt * 0.57782, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblroa").Caption = Format(roa * 0.062428, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblvia").Caption = Format(via * 2419.11773, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblcpa").Caption = Format(cpa * 0.23885, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblka").Caption = Format(ka * 0.57782, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldn").Caption = "plg"
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldi").Caption = "in"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblde").Caption = "in"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblaf").Caption = "ft2"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblg").Caption = "lb/ft2.h"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblh").Caption = "Btu/h.ft2.°F"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblv").Caption = "ft/s"
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldit").Caption = Format(diti / 0.0254, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldet").Caption = Format(det / 0.0254, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblaft").Caption = Format(at * 10.76365, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblgt").Caption = Format(gt * 737.35605, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblht").Caption = Format(ht * 0.17612, "0.00")

```

```

rpt1.Sections("S2").Controls("Iblvt").Caption = Format(vt * 3.2808, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldia").Caption = Format(dite / 0.0254, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldea").Caption = Format(dete / 0.0254, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblafa").Caption = Format(aa * 10.76365, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblga").Caption = Format(ga * 737.35605, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblha").Caption = Format(ha * 0.17612, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblva").Caption = Format(va * 3.2808, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldpc").Caption = "psi"
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldpct").Caption = Format(dpt / 6894.757, "0.000")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldpca").Caption = Format(dpa / 6894.757, "0.000")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblq").Caption = "BTU/h"
rpt1.Sections("S2").Controls("IblI").Caption = "ft"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblkw").Caption = "Btu/h.ft.°F"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblu").Caption = "Btu/h.ft2.°F"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblar").Caption = "ft2"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblad").Caption = "ft2"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblqt").Caption = Format(q * 0.94782, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("IblIt").Caption = Format(lt * 3.2808, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("IblIa").Caption = Format(lt * 3.2808, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblkwt").Caption = Format(kw * 0.57782, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblkwa").Caption = Format(kw * 0.57782, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblut").Caption = Format(ud * 0.17612, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblartc").Caption = Format(ar * 10.76365, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibladtc").Caption = Format(ad * 10.76365, "0.00")
Else
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblm").Caption = "kg/h"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblte").Caption = "°C"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblts").Caption = "°C"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblr").Caption = "m2.K/W"
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldpa").Caption = "Pa"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblmt").Caption = Format(mt, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibltet").Caption = Format(tet - 273.15, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibltst").Caption = Format(tst - 273.15, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblpat").Caption = Format(dpat, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblrt").Caption = Format(rt, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblma").Caption = Format(ma, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibltea").Caption = Format(tea - 273.15, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibltsa").Caption = Format(tsa - 273.15, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldpaa").Caption = Format(dpaa, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblra").Caption = Format(ra, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblro").Caption = "kg/m3"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblvi").Caption = "kg/m.s"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblcp").Caption = "kJ/kg.K"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblk").Caption = "W/m.K"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblrot").Caption = Format(rot, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblvit").Caption = Format(vit, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblcpt").Caption = Format(cpt, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblkt").Caption = Format(kt, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblroa").Caption = Format(roa, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblvia").Caption = Format(via, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblcpa").Caption = Format(cpa, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblka").Caption = Format(ka, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("Ibldn").Caption = "plg "
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblidi").Caption = "mm"
rpt1.Sections("S2").Controls("Iblide").Caption = "mm"

```

```

rpt1.Sections("S2").Controls("lblaf").Caption = "m2"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblg").Caption = "kg/m2.s"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblh").Caption = "W/m2.K"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblv").Caption = "m/s"
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldit").Caption = Format(diti * 1000, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldet").Caption = Format(deti * 1000, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblaft").Caption = Format(at, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblgt").Caption = Format(gt, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblht").Caption = Format(ht, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblvt").Caption = Format(vt, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldia").Caption = Format(dite * 1000, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldea").Caption = Format(dete * 1000, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblafa").Caption = Format(aa, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblga").Caption = Format(ga, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblha").Caption = Format(ha, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblva").Caption = Format(va, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldpc").Caption = "Pa"
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldpct").Caption = Format(dpt, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldpca").Caption = Format(dpa, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblq").Caption = "W"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblI").Caption = "m"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblkw").Caption = "W/m.K"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblu").Caption = "W/m2.K"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblar").Caption = "m2"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblad").Caption = "m2"
rpt1.Sections("S2").Controls("lblqt").Caption = Format(q / 3.6, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblIt").Caption = Format(It, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblIa").Caption = Format(Ia, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblkwt").Caption = Format(kw, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblkwa").Caption = Format(kw, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblut").Caption = Format(ud, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblartc").Caption = Format(ar, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lbladtc").Caption = Format(ad, "0.00")
End If
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldnt").Caption = dnti
rpt1.Sections("S2").Controls("lbldna").Caption = dnre
rpt1.Sections("S2").Controls("lblscht").Caption = scht
rpt1.Sections("S2").Controls("lblscha").Caption = scha
rpt1.Sections("S2").Controls("lblmatt").Caption = frmM.txtmaterial
rpt1.Sections("S2").Controls("lblmata").Caption = frmM.txtmaterial
rpt1.Sections("S2").Controls("lblnhht").Caption = Format(nh, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblnha").Caption = Format(nh, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblret").Caption = Format(ret, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblrea").Caption = Format(rea, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblprt").Caption = Format(prt, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblpra").Caption = Format(pra, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("bllexceso").Caption = Format(exceso, "0.00")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblft").Caption = Format(ft, "Scientific")
rpt1.Sections("S2").Controls("lblfa").Caption = Format(fa, "Scientific")
cboFluidoCaliente.Enabled = False
cboFlujo.Enabled = False
cbosch.Enabled = False
txtl.Enabled = False
cmdCalcular.Enabled = False
cmdSiguiente.Enabled = True

```

```

End Sub

Private Sub cmdSiguiente_Click()
    frmIdt.Hide
    rpt1.Show
End Sub

```

3.11. Formulario Intercambiador de Carcasa y Tubos

En este formulario se ingresa los parámetros de entrada necesarios para el cálculo del intercambiador de carcasa y tubos: limitación geográfica (longitud de los tubos), ubicación del fluido caliente, tipo de flujo, diámetro nominal y espesor de los tubos, arreglo del haz de tubos y "pitch", en la Tabla 3.11 y en la Figura 3.9, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

Un botón "Calcular" que da inicio a los cálculos, una vez que se tiene toda la información requerida y los parámetros de entrada necesarios para el cálculo del equipo.

Un botón "Siguiente" que permite mostrar la hoja de reporte de diseño, una vez finalizados los cálculos.

El cálculo de diseño para este tipo de intercambiadores se realizó por el método de Kern.

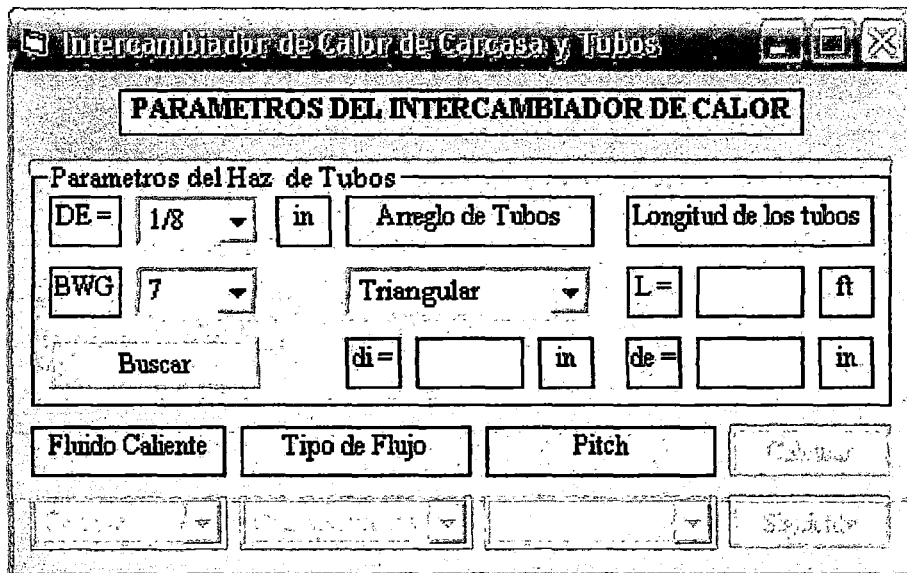


Figura 3.9 Objetos del formulario intercambiador de carcasa y tubos

Tabla 3.11 Objetos y propiedades del formulario intercambiador de carcasa y tubos

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	PARAMETROS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR
Framel	Caption	Parámetros del Haz de Tubos
Label2	Caption	DE=
Label3	Caption	BWG

Tabla 3.11 Objetos y propiedades del formulario intercambiador de carcasa y tubos (conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label3	Caption	in
ComboBox1	Name	cboDE
	List	1/4:3/8:1/2:5/8:3/4:7/8:1:1 1/4:2
ComboBox2	Name	cboBWG
	List	7:8:9:10:11:12:13:14:15:16:17:18:20
Label4	Caption	Arreglo de los Tubos
ComboBox3	Name	cboArreglo
	List	Triangular: Cuadrado
Label5	Caption	di =
Label6	Caption	in
TextBox1	Nombre	txtditi
Label7	Caption	de =
Label8	Caption	in
TextBox2	Nombre	txtdeti
Label9	Caption	L =
Label10	Caption	lbl
TextBox3	Nombre	txtl
Label11	Caption	Fluido Caliente
ComboBox4	Name	cboFluidoCaliente
	List	Carcasa: Tubos
Label12	Caption	Tipo de Flujo
ComboBox5	Name	cboFlujo
	List	Contracorriente: Paralelo
Label13	Caption	Pitch
ComboBox6	Name	cboPitch
Data1	Name	Data1
	DatabaseName	C:\bwgperrykern1997.mdb
	RecordsetType	1-Dynaset
	RecordSource	Hoja1
MSFlexGrid1	Name	msgBWG
	DataSource	Data1
Data2	Name	Data2
	DatabaseName	C:\Pitch1997.mdb
	RecordsetType	1-Dynaset
	RecordSource	Hoja1
MSFlexGrid2	Name	msgPitch
	DataSource	Data1
CommandButton1	Caption	Calcular
	Name	cmdCalcular
CommandButton2	Caption	Siguiente
	Name	cmdSiguiente

Este formulario posee la siguiente codificación:

```

Private Sub Form_Load()
    Move(Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
End Sub

Private Sub cmdBuscar_Click()
    If cboDE.Text = "" Or cboBWG.Text = "" Or
        cboArreglo.Text = "" Then
        MsgBox "Faltan Seleccionar Datos", 48, "MsgBox"
        Exit Sub
    End If
    cboPitch.Clear
    For i = 1 To msgBWG.Rows - 1
        If msgBWG.TextMatrix(i,2) = cboDE Then
            If i = 24 Then
                n = 33
                If cboArreglo.ListIndex = 0 Then
                    cboPitch.AddItem(0.9375)
                    cboPitch.AddItem(1)
                Else
                    cboPitch.AddItem(1)
                End If
            ElseIf i = 44 Then
                n = 55
                cboPitch.AddItem(1.25)
            ElseIf i = 56 Then
                n = 68
                cboPitch.AddItem(1.5625)
            ElseIf i = 69 Then
                n = 79
                cboPitch.AddItem(1.875)
            End If

            For j = i To n
                If msgBWG.TextMatrix(j,3) = cboBWG Then
                    txtlditi = msgBWG.TextMatrix(j,4)
                    txtldeti = msgBWG.TextMatrix(j,5)
                    Exit Sub
                End If
            Next j
        End If
    Next i
    MsgBox "El Diametro Exterior que Ingreso No Existe"
        & vbCrLf & "Por Favor Intentelo de Nuevo", 64,
        "Msgbox"
    Exit Sub
End Sub

Private Sub txt1_Validate(Cancel As Boolean)
    If Not IsNumeric(txt1) Then
        MsgBox "Dato Erróneo", 48, "MsgBox"
        Cancel = True
        txt1 = ""
        txt1.SetFocus
    End If
End Sub

```

```

Private Sub CmdCalcula_Click()
    If cboFluidoCaliente.Text = "" Or cboFlujo.Text =
        "" Or cboPitch.Text = "" Or txtl.Text = "" Or
        txtditi.Text = "" Then
        MsgBox "Faltan Seleccionar Datos", 48, "MsgBox"
        Exit Sub
    End If

    If frmU.optEnglish.Value = True Then
        l = Val(txtl)*0.3048
    Else
        l = Val(txtl)
    End If

    Call DatosProceso

    If cboFlujo.ListIndex = 0 Then
        dtml=((tec-tsf)-(tsc-tef))/Log((tec-tsf)/
            (tsc-tef))
    Else
        dtml=((tec-tef)-(tsc-tsf))/Log((tec-tef)/
            (tsc-tsf))
    End If

    diti = Val(txtditi)*0.0254
    deti = Val(txtdeti)*0.0254

    If cboArreglo.ListIndex = 1 Then
        If cboPitch = "1" Then
            ji = 3 : jf = 7 : pt = 1*0.0254
        ElseIf cboPitch = "1.25" Then
            ji = 8 : jf = 12 : pt = 1.25*0.0254
        ElseIf cboPitch = "1.5625" Then
            ji = 13 : jf = 17 : pt = 1.5625*0.0254
        ElseIf cboPitch = "1.875" Then
            ji = 18 : jf = 22 : pt = 1.875*0.0254
        End If
    Else
        If cboPitch = "0.9375" Then
            ji = 23 : jf = 27 : pt = 0.9375*0.0254
        ElseIf cboPitch = "1" Then
            ji = 28 : jf = 32 : pt = 1*0.0254
        ElseIf cboPitch = "1.25" Then
            ji = 33 : jf = 37 : pt = 1.25*0.0254
        ElseIf cboPitch = "1.5625" Then
            ji = 38 : jf = 42 : pt = 1.5625*0.0254
        ElseIf cboPitch = "1.875" Then
            ji = 43 : jf = 47 : pt = 1.875*0.0254
        End If
    End If

    For i = 1 To 17
        dite = Val(msgPitch.TextMatrix(i,2))*0.0254
        For j = ji To jf
            nt = Val(msgPitch.TextMatrix(i,j))
            If nt = 0 Then

```

```

Else
  If j = ji Then
    npt = 1 : n = 1
  ElseIf j = ji + 1 Then
    npt = 2 : n = 1
  ElseIf j = ji + 2 Then
    npt = 4 : n = 2
  ElseIf j = ji + 3 Then
    npt = 6 : n = 3
  ElseIf j = ji + 4 Then
    npt = 8 : n = 4
  End If

  For npc = 1 To n
    r = (tec-tsc)/(tsf-tef)
    s = (tsf-tef)/(tec-tef)
    If r = 1 Then
      P = s/(npc-npc*s+s)
      ftt = (P*(r^2+1)^0.5/(1-P))/
Log((2/P-1-r+(r^2+1)^0.5)/(2/P-1-r-(r^2+1)^0.5))
    Else
      P = (1-((r*s-1)/(s-1))^(1/npc))
/(r-((r*s-1)/(s-1))^(1/npc))
      ftt = ((r^2+1)^0.5/(r-1))* Log((1-
P)/(1-P*r))/Log((2/P-1-r+(r^2+1)^0.5)/(2/P-1-r-
(r^2+1)^0.5))
    End If

    If ftt > 0.75 Then
      wi=dite/5:w=(dite-dite/5)/10
      For eb = wi To dite Step w
        Call solveI
        If dpt < dpat And dpa < dpaa
          And exceso > 0 And exceso
            < 20 Then
          Exit For
        End If
      Next eb
      If j = ji + 3 Then
        If npc = 1 Then
          npc = 2
        End If
      End If
    End If
    If dpt < dpat And dpa < dpaa And
      exceso > 0 And exceso < 20 Then
      Exit For
    End If
  Next npc
End If
If dpt < dpat And dpa < dpaa And exceso > 0
  And exceso < 20 Then
  Exit For
End If
Next j
If dpt < dpat And dpa < dpaa And exceso > 0 And

```

```

        exceso < 20 Then
        Exit For
    End If
Next i
If dpt < dpat And dpa < dpaa And exceso > 0 And
    exceso < 20 Then
    MsgBox "Se Determino los Parametros del
        Intercambiador" & vbCrLf & "para las
        Condiciones de Proceso", 64, "Msgbox"
Else
    MsgBox "No existir el Intercambiador" & vbCrLf
        & "para las Condiciones de Proceso", 48,
        "Msgbox"
    End
End If

```

```

If cboFluidoCaliente.ListIndex = 0 Then
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblnameft").Caption = frmP.txtnameff
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblformuleft").Caption = frmP.txtformuleff
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblpmft").Caption = frmP.txtpmff
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblnamefa").Caption = frmP.txtnamefc
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblformulefa").Caption = frmP.txtformulefc
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblpmfa").Caption = frmP.txtpmfc

```

```

Else
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblnamefc").Caption = frmP.txtnamefc
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblformulefc").Caption = frmP.txtformulefc
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblpmfc").Caption = frmP.txtpmfc
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblnameff").Caption = frmP.txtnameff
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblformuleff").Caption = frmP.txtformuleff
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblpmff").Caption = frmP.txtpmff
End If

```

```

If frmU.optEnglish.Value = True Then
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblm").Caption = "lb/h"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblte").Caption = "°F"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblts").Caption = "°F"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblr").Caption = "h.ft.°F/Btu"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldpa").Caption = "psi"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblmt").Caption = Format(mt / 0.45359237, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltet").Caption = Format(9 / 5 * (tet - 273.15) + 32, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltst").Caption = Format(9 / 5 * (tst - 273.15) + 32, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblompat").Caption = Format(dpat / 6894.757, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblrt").Caption = Format(rt / 0.17612, "Scientific")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblma").Caption = Format(ma / 0.45359237, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltea").Caption = Format(9 / 5 * (tea - 273.15) + 32, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltsa").Caption = Format(9 / 5 * (tsa - 273.15) + 32, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldpaa").Caption = Format(dpaa / 6894.757, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblra").Caption = Format(ra / 0.17612, "Scientific")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblro").Caption = "lb/ft3"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblvi").Caption = "lb/ft.h"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblcp").Caption = "Btu/lb.°F"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblk").Caption = "Btu/h.ft.°F"
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblrot").Caption = Format(rot * 0.062428, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblvit").Caption = Format(vit * 2419.11773, "0.00")
    rpt3.Sections("S2").Controls("Iblcpt").Caption = Format(cpt * 0.23885, "0.00")

```

```

rpt3.Sections("S2").Controls("Iblkt").Caption = Format(kt * 0.57782, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblroa").Caption = Format(roa * 0.062428, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblvia").Caption = Format(via * 2419.11773, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblcpa").Caption = Format(cpa * 0.23885, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblka").Caption = Format(ka * 0.57782, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblq").Caption = "BTU/h"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblkw").Caption = "Btu/h.ft.°F"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblidi").Caption = "in"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblde").Caption = "in"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblf").Caption = "ft"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblp").Caption = "in"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblc").Caption = "in"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblb").Caption = "in"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblaf").Caption = "ft2"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblg").Caption = "lb/ft2.h"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblh").Caption = "Btu/h.ft2.°F"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblv").Caption = "ft/s"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblu").Caption = "Btu/h.ft2.°F"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblar").Caption = "ft2"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblad").Caption = "ft2"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblpc").Caption = "psi"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblqt").Caption = Format(q * 0.94782, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblkw").Caption = Format(kw * 0.57782, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldit").Caption = Format(diti / 0.0254, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldet").Caption = Format(deti / 0.0254, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldia").Caption = Format(dite / 0.0254, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblt").Caption = Format(l * 3.2808, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblaft").Caption = Format(at * 10.76365, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblgt").Caption = Format(gt * 737.35605, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblht").Caption = Format(ht * 0.17612, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblvt").Caption = Format(vt * 3.2808, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblafa").Caption = Format(aa * 10.76365, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblga").Caption = Format(ga * 737.35605, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblha").Caption = Format(ha * 0.17612, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblva").Caption = Format(va * 3.2808, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblut").Caption = Format(ud * 0.17612, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblartc").Caption = Format(ar * 10.76365, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Ibladtc").Caption = Format(ad * 10.76365, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblpct").Caption = Format(dpt / 6894.757, "0.000")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblpca").Caption = Format(dpa / 6894.757, "0.000")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblpt").Caption = Format(pt / 0.0254, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblct").Caption = Format(cct / 0.0254, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblbt").Caption = Format(eb / 0.0254, "0.00")
Else
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblm").Caption = "kg/h"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblte").Caption = "°C"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblts").Caption = "°C"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblr").Caption = "m2.K/W"
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldpa").Caption = "Pa"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblmt").Caption = Format(mt, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltet").Caption = Format(tet - 273.15, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltst").Caption = Format(tst - 273.15, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblpat").Caption = Format(dpat, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblrt").Caption = Format(rt, "Scientific")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblma").Caption = Format(ma, "0.00")

```

```

rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltea").Caption = Format(tea - 273.15, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibltsa").Caption = Format(tsa - 273.15, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldpaa").Caption = Format(dpaa, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblra").Caption = Format(ra, "Scientific")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblro").Caption = "kg/m3"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblvi").Caption = "kg/m.s"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblcp").Caption = "kJ/kg.K"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblk").Caption = "W/m.K"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblrot").Caption = Format(rot, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblvit").Caption = Format(vit, "Scientific")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblcpt").Caption = Format(cpt, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblkt").Caption = Format(kt, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblroa").Caption = Format(roa, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblvia").Caption = Format(via, "Scientific")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblcpa").Caption = Format(cpa, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblka").Caption = Format(ka, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblq").Caption = "W"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblkw").Caption = "W/m.K"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblidi").Caption = "mm"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblde").Caption = "mm"
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibli").Caption = "m"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblp").Caption = "mm"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblc").Caption = "mm"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblb").Caption = "mm"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblaf").Caption = "m2"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblg").Caption = "kg/m2.s"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblh").Caption = "W/m2.K"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblv").Caption = "m/s"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblu").Caption = "W/m2.K"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblar").Caption = "m2"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblad").Caption = "m2"
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblpc").Caption = "Pa"
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblqt").Caption = Format(q / 3.6, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblkwt").Caption = Format(kw, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldit").Caption = Format(diti * 1000, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldet").Caption = Format(deti * 1000, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Ibldia").Caption = Format(dite * 1000, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblit").Caption = Format(l, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblaft").Caption = Format(at, "Scientific")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblgt").Caption = Format(gt, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblht").Caption = Format(ht, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblvt").Caption = Format(vt, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblafa").Caption = Format(aa, "Scientific")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblga").Caption = Format(ga, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblha").Caption = Format(ha, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblva").Caption = Format(va, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblut").Caption = Format(ud, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblartc").Caption = Format(ar, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Ibladtc").Caption = Format(ad, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblpct").Caption = Format(dpt, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("Iblpca").Caption = Format(dpa, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblpt").Caption = Format(pt * 1000, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblct").Caption = Format(cct * 1000, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("Iblbt").Caption = Format(eb * 1000, "0.00")

```

End If

```

rpt3.Sections("S2").Controls("lblmatt").Caption = frmM.txtmaterial
rpt3.Sections("S2").Controls("lblnt").Caption = dnt
rpt3.Sections("S2").Controls("lblnt").Caption = Format(nt, "0.0")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblnpa").Caption = Format(npca, "0.0")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblnpt").Caption = Format(npt, "0.0")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblnb").Caption = Format(Round(1 / eb) - 1, "0.0")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblnt").Caption = frmIct.cboArreglo.Text
rpt3.Sections("S2").Controls("lblbwgt").Caption = Format(bwgt, "0.0")
rpt3.Sections("S5").Controls("lblxceso").Caption = Format(exceso, "0.00")
rpt3.Sections("S5").Controls("lblft").Caption = Format(ft, "Scientific")
rpt3.Sections("S5").Controls("lblfa").Caption = Format(fa, "Scientific")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblret").Caption = Format(ret, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblrea").Caption = Format(rea, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblprt").Caption = Format(prt, "0.00")
rpt3.Sections("S2").Controls("lblpra").Caption = Format(pra, "0.00")
cboFluidoCaliente.Enabled = False
cboFlujo.Enabled = False
cboPitch.Enabled = False
txtl.Enabled = False
cmdCalcular.Enabled = False
cmdSiguiente.Enabled = True
End Sub

Private Sub cmdSiguiente_Click()
    frmIct.Hide
    Rpt3.Show
End Sub

```

3.12. Formulario Intercambiador de Placas

En este formulario se ingresa los parámetros de entrada necesarios para el cálculo del intercambiador de placas: tipo de flujo, en la Tabla 3.12 y en la Figura 3.10, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario. Un botón "Calcular" que da inicio a los cálculos, una vez que se tiene toda la información requerida y los parámetros de entrada necesarios para el cálculo del equipo.

Un botón "Siguiente" que permite mostrar la hoja de reporte de diseño, una vez finalizados los cálculos. El cálculo de diseño para este tipo de intercambiadores se realizó por el método de Chester & Jensen.

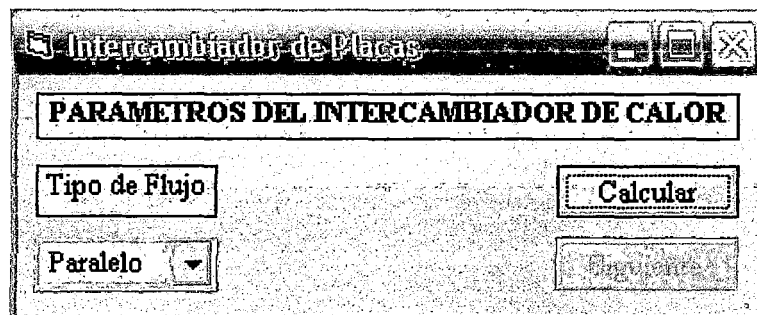


Figura 3.10 Objetos del formulario intercambiador de placas

Tabla 3.12 Objetos y propiedades del formulario intercambiador de placas

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Label1	Caption	PARAMETROS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR
Label2	Caption	Tipo de Flujo
ComboBox	Nombre	cboFluidoCaliente
	List	Paralelo: Serie
Data	Name	Data1
	DatabaseName	C:\Placas1997.mdb
	RecordsetType	1-Dynaset
	RecordSource	Hoja1
MSFlexGrid	Name	msgPlacas
	DataSource	Data1
CommandButton1	Caption	Calcular
	Name	cmdCalcular
CommandButton2	Caption	Siguiente
	Name	cmdSiguiente

Este formulario posee la siguiente codificación:

```
Private Sub Form_Load()
    Move (Screen.Width-Width)/2, (Screen.Height-Height)/2
End Sub

Private Sub CmdCalcular_Click()
    If cboFlujo.Text = "" Then
        MsgBox "Faltan Seleccionar Datos", 48, "MsgBox"
        Exit Sub
    End If

    Call DatosProceso
    prc = 1000*cpc*vic/kc:prf = 1000*cpf*vif/kf
    dt1 = tec-tsf: dt2 = tsc-tef
    If dt1 = dt2 Then
        dt1 = dt1
    Else
        dt1 = (dt1-dt2)/Log(dt1/dt2)
    End If

    For i = 1 To 12
        alp = Val(msgPlacas.TextMatrix(i,4))
        dp = Val(msgPlacas.TextMatrix(i,8))*0.001
        ep = Val(msgPlacas.TextMatrix(i,7))*0.001
        ap = Val(msgPlacas.TextMatrix(i,3))*0.001
        nmp = Val(msgPlacas.TextMatrix(i,5))
        For n = 1 To 5
            For np = 1 To nmp
                If Round((np)/2) = np/2 Then
                    n = 1 : ncp = 1
                    ncc = np/2+1 : ncpf = np/2
                    ncp = ncp : ncpf = ncp
                    sig = True
                End If
            End For
        End For
    End For
End Sub
```

```

Else
  ncp = (np+1)/(2*n)
  encp = Round(ncp)
  ncc = (np+1)/2 : ncf = (np+1)/2
  ncpc = ncp : ncpf = ncp
  If ncp = encp Then
    sig = True
  Else
    sig = False
  End If
End If

If sig = True Then
  de = (4*ap*dp)/(2*ap+2*dp)
  s = ap*dp:af = s*ncp
  gc = mc/(af*3600):rec = de*gc/vic
  If rec < 400 Then
    hci = 0.742*1000*cpc*gc*(rec^-
      0.62)*(prc^-0.667)
  Else
    hci = 0.2536*(kc/de)*(rec^0.65)*
      (prc^0.4)
  End If
  gf = mf/(af*3600):ref = de*gf/vif
  If ref < 400 Then
    hfi = 0.742*1000*cpf*gf*(ref^-
      0.62)*(prf^-0.667)
  Else
    hfi = 0.2536*(kf/de)*(ref^0.65)*
      (prf^0.4)
  End If

  Avit=Avif:Bvit=Bvif:Cvit=Cvif:
  Dvit=Dvif:hit=hfi:vit=vif
  Avia=Avic:Bvia=Bvic:Cvia=Cvic:
  Dvia=Dvic:hia=hci:via=vic
  tmt=tmf:tma=tmc:tiw = (tmc+tmf)/4

  Call Solv

  vicw = vi(Avic,Bvic,Cvic,Dvic,tw)
  vifw = vi(Avif,Bvif,Cvif,Dvif,tw)
  hc = hci*(vic/vicw) 0.14
  hf = hfi*(vif/vifw)^0.14

  u = 1/((1/hc)+rc+(ep/kw)+rf+(1/hf))
  ft = 0.96 : an = q/(3.6*u*dtl*ft)
  ad = np * alp
  exceso = (ad-an)*100/an
  fc = 0.6/rec^0.3
  lp = alp/ap:l = lp*n:dport = 0.1
  dpcc = 4*fc*gc^2*l/(de*roc)
  dpcpc = 1.3/2*n/roc*(mc/(pi/4*
    dport^2)/3600)^2
  dpcc = dpcc+dpcpc
  ff = 0.6/ref^0.3

```

```

        dpcf = 4*ff*gf^2*1/(de*rof)
        dpcpf = 1.3/2*n/rof*(mf/(pi/4*
            dport^2)/3600^2
        dpcf = dpcf+dpcpf
    End If

    If dpcc < dpac And dpcf < dpaf And
        exceso > 0 And exceso < 15 Then
        Exit For
    End If
Next np

    If dpcc < dpac And dpcf < dpaf And
        exceso > 0 And exceso < 15 Then
        Exit For
    End If
Next n

    If dpcc < dpac And dpcf < dpaf And exceso > 0
        And exceso < 15 Then
        Exit For
    End If
Next i

If dpcc < dpac And dpcf < dpaf And exceso > 0 And
    exceso < 15
Then
    MsgBox "Se Determino los Parametros del
        Intercambiador" & vbCrLf & "para las
        Condiciones de Proceso", 64, "Msgbox"
Else
    MsgBox "No existir el Intercambiador" & vbCrLf &
        "para las Condiciones de Proceso", 48,
        "Msgbox"

    End
End If

```

```

rpt2.Sections("S2").Controls("lblnameff").Caption = frmP.txtnameff
rpt2.Sections("S2").Controls("lblformuleff").Caption = frmP.txtformuleff
rpt2.Sections("S2").Controls("lblpmff").Caption = frmP.txtpmff
rpt2.Sections("S2").Controls("lblnamefc").Caption = frmP.txtnamefc
rpt2.Sections("S2").Controls("lblformulefc").Caption = frmP.txtformulefc
rpt2.Sections("S2").Controls("lblpmfc").Caption = frmP.txtpmfc

```

```

If frmU.optEnglish.Value = True Then
    rpt2.Sections("S2").Controls("lblm").Caption = "lb/h"
    rpt2.Sections("S2").Controls("lblte").Caption = "°F"
    rpt2.Sections("S2").Controls("lblts").Caption = "°F"
    rpt2.Sections("S2").Controls("lblr").Caption = "h.ft2.°F/Btu"
    rpt2.Sections("S2").Controls("ibldpa").Caption = "psi"
    rpt2.Sections("S2").Controls("iblmf").Caption = Format(mf / 0.45359237, "0.00")
    rpt2.Sections("S2").Controls("ibltef").Caption = Format(9 / 5 * (tef - 273.15) + 32, "0.00")
    rpt2.Sections("S2").Controls("ibltf").Caption = Format(9 / 5 * (tsf - 273.15) + 32, "0.00")
    rpt2.Sections("S2").Controls("ibldpaf").Caption = Format(dpaf / 6894.757, "0.00")

```

```

rpt2.Sections("S2").Controls("Iblrf").Caption = Format(rf / 0.17612, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblmc").Caption = Format(mc / 0.45359237, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibltec").Caption = Format(9 / 5 * (tec - 273.15) + 32, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibltsc").Caption = Format(9 / 5 * (tsc - 273.15) + 32, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldpac").Caption = Format(dpaa / 6894.757, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblrc").Caption = Format(rc / 0.17612, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblro").Caption = "lb/ft3"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblvi").Caption = "lb/ft.h"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblcp").Caption = "Btu/lb.°F"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblk").Caption = "Btu/h.ft.°F"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblrof").Caption = Format(rof * 0.062428, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblvif").Caption = Format(vif * 2419.11773, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblcpf").Caption = Format(cpf * 0.23885, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkf").Caption = Format(kf * 0.57782, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblroc").Caption = Format(roc * 0.062428, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblvic").Caption = Format(vic * 2419.11773, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblcpc").Caption = Format(cpc * 0.23885, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkc").Caption = Format(kc * 0.57782, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldpc").Caption = "psi"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldpcf").Caption = Format(dpcf / 6894.757, "0.000")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldpcc").Caption = Format(dpcc / 6894.757, "0.000")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblg").Caption = "lb/ft2.h"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblh").Caption = "Btu/h.ft2.°F"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkw").Caption = "Btu/h.ft.°F"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblu").Caption = "Btu/h.ft2.°F"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblar").Caption = "ft2"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblad").Caption = "ft2"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblgf").Caption = Format(gf * 737.35605, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblhf").Caption = Format(hf * 0.17612, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkwp").Caption = Format(kw * 0.57782, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblut").Caption = Format(u * 0.17612, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblartc").Caption = Format(ar * 10.76365, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibladtc").Caption = Format(ad * 10.76365, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblgc").Caption = Format(gc * 737.35605, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblhc").Caption = Format(hc * 0.17612, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblq").Caption = "BTU/h"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblualp").Caption = "ft2"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibludp").Caption = "in"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibluep").Caption = "in"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibluap").Caption = "in"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblqt").Caption = Format(q * 0.94782, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblalp").Caption = Format(alp * 10.76365, "0.000")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldp").Caption = Format(dp / 0.0254, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblep").Caption = Format(ep / 0.0254, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblap").Caption = Format(ap / 0.0254, "0.00")

```

Else

```

rpt2.Sections("2").Controls("Iblm").Caption = "kg/h"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblte").Caption = "°C"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblts").Caption = "°C"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblr").Caption = "m2.K/W"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldpa").Caption = "Pa"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblmf").Caption = Format(mf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibltef").Caption = Format(tef - 273.15, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibltsf").Caption = Format(tsf - 273.15, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldpaf").Caption = Format(dpaf, "0.00")

```

```

rpt2.Sections("S2").Controls("Iblrf").Caption = Format(rf, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblmc").Caption = Format(mc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibltec").Caption = Format(tec - 273.15, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibltsc").Caption = Format(tsc - 273.15, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblpac").Caption = Format(dpac, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblrc").Caption = Format(rc, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblro").Caption = "kg/m3"
rpt2.Sections("S").Controls("Iblvi").Caption = "kg/m.s"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblcp").Caption = "kJ/kg.K"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblk").Caption = "W/m.K"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblrof").Caption = Format(rof, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblvif").Caption = Format(vif, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblcpf").Caption = Format(cpf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkf").Caption = Format(kf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblroc").Caption = Format(roc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblvic").Caption = Format(vic, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblcpc").Caption = Format(cpc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkc").Caption = Format(kc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblpc").Caption = "Pa"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblpcpf").Caption = Format(dpcf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblpcpc").Caption = Format(dpcpc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblg").Caption = "kg/m2.s"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblh").Caption = "W/m2.K"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkw").Caption = "W/m.K"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblu").Caption = "W/m2.K"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblar").Caption = "m2"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblad").Caption = "m2"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblgf").Caption = Format(gf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblhf").Caption = Format(hf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblkwp").Caption = Format(kw, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblut").Caption = Format(u, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblartc").Caption = Format(ar, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibladtc").Caption = Format(ad, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblgc").Caption = Format(gc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblhc").Caption = Format(hc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblq").Caption = "W"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblualp").Caption = "m2"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibludp").Caption = "mm"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibluep").Caption = "mm"
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibluap").Caption = "m"
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblqt").Caption = Format(q / 3.6, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblalp").Caption = Format(alp, "0.000")
rpt2.Sections("S2").Controls("Ibldp").Caption = Format(dp * 1000, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblep").Caption = Format(ep * 1000, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblap").Caption = Format(ap, "0.00")

```

End If

```

rpt2.Sections("S2").Controls("Iblref").Caption = Format(ref, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblrec").Caption = Format(rec, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblprf").Caption = Format(prf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblprc").Caption = Format(prc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblxceso").Caption = Format(exceso, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblff").Caption = Format(ff, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblfc").Caption = Format(fc, "Scientific")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblnc").Caption = Format(n, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("Iblnf").Caption = Format(n, "0.00")

```

```

rpt2.Sections("S2").Controls("lblncpc").Caption = Format(ncpc, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("lblncpf").Caption = Format(ncpf, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("lblncc").Caption = Format(ncc * n, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("lblncf").Caption = Format(ncf * n, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("lblnp").Caption = Format(np, "0.00")
rpt2.Sections("S2").Controls("lblmatp").Caption = frmM.txtmaterial
cmdSiguiente.Enabled = True
cmdCalcular.Enabled = False
End Sub

Private Sub cmdSiguiente_Click()
    frmIp.Hide
    Rpt2.Show
End Sub

```

3.13. Modulo

Este módulo contiene el conjunto de funciones y procedimientos (sin interfaz gráfica de usuario) para determinar todas las especificaciones de la performance térmica, densidad, viscosidad dinámica, calor específico y conductividad térmica; además determina la temperatura de la pared; y por ultimo determina los parámetros de diseño del intercambiador (doble tubo y carcasa y tubos).

Este módulo contiene las variables y procedimientos o funciones públicos (se puede acceder libremente desde cualquier punto del proyecto)

Dividir un programa muy grande en una serie de módulos mucho más pequeños y manejables. A estos módulos se les suele denominar de distintas formas (subprogramas, subrutinas, procedimientos, funciones, etc.). La idea es dividir un programa grande en un conjunto de subprogramas o funciones más pequeñas que son llamadas por el programa principal; éstas a su vez llaman a otras funciones más específicas y así sucesivamente.

Este formulario posee la siguiente codificación:

```

Public mc, tec, tsc, dpac, rc, pmc, tmc As Double
Public mf, tef, tsf, dpaf, rf, pmf, tmf As Double
Public Avif, Bvif, Cvif, Dvif As Double
Public Avic, Bvic, Cvic, Dvic As Double
Public Avit, Bvit, Cvit, Dvit As Double
Public Avia, Bvia, Cvia, Dvia As Double
Public roc, vic, kc, cpc As Double
Public rof, vif, kf, cpf As Double
Public mt, tet, tst, dpat, rt, pmt As Double
Public ma, tea, tsa, dpaa, ra, pma As Double
Public rot, vit, kt, cpt As Double
Public roa, via, ka, cpa As Double
Public pi, l, kw, nh As Double
Public diti, deti, dite, dete, lt, dtml As Double
Public vt, at, gt, ht, dpt, ft, ret, rt, hit, tmt As Double
Public va, aa, ga, ha, dpa, fa, rea, pra, hia, tma As Double
Public q, ar, ad, exceso, ud, tw, tiw, m, pm As Double

```

```

Public nt, npt, ftt, cct, npc, eb, pt, bwgt As Double
Public dnt As String

Public Function ro(A,B,Tc,n,t)
    ro = (A/B^((1-t/Tc)^n))*1000
End Function

Public Function cp(pm,A,B,C,D,t)
    cp = (A+B*t+C*t^2+D*t^3)/pm
End Function

Public Function vi(A,B,C,D,t)
    vi = 10^(A+B/t+C*t+D*t^2)*0.001
End Function

Public Function k(A,B,C,t)
    k = 10^(A+B*(1-t/C)^(2/7))
End Function

Public Function fcp(m, pm, A, B, C, D, te, ts, q)
    fcp = m*(A+B*((te+ts)/2)+C*((te+ts)/2)^2+D*((te+ts)/2)^3)*(ts-te)-q*pm
End Function

Public Function fdcp(m, pm, A, B, C, D, te, ts, q)
    fdcp = m*(B/2+C/2*(te+ts)+3/8*D*(te+ts)^2)*(ts-te)+
    m*(A+B*((te+ts)/2)+C*((te+ts)/2)^2+D*((te+ts)/2)^3)
End Function

Sub Solve
    Do
        ts = tsi-fcp(m,pm,A,B,C,D,te,tsi,q)/fdcp(m,pm,
            A,B,C,D,te,tsi,q)
        z = Abs(ts-tsi)
        tsi = ts
    Loop Until z < 0.0001
End Sub

Public Function fw(A,B,C,D,tmt,hit,vit,Ac,Bc,Cc,Dc,tma,
    hia,via,tw)
    vitw = 10^(A+B/tw+C*tw+D*tw^2)*0.001
    viaw = 10^(Ac+Bc/tw+Cc*tw+Dc*tw^2)*0.001
    fw = hia*vitw/vit*(tma-tw)-it*diti/deti*viaw/via*
    (tw-tmt)
End Function

Public Function fdw(A,B,C,D,tmt,hit,vit,Ac,Bc,Cc,Dc,
    tma, hia, via, tw)
    vitw = 10^(A+B/tw+C*tw+D*tw^2)*0.001
    viaw = 10^(Ac+Bc/tw+Cc*tw+Dc*tw^2)*0.001
    vidtw = 10^(A+B/tw+C*tw+D*tw^2)*0.001*Log(10)*
    (-B/tw^2+C+2*D*tw)
    vidaw = 10^(Ac+Bc/tw+Cc*tw+Dc*tw^2)*0.001*Log(10)*
    (-Bc/tw^2+Cc+2*Dc*tw)
    fdw = hia/vit*(vidtw*(tma-tw)-vitw)-hit/via*diti/
    deti*(vidaw*(tw-tmt)+viaw)

```

End Function

Sub Solv()

Do

tw = tiw - fw(Avit,Bvit,Cvit,Dvit,tmt,hit,vit,
Avia, Bvia,Cvia,Dvia,tma,hia,via,tiw)/
fdw(Avit,Bvit,Cvit,vit,tmt,hit,vit,Avia,
Bvia,Cvia,Dvia,tma,hia,via,tiw)

z = Abs(tw-tiw)

tiw = tw

Loop Until z < 0.0001

End Sub

Sub DatosProceso()

pi = 3.14159265

pmf = Val(frmP.txtpmf)

pmc = Val(frmP.txtpmc)

Aroc = Val(frmP.txtAroc)

Broc = Val(frmP.txtBroc)

Tcroc = Val(frmP.txtTcroc)

nroc = Val(frmP.txtnroc)

Acpc = Val(frmP.txtAcpc)

Bcpc = Val(frmP.txtBcpc)

Ccpc = Val(frmP.txtCcpc)

Dcpc = Val(frmP.txtDcpc)

Avic = Val(frmP.txtAvic)

Bvic = Val(frmP.txtBvic)

Cvic = Val(frmP.txtCvic)

Dvic = Val(frmP.txtDvic)

Akc = Val(frmP.txtAkc)

Bkc = Val(frmP.txtBkc)

Ckc = Val(frmP.txtCkc)

Arof = Val(frmP.txtArof)

Brof = Val(frmP.txtBrof)

Tcrof = Val(frmP.txtTcrof)

nrof = Val(frmP.txtnrof)

Acpf = Val(frmP.txtAcpf)

Bcpf = Val(frmP.txtBcpf)

Ccpf = Val(frmP.txtCcpf)

Dcpf = Val(frmP.txtDcpf)

Avif = Val(frmP.txtAvif)

Bvif = Val(frmP.txtBvif)

Cvif = Val(frmP.txtCvif)

Dvif = Val(frmP.txtDvif)

Akf = Val(frmP.txtAkf)

Bkf = Val(frmP.txtBkf)

Ckf = Val(frmP.txtCkf)


```

If frmU.optEnglish.Value = True Then
  rf = Val(frmD.txtrf)*0.17612
  dpf = (Val(txtdpf))*6894.757
  rc = Val(frmD.txtrc)*0.17612
  dpc = Val(txtdpc)*6894.757
Else
  rf = Val(txtrf)
  dpf = Val(txtdpf)
  rc = Val(txtrc)
  dpc = Val(txtdpc)
End If

If frmDp.optCasoI.Value = True Then
  If frmU.optEnglish.Value = True Then
    mc = (Val(frmDp.txtwc))*0.4536
    tec = 5/9*(Val(frmDp.txttec)-32)+273.15
    tsc = 5/9*(Val(frmDp.txttsc)-32)+273.15
    tmc = (tec+tsc)/2
    mf = Val(frmDp.txtwf)*0.4536
    tef = 5/9*(Val(frmDp.txttef)-32)+273.15
  Else
    mc = Val(frmDp.txtwc)
    tec = Val(frmDp.txttec)+273.15
    tsc = Val(frmDp.txttsc)+273.15
    tmc = (tec+tsc)/2
    mf = Val(frmDp.txtwf)
    tef = Val(frmDp.txttef)+273.15
  End If

  roc = ro(Aroc, Broc, Tcroc, nroc, tmc)
  cpc = cp(pmc, Acpc, Bcpc, Ccpc, Dcpc, tmc)
  vic = vi(Avic, Bvic, Cvic, Dvic, tmc)
  kc = k(Akc, Bkc, Ckc, tmc)
  q = mc*cpc*(tec - tsc): m = mf: pm = pmf
  A = Acpf : B = Bcpf : C = Ccpf : D = Dcpf
  te = tef : tsi = tec

  Call Solve
  tsf = ts
  tmf = (tef+tsf)/2
  rof = ro(Arof, Brof, Tcrof, nrof, tmf)
  cpf = cp(pmf, Acpf, Bcpf, Ccpf, Dcpf, tmf)
  vif = vi(Avif, Bvif, Cvif, Dvif, tmf)
  kf = k(Akf, Bkf, Ckf, tmf)
End If

If frmDp.optCasoII.Value = True Then
  If frmU.optEnglish.Value = True Then
    mf = Val(frmDp.txtwf)*0.4536
    tef = 5/9*(Val(frmDp.txttef)-32)+273.15
    tsf = 5/9*(Val(frmDp.txttsf)-32)+273.15
    tmf = (tef+tsf)/2
    mc = Val(frmD.txtwc)*0.4536
    tec = 5/9*(Val(frmDp.txttec)-32)+273.15
  Else
    mf = Val(frmDp.txtwf)

```

```

    tef = Val(frmDp.txttef)+273.15
    tsf = Val(frmDp.txttsf)+273.15
    tmf = (tef+tsf)/2
    mc = Val(frmDp.txtwc)
    tec = Val(frmDp.txttec)+273.15
End If

rof = ro(Arof, Brof, Tcrof, nrof, tmf)
cpf = cp(pmf, Acpf, Bcpf, Ccpf, Dcpf, tmf)
vif = vi(Avif, Bvif, Cvif, Dvif, tmf)
kf = k(Akf, Bkf, Ckf, tmf)
q = mf*cpf*(tsf-tef):m = -mc:pm = pmc
A = Acpc : B = Bcpc : C = Ccpc : D = Dcpc
te = tec : tsi = tef

Call Solve
tsc = ts
tmc = (tec+tsc)/2
roc = ro(Aroc, Broc, Tcroc, nroc, tmc)
cpc = cp(pmc, Acpc, Bcpc, Ccpc, Dcpc, tmc)
vic = vi(Avic, Bvic, Cvic, Dvic, tmc)
kc = k(Akc, Bkc, Ckc, tmc)
End If

If frmDp.optCasoIII.Value = True Then
If frmU.optEnglish.Value = True Then
    mc = Val(frmDp.txtwc)*0.4536
    tec = 5/9*(Val(frmDp.txttec)-32)+273.15
    tsc = 5/9*(Val(frmDp.txttsc)-32)+273.15
    tmc = (tec+tsc)/2
    tef = 5/9*(Val(frmDp.txttef)-32)+273.15
    tsf = 5/9*(Val(frmDp.txttsf)-32)+ 273.15
    tmf = (tef+tsf)/2
Else
    mc = Val(frmDp.txtwc)
    tec = Val(frmDp.txttec)+273.15
    tsc = Val(frmDp.txttsc)+273.15
    tmc = (tec+tsc)/2
    tef = Val(frmDp.txttef)+273.15
    tsf = Val(frmDp.txttsf)+273.15
    tmf = (tef+tsf)/2
End If

rof = ro(Arof, Brof, Tcrof, nrof, tmf)
cpf = cp(pmf, Acpf, Bcpf, Ccpf, Dcpf, tmf)
vif = vi(Avif, Bvif, Cvif, Dvif, tmf)
kf = k(Akf, Bkf, Ckf, tmf)
q = mc*cpc*(tec-tsc): mf = q/(cpf*(tsf-tef))
End If

If frmDp.optCasoIV.Value = True Then
If frmU.optEnglish.Value = True Then

```

```

mf = Val(frmDp.txtwf)*0.4536
tef = 5/9*(Val(frmDp.txttef)-32)+273.15
tsf = 5/9*(Val(frmDp.txttsf)-32)+273.15
tmf = (tef+tsf)/2
tec = 5/9*(Val(frmDp.txttec)-32)+273.15
tsc = 5/9*(Val(frmDp.txttsc)-32)+273.15
tmc = (tec+tsc)/2
Else
mf = Val(frmDp.txtwf)
tef = Val(frmDp.txttef)+273.15
tsf = Val(frmDp.txttsf)+273.15
tmf = (tef+tsf) / 2
tec = Val(frmDp.txttec)+273.15
tsc = Val(frmDp.txttsc)+273.15
tmc = (tec+tsc)/2
End If

rof = ro(Arof, Brof, Tcrof, nrof, tmf)
cpf = cp(pmf, Acpf, Bcpf, Ccpf, Dcpf, tmf)
vif = vi(Avif, Bvif, Cvif, Dvif, tmf)
kf = k(Akf, Bkf, Ckf, tmf)

roc = ro(Aroc, Broc, Tcroc, nroc, tmc)
cpc = cp(pmc, Acpc, Bcpc, Ccpc, Dcpc, tmc)
vic = vi(Avic, Bvic, Cvic, Dvic, tmc)
kc = k(Akc, Bkc, Ckc, tmc)
q = mf*cpf*(tsf-tef):mc = q/(cpc*(tec-tsc))
End If

```

End Sub

Sub solveI

```

If frmIc.optIdt.Value = True Then
at = pi*((diti)^2)/4
aa = pi*((dite)^2)-((deti)^2)/4
de = ((dite^2)-(deti^2))/deti
dep = (dite-deti)
End If

If frmIc.optIct.Value = True Then
aut = pi*((diti)^2)/4:ntp = nt/npt
at = aut*ntp: C = pt-deti
aa = dite*C*eb/pt
If frmIct.cboArreglo.ListIndex = 0 Then
de = 8*((0.5*0.86*pt^2)-(0.5*pi*deti^2)/4)
/(pi*deti)
Else
de = 4*((pt^2)-(pi*deti^2)/4)/(pi*deti)
End If
End If

```

```

If frmIdt.cboFluidoCaliente.ListIndex = 0 Or
frmIct.cboFluidoCaliente.ListIndex = 0 Then
mt=mf:rot=rof:vif=vif:kt=kf
cpt=cpf:dpat=dpaf:rt=rf
ma=mc:roa=roc:via=vic:ka=kc

```

```

cpa=cpc:dpaa=dpac:ra=rc
tet=tef:tst=tsf:tea=tec:tsa=tsc:pmt=pmf:pma=pmc

Avit=Avif:Bvit=Bvif:Cvit=Cvif:Dvit=Dvif
Avia=Avic:Bvia=Bvic:Cvia=Cvic:Dvia=Dvic
tmt = tmf : tma = tmc
Else
mt=mc:rot=roc:vit=vic:kt=kc
cpt=cpc:dpac=dpac:rt=rc
ma=mf:roa=rof:via=vif:ka=kf
cpa=cpf:dpaa=dpaf:ra=rf
tet=tec:tst=tsc:tea=tef:tsa=tsf:pmt=pmc:pma=pmf

Avit=Avic:Bvit=Bvic:Cvit=Cvic:Dvit=Dvic
Avia=Avif:Bvia=Bvif:Cvia=Cvic:Dvia=Dvif
tmt=tmc:tma=tmf
End If

gt = mt/(at*3600):ret = gt*diti/vit
prt = 1000*cpt*vit/kt: vt = gt/rot

If ret < 10000 Then
  If ret < 2100 Then
    hit = 1.86*(kt/diti)*(ret*prt*diti/1)^(1/3)
  Else
    hit = 0.116*(kt/diti)*(ret^(2/3)-125)*prt^(1/3)*(1+(diti/1)^(2/3))
  End If
Else
  hit = 0.027*(kt/diti)*ret^0.8*prt^(1/3)
End If

ga = ma/(aa*3600): rea = ga*de/via
pra = 1000*cpa*via/ka : va = ga/roa

If frmIc.optIdt.Value = True Then
  If rea < 1000 Then
    If rea < 2100 Then
      hia = 1.86*(ka/de)*(rea*prt*de/1)^(1/3)
    Else
      hia = 0.116*(ka/de)*(rea^(2/3)-125)*pra^(1/3)*(1+(de/1)^(2/3))
    End If
  Else
    hia = 0.027*(ka/de)*rea^0.8*pra^(1/3)
  End If
Else
  hia = 0.36*(ka/de)*(rea^0.55)*(pra^0.33)
End If

tiw = (tmc+tmf)/4

Call Solv

vitw = vi(Avic,Bvic,Cvic,Dvic,tw)
viaw = vi(Avif,Bvif,Cvif,Dvif,tw)

```

```

ht = hit*(vit/vitw)^0.14:ha = hia*(via/viaw)^0.14
uc = 1/(1/ht+(deti/(2*kw))*Log(deti/diti)+1/ha)
r = (rt*deti/diti)+ra:ud = 1/(1/uc+r)

If frmIc.optIdt.Value = True Then
    ftt = 1
End If

ar = q/(3.6*ud*ftt*dtml)
If frmIc.optIdt.Value = True Then
    lt = ar/(pi*deti): nhh = lt/(2*1)
    nh = Round(nhh)
    If nh < nhh Then
        nh = nh+1
    End If
    ad = 2*nh*(1*pi*deti)
Else
    ad = nt*pi*deti*1
End If

exceso = (ad-ar)*100/ar
If ret < 2100 Then
    ft = 64/ret: mt = -0.25
Else
    ft = 0.0035+0.264/(ret^0.42):mt = -0.14
End If

If frmIc.optIdt.Value = True Then
    nt = 2*nh
    dpt = (vit/vitw)^mt*(4*ft*nt*1*rot*(vt)^2)/(2*
        diti)
Else
    dpert = (vit/vitw)^mt*(4*ft*npt*1*rot*(vt)^2)/(2*
        diti)
    dpest = (4*npt*gt^2)/(2*rot)
    dpt = dpert+dpest
End If

If frmIc.optIdt.Value = True Then
    rea = ga*dep/via
Else
    rea = ga*de/via
End If

If frmIc.optIdt.Value = True Then
    If rea < 2100 Then
        fa = 64/rea: ma = -0.25
    Else
        fa = 0.0035+0.264/(rea^0.42):ma = -0.14
    End If
    dpra = (via/viaw)^ma*(4*fa*nt*1*roa*(va)^2)/(2*
        dep)
    dpes = (nt*ga^2)/(2*roa)
    dpa = dpes+dpra
Else
    If rea < 500 Then

```

```

fa = Exp(5.1858-1.7645*Log(rea)+0.13357*
(Log(rea))^2)
Else
fa = 1.728*rea^(-0.188)
End If
dpa = (via/viaw)^(-0.14)*fa*(dite/de)*(1/eb)*
roa*va^2/2
End If
End Sub

```

3.14. DataReport Hoja de Especificación del ICDT

En este DataReport se muestra la solución de diseño del intercambiador de calor de doble tubo (ICDT). Esta hoja de reporte puede ser guardada o impresa por el usuario con el fin de acceder a ella para una comparación posterior, en la Tabla 3.11 y en la Figura 3.13, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

Resultados: Diseño de Intercambiador de Calor de Doble Tubo
15:17:51 sábado, 16 de noviembre de 2013

PARAMETROS	UNIDAD	TUBO INTERIOR	TUBO EXTERIOR
Nombre del Fluido			
Formula			
Peso Molecular	kg/mol		
Razon de Flujo Masico			
Temperatura de Entrada			
Temperatura de Salida			
Caida de Presion Admisible			
Resistencia de Incrustacion			
Densidad			
Viscosidad			
Calor Especifico			
Conductividad Termica			
Razon de Transferencia de Calor			
Material de los Tubos			
Diametro Nominal			
Numero de Cedula	N°		
Numero de Horquillas	N°		
Longitud de los Tubos			
Conductividad de los Tubos			
Diametro Interior			
Diametro Exterior			
Area de Flujo			
Velocidad de Masa			
Reynolds	Adimensional		
Prandtl	Adimensional		
Coef. Individual de Pelicula			
Coef. Global de Transf. de Calor			
Area Requerido			
Area de Diseño			
Exceso de Area	%		

Páginas: 1

Figura 3.11 Objetos del DataReport resultados de diseño del ICDT

Tabla 3.13 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICDD

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta1	Caption	Resultados: Diseño de Intercambiador de Calor de Doble Tubo
Etiqueta2	Caption	%T
Etiqueta3	Caption	%D
Etiqueta4	Caption	PARAMETROS
Etiqueta5	Caption	UNIDAD
Etiqueta6	Caption	TUBO INTERIOR
Etiqueta7	Caption	TUBO EXTERIOR
Etiqueta8	Caption	Nombre del Fluido
Etiqueta9	Caption	Formula
Etiqueta10	Caption	Peso Molecular
Etiqueta11	Caption	kg/kmol
Etiqueta12	Caption	Razón de Flujo Másico
Etiqueta13	Caption	Temperatura de Entrada
Etiqueta14	Caption	Temperatura de Salida
Etiqueta15	Caption	Caída de Presión Admisible
Etiqueta16	Caption	Resistencia de Incrustación
Etiqueta17	Caption	Densidad
Etiqueta18	Caption	Viscosidad
Etiqueta19	Caption	Calor Especifico
Etiqueta20	Caption	Conductividad Térmica
Etiqueta21	Caption	Razón de Transferencia de Calor
Etiqueta22	Caption	Material de los Tubos
Etiqueta23	Caption	Diámetro Nominal
Etiqueta24	Caption	Numero de Cedula
Etiqueta25	Caption	Nº
Etiqueta26	Caption	Numero de Horquillas
Etiqueta27	Caption	Nº
Etiqueta28	Caption	Longitud de los Tubos
Etiqueta29	Caption	Diámetro Interior
Etiqueta30	Caption	Diámetro Exterior
Etiqueta31	Caption	Área de Flujo
Etiqueta32	Caption	Velocidad de Masa
Etiqueta33	Caption	Reynolds
Etiqueta34	Caption	Adimensional
Etiqueta35	Caption	Prandtl
Etiqueta36	Caption	Adimensional
Etiqueta37	Caption	Coef. Individual de Película
Etiqueta38	Caption	Coef. Global de Transf. de Calor
Etiqueta39	Caption	Área Requerido
Etiqueta40	Caption	Área de Diseño
Etiqueta41	Caption	Exceso de Area
Etiqueta42	Caption	%
Etiqueta43	Caption	Factor de Friccion

Tabla 3.13 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICDT
(continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta44	Caption	Adimensional
Etiqueta45	Caption	Velocidad
Etiqueta46	Caption	Caída de Presión Calculado
Etiqueta47	Name	lblnameft
Etiqueta48	Name	lblnamefa
Etiqueta49	Name	lblformuleft
Etiqueta50	Name	lblformulefa
Etiqueta51	Name	lblpmft
Etiqueta52	Name	lblpmfa
Etiqueta53	Name	lblm
Etiqueta54	Name	lblmt
Etiqueta55	Name	lblma
Etiqueta56	Name	lblte
Etiqueta57	Name	lbltet
Etiqueta58	Name	lbltea
Etiqueta59	Name	lblts
Etiqueta60	Name	lbltst
Etiqueta61	Name	lbltsa
Etiqueta62	Name	lbldpa
Etiqueta63	Name	lbldpat
Etiqueta64	Name	lbldpaa
Etiqueta65	Name	lblr
Etiqueta66	Name	lblrt
Etiqueta67	Name	lblra
Etiqueta68	Name	lblro
Etiqueta69	Name	lblrot
Etiqueta70	Name	lblroa
Etiqueta71	Name	lblvi
Etiqueta72	Name	lblvit
Etiqueta73	Name	lblvia
Etiqueta74	Name	lblcp
Etiqueta75	Name	lblcpt
Etiqueta76	Name	lblcpa
Etiqueta77	Name	lblk
Etiqueta78	Name	lblkt
Etiqueta79	Name	lblka
Etiqueta80	Name	lblq
Etiqueta81	Name	lblqt
Etiqueta82	Name	lblmatt
Etiqueta83	Name	lblmata
Etiqueta84	Name	lbldn
Etiqueta85	Name	lbldnt
Etiqueta86	Name	lbldna
Etiqueta87	Name	lblscht
Etiqueta88	Name	lblscha

Tabla 3.13 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICDT
(conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta89	Name	lblnht
Etiqueta90	Name	lblnha
Etiqueta91	Name	lbl
Etiqueta92	Name	lblt
Etiqueta93	Name	lbla
Etiqueta94	Name	lblkw
Etiqueta95	Name	lblkwt
Etiqueta96	Name	lblkwa
Etiqueta97	Name	lblidi
Etiqueta98	Name	lbldit
Etiqueta99	Name	lbldia
Etiqueta100	Name	lblde
Etiqueta101	Name	lbldet
Etiqueta102	Name	lbldea
Etiqueta103	Name	lblaf
Etiqueta104	Name	blaft
Etiqueta105	Name	blafa
Etiqueta106	Name	blg
Etiqueta107	Name	blgt
Etiqueta108	Name	blga
Etiqueta109	Name	blret
Etiqueta110	Name	blrea
Etiqueta111	Name	blprt
Etiqueta112	Name	blpra
Etiqueta113	Name	blh
Etiqueta114	Name	blht
Etiqueta115	Name	blha
Etiqueta116	Name	blu
Etiqueta117	Name	blut
Etiqueta118	Name	blar
Etiqueta119	Name	blartc
Etiqueta120	Name	blad
Etiqueta121	Name	bladtc
Etiqueta122	Name	blft
Etiqueta123	Name	blfa
Etiqueta124	Name	blv
Etiqueta125	Name	blvt
Etiqueta126	Name	blva
Etiqueta127	Name	bldpc
Etiqueta128	Name	bldpct
Etiqueta129	Name	bldpca

3.15. DataReport Hoja de Especificación del ICCT

En este DataReport se muestra la solución de diseño del intercambiador de calor de carcasa y tubos (ICCT). Esta hoja de reporte puede ser guardada o impresa por el usuario con el fin de acceder a ella para una comparación posterior, en la Tabla 3.14 y en la Figura 3.12, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

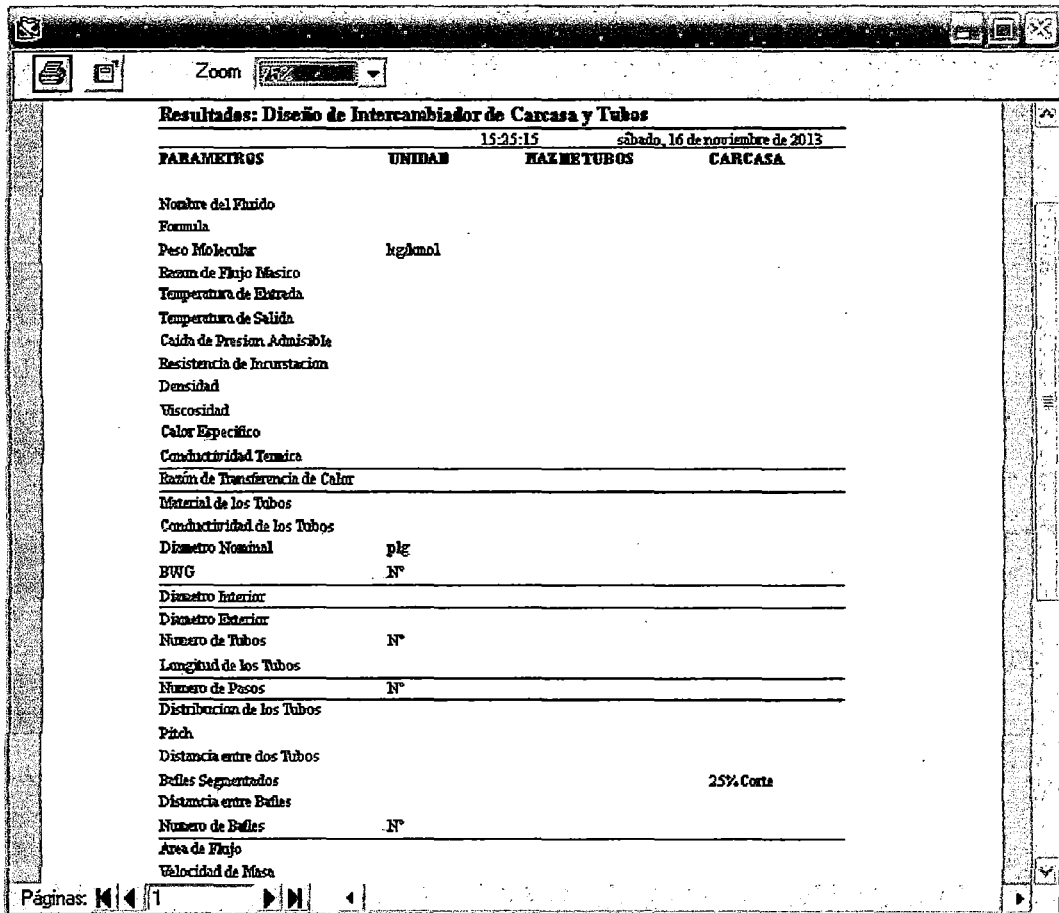


Figura 3.12 Objetos del DataReport resultados de diseño: ICCT

Tabla 3.14 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICCT

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta1	Caption	Resultados: Diseño de Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos
Etiqueta2	Caption	%T
Etiqueta3	Caption	%D
Etiqueta4	Caption	PARAMETROS
Etiqueta5	Caption	UNIDAD
Etiqueta6	Caption	HAZ DE TUBOS
Etiqueta7	Caption	CARCASA
Etiqueta8	Caption	Nombre del Fluido
Etiqueta9	Caption	Formula
Etiqueta10	Caption	Peso Molecular

Tabla 3.14 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICCT
(continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta11	Caption	kg/kmol
Etiqueta12	Caption	Razón de Flujo Másico
Etiqueta13	Caption	Temperatura de Entrada
Etiqueta14	Caption	Temperatura de Salida
Etiqueta15	Caption	Caída de Presión Admisible
Etiqueta16	Caption	Resistencia de Incrustación
Etiqueta17	Caption	Densidad
Etiqueta18	Caption	Viscosidad
Etiqueta19	Caption	Calor Especifico
Etiqueta20	Caption	Conductividad Térmica
Etiqueta21	Caption	Razón de Transferencia de Calor
Etiqueta22	Caption	Material de los Tubos
Etiqueta23	Caption	Conductividad de los Tubos
Etiqueta24	Caption	Diámetro Nominal
Etiqueta25	Caption	plg
Etiqueta26	Caption	BWG
Etiqueta27	Caption	Nº
Etiqueta28	Caption	Diámetro Interior
Etiqueta29	Caption	Diámetro Exterior
Etiqueta30	Caption	Numero de Tubos
Etiqueta31	Caption	Nº
Etiqueta32	Caption	Longitud de los Tubos
Etiqueta33	Caption	Numero de Pasos
Etiqueta34	Caption	Nº
Etiqueta35	Caption	Distribución de los Tubos
Etiqueta36	Caption	Pitch
Etiqueta37	Caption	Distancia entre dos Tubos
Etiqueta38	Caption	Baffles Segmentados
Etiqueta39	Caption	Distancia entre Baffles
Etiqueta40	Caption	Numero de Baffles
Etiqueta41	Caption	Nº
Etiqueta42	Caption	Área de Flujo
Etiqueta43	Caption	Velocidad de Masa
Etiqueta44	Caption	Reynolds
Etiqueta45	Caption	Adimensional
Etiqueta46	Caption	Prandtl
Etiqueta47	Caption	Adimensional
Etiqueta48	Caption	Coef. Individual de Película
Etiqueta49	Caption	Coef. Global de Transf. de Calor
Etiqueta50	Caption	Área Requerido
Etiqueta51	Caption	Área de Diseño
Etiqueta52	Caption	Exceso de Área
Etiqueta53	Caption	%
Etiqueta44	Caption	Reynolds
Etiqueta45	Caption	Adimensional

Tabla 3.14 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICCT
(continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta46	Caption	Prandtl
Etiqueta47	Caption	Adimensional
Etiqueta48	Caption	Coef. Individual de Película
Etiqueta49	Caption	Coef. Global de Transf. de Calor
Etiqueta50	Caption	Área Requerido
Etiqueta51	Caption	Área de Diseño
Etiqueta52	Caption	Exceso de Área
Etiqueta53	Caption	%
Etiqueta54	Caption	Factor de Fricción
Etiqueta55	Caption	Adimensional
Etiqueta56	Caption	Velocidad
Etiqueta57	Caption	Caída de Presión Calculado
Etiqueta58	Caption	25% Corte
Etiqueta59	Name	lblnameft
Etiqueta60	Name	lblnamefa
Etiqueta61	Name	lblformuleft
Etiqueta62	Name	lblformulefa
Etiqueta63	Name	lblpmft
Etiqueta64	Name	lblpmfa
Etiqueta65	Name	lblm
Etiqueta66	Name	lblmt
Etiqueta67	Name	lblma
Etiqueta68	Name	lblte
Etiqueta69	Name	lbltet
Etiqueta70	Name	lbltea
Etiqueta71	Name	lblts
Etiqueta72	Name	lbltst
Etiqueta73	Name	lbltsa
Etiqueta74	Name	lbldpa
Etiqueta75	Name	lbldpat
Etiqueta76	Name	lbldpaa
Etiqueta77	Name	lblr
Etiqueta78	Name	lblrt
Etiqueta79	Name	lblra
Etiqueta80	Name	lblro
Etiqueta81	Name	lblrot
Etiqueta82	Name	lblroa
Etiqueta83	Name	lblvi
Etiqueta84	Name	lblvit
Etiqueta85	Name	lblvia
Etiqueta86	Name	lblcp
Etiqueta87	Name	lblcpt
Etiqueta88	Name	lblcpa
Etiqueta89	Name	lblk
Etiqueta90	Name	lblkt

Tabla 3.14 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICCT
(continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta91	Name	lblka
Etiqueta92	Name	lblq
Etiqueta93	Name	lblqt
Etiqueta94	Name	lblmatt
Etiqueta95	Name	lbdnt
Etiqueta96	Name	lblbwgt
Etiqueta97	Name	lbldi
Etiqueta98	Name	lbldit
Etiqueta99	Name	lbdia
Etiqueta100	Name	lbldc
Etiqueta101	Name	lbldet
Etiqueta102	Name	lbint
Etiqueta103	Name	lblj
Etiqueta104	Name	lbljt
Etiqueta105	Name	lblnpt
Etiqueta106	Name	lblnpa
Etiqueta107	Name	lbldt
Etiqueta108	Name	lblc
Etiqueta109	Name	lblct
Etiqueta110	Name	lblb
Etiqueta111	Name	lblbt
Etiqueta112	Name	lblnb
Etiqueta113	Name	lblaf
Etiqueta114	Name	lblaft
Etiqueta115	Name	lblafa
Etiqueta116	Name	lblg
Etiqueta117	Name	lblgt
Etiqueta118	Name	lblga
Etiqueta119	Name	lblret
Etiqueta120	Name	lblrea
Etiqueta121	Name	lblprt
Etiqueta122	Name	lblpra
Etiqueta123	Name	lblh
Etiqueta124	Name	lblht
Etiqueta125	Name	lblha
Etiqueta126	Name	lblu
Etiqueta127	Name	lblut
Etiqueta128	Name	lblar
Etiqueta129	Name	lblartc
Etiqueta130	Name	lblad
Etiqueta131	Name	lbladtc
Etiqueta132	Name	lblft
Etiqueta133	Name	lblfa
Etiqueta134	Name	blv
Etiqueta135	Name	blvt

Tabla 3.14 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: intercambiador de calor de carcasa y tubos (conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta136	Name	lblva
Etiqueta137	Name	lbldpc
Etiqueta138	Name	lbldpct
Etiqueta139	Name	lbldpca

3.16. DataReport Hoja de Especificación del ICP

En este DataReport se muestra la solución de diseño del intercambiador de calor de placas (ICP). Esta hoja de reporte puede ser guardada o impresa por el usuario con el fin de acceder a ella para una comparación posterior, en la Tabla 3.15 y en la Figura 3.13, se muestran las herramientas y el diseño de este formulario.

PARAMETROS	UNIDAD	FLUIDO CALIENTE	FLUIDO FRIO
Nombre del Fluido			
Formula			
Peso Molecular	kg/mol		
Razon de Flujo Masico			
Temperatura de Entrada			
Temperatura de Salida			
Caida de Presion Admisible			
Resistencia de Incrustacion			
Densidad			
Viscosidad			
Calor Especifico			
Conductividad Termica			
Razon de Transferencia de Calor			
Material de las Placas			
Conductividad de las Placas			
Area Lateral de Cada Placa			
Distancia Entre Placas			
Espesor de Cada Placa			
Ancho de Cada Placa			
N° de Placas Termicas	N°		
N° de Canales	N°		
N° de Pasos	N°		
N° de Canales Paralelos por Paso	N°		
Reynolds	Adimensional		
Prandtl	Adimensional		
Velocidad de Masa			
Coef. Individual de Pelicula			
Coef. Global de Transf. de Calor			
Area Requerido			
Area de Diseño			

Figura 3.13 Objetos del DataReport resultados de diseño: ICP

Tabla 3.15 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICP

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta1	Caption	Resultados: Diseño de Intercambiador de Calor Placas
Etiqueta2	Caption	%T

Tabla 3.15 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICP
(continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta1	Caption	Resultados: Diseño de Intercambiador de Calor Placas
Etiqueta2	Caption	%T
Etiqueta3	Caption	%D
Etiqueta4	Caption	PARAMETROS
Etiqueta5	Caption	UNIDAD
Etiqueta6	Caption	FLUIDO CALIENTE
Etiqueta7	Caption	FLUIDO FRIO
Etiqueta8	Caption	Nombre del Fluido
Etiqueta9	Caption	Formula
Etiqueta10	Caption	Peso Molecular
Etiqueta11	Caption	kg/kmol
Etiqueta12	Caption	Razón de Flujo Másico
Etiqueta13	Caption	Temperatura de Entrada
Etiqueta14	Caption	Temperatura de Salida
Etiqueta15	Caption	Caída de Presión Admisible
Etiqueta16	Caption	Resistencia de Incrustación
Etiqueta17	Caption	Densidad
Etiqueta18	Caption	Viscosidad
Etiqueta19	Caption	Calor Especifico
Etiqueta20	Caption	Conductividad Térmica
Etiqueta21	Caption	Razón de Transferencia de Calor
Etiqueta22	Caption	Material de las Placas
Etiqueta23	Caption	Conductividad de las Placas
Etiqueta24	Caption	Área Lateral de Cada Placa
Etiqueta25	Caption	Distancia Entre Placas
Etiqueta26	Caption	Espesor de Cada Placa
Etiqueta27	Caption	Ancho de Cada Placa
Etiqueta28	Caption	Nº de Placas Térmicas
Etiqueta29	Caption	Nº
Etiqueta30	Caption	Nº de Canales
Etiqueta31	Caption	Nº
Etiqueta32	Caption	Nº de Pasos
Etiqueta33	Caption	Nº
Etiqueta34	Caption	Nº de Canales Paralelos por Paso
Etiqueta35	Caption	Nº
Etiqueta36	Caption	Velocidad de Masa
Etiqueta37	Caption	Reynolds
Etiqueta38	Caption	Adimensional
Etiqueta39	Caption	Prandtl
Etiqueta40	Caption	Adimensional
Etiqueta41	Caption	Coef. Individual de Película
Etiqueta42	Caption	Coef. Global de Transf. de Calor
Etiqueta43	Caption	Área Requerido
Etiqueta44	Caption	Área de Diseño

Tabla 3.15 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICP
(continuación)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta45	Caption	Exceso de Área
Etiqueta46	Caption	%
Etiqueta47	Caption	Factor de Fricción
Etiqueta48	Caption	Adimensional
Etiqueta49	Caption	Caída de Presión Calculado
Etiqueta50	Name	lblnameff
Etiqueta51	Name	lblnamefc
Etiqueta52	Name	lblformuleff
Etiqueta53	Name	lblformulefc
Etiqueta54	Name	lblpmff
Etiqueta55	Name	lblpmfc
Etiqueta56	Name	lblm
Etiqueta57	Name	lblmf
Etiqueta58	Name	lblmc
Etiqueta59	Name	lblte
Etiqueta60	Name	lbltef
Etiqueta61	Name	lbltec
Etiqueta62	Name	lblts
Etiqueta63	Name	lbltsf
Etiqueta64	Name	lbltsc
Etiqueta65	Name	lbldpa
Etiqueta66	Name	lbldpaf
Etiqueta67	Name	lbldpac
Etiqueta68	Name	lblr
Etiqueta69	Name	lblrf
Etiqueta70	Name	lblrc
Etiqueta71	Name	lblro
Etiqueta72	Name	lblrof
Etiqueta73	Name	lblroc
Etiqueta74	Name	lblvi
Etiqueta75	Name	lblvif
Etiqueta76	Name	lblvic
Etiqueta77	Name	lblcp
Etiqueta78	Name	lblcpf
Etiqueta79	Name	lblcpc
Etiqueta80	Name	lblk
Etiqueta81	Name	lblkf
Etiqueta82	Name	lblkc
Etiqueta83	Name	lblq
Etiqueta84	Name	lblqt
Etiqueta85	Name	lblmatp
Etiqueta86	Name	lblkw
Etiqueta87	Name	lblkwp
Etiqueta88	Name	lblualp
Etiqueta89	Name	lblalp

Tabla 3.15 Objetos y propiedades del DataReport resultados de diseño: ICP
(conclusión)

OBJETO	PROPIEDADES	VALOR
Etiqueta90	Name	lbludp
Etiqueta91	Name	lbldp
Etiqueta92	Name	lbluep
Etiqueta93	Name	lbllep
Etiqueta94	Name	lbluap
Etiqueta95	Name	lblap
Etiqueta96	Name	lblnp
Etiqueta97	Name	lblncc
Etiqueta98	Name	lblncf
Etiqueta99	Name	lblnc
Etiqueta100	Name	lblnf
Etiqueta101	Name	lblncpc
Etiqueta102	Name	lblncpf
Etiqueta103	Name	lblg
Etiqueta104	Name	lblgc
Etiqueta105	Name	lblgf
Etiqueta106	Name	lblrec
Etiqueta107	Name	lblref
Etiqueta108	Name	lblprc
Etiqueta109	Name	lblprf
Etiqueta110	Name	lblh
Etiqueta111	Name	lblhc
Etiqueta112	Name	lblhf
Etiqueta113	Name	lblu
Etiqueta114	Name	lblut
Etiqueta115	Name	lblar
Etiqueta116	Name	lblartc
Etiqueta117	Name	lblad
Etiqueta118	Name	lbladtc
Etiqueta119	Name	lblfc
Etiqueta120	Name	lblff
Etiqueta121	Name	lbldpc
Etiqueta122	Name	lbldpcc
Etiqueta123	Name	lbldpcf

CAPITULO IV

APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL SOFTWARE

Para comprobar y verificar los resultados y el buen funcionamiento del programa DIC, se resolvieron problemas planteados en la bibliografía especializada de Transferencia de Calor, todo esto con la finalidad de comparar los resultados obtenidos por el programa con los reportados por dichas fuentes. Una vez verificados y analizados estos resultados, se podrá avalar y garantizar el uso del programa, siempre y cuando no se violen los límites establecidos del mismo.

El esquema de validación se ha dividido en tres secciones (una para cada tipo de intercambiador), donde se presentarán los resultados de las variables más importantes dentro del diseño de los mismos, así como también el porcentaje de desviación, para finalmente establecer las discusiones pertinentes en cada uno de los casos estudiados.

4.1. Entorno del Software

Se han implantado herramientas dentro del programa que facilitan su uso, y hacen de esta manera que el mismo se muestre más amigable con el usuario.

También se creó la modalidad de impresión de la hoja de resultados. Una vez introducidos los datos requeridos y se haya desarrollado el procedimiento de cálculo, se presentará una ventana con los resultados de las variables más importantes en el estudio de los intercambiadores de calor, la cual podrá ser guardado o impreso por el usuario.

El programa DIC, es un paquete que permite diseñar intercambiadores de calor de placas, doble tubo y carcasa, de forma sencilla, rápida y agradable al usuario. Es decir, el programa considera el diseño de los equipos de intercambio de calor más usados en la industria: los intercambiadores de carcasa y tubos y los intercambiadores de placas, a diferencia de los paquetes comerciales existentes que cuentan solamente con uno de ellos, generalmente de carcasa y tubos.

Para la ejecución del software es necesario hacer un cambio de configuración de idioma (solo en caso de que esta no coincida), para ello se siguen los siguientes pasos:

Ingresar al Panel de control del sistema, tal como se muestra en la Figura 4.1.



Figura 4.1 Ingreso al panel de control

Ingresar a Configuración regional y de idioma, Click en personalizar, y en Símbolo decimal escribir “.”; luego Click en Aplicar, después en Aceptar, como se muestra en la Figura 4.2.

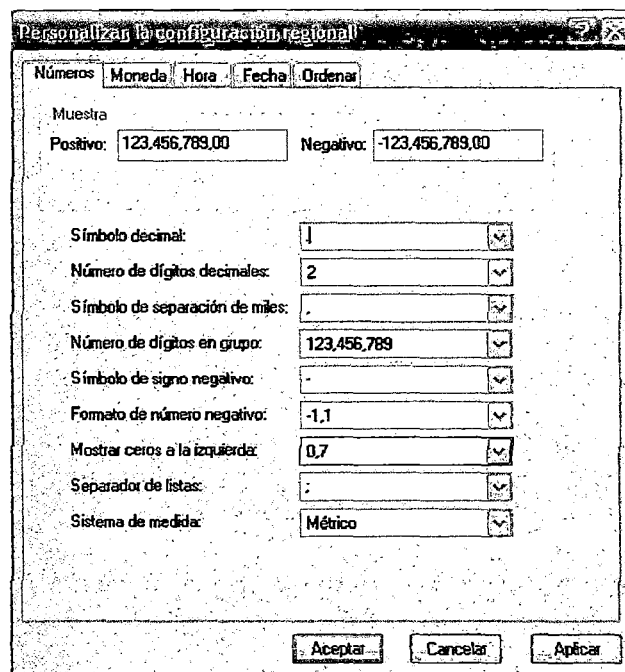


Figura 4.2 Configuración regional

4.2. Diseño de Intercambiador de Calor de Doble Tubo

El diseño de intercambiadores de doble tubo, es el más sencillo de los intercambiadores estudiados en este trabajo. Los parámetros de diseño para este tipo de intercambiador, son:

- Diámetro Nominal del Tubo Interior y Exterior
- Numero de Cedula del Tubo Interior y Exterior
- Diámetro Interno del Tubo Interior y Exterior
- Diámetro Externo del Tubo Interior y Exterior
- Área de Diseño
- Numero de Horquillas
- Longitud de los Tubos
- ΔP Calculado en el Tubo Interior y Exterior

4.2.1. Problema N° 1

Se desean calentar 9820 lb/h de benceno frío de 80 a 120 °F usando tolueno caliente que se enfría de 160 a 100 °F. A cada corriente se le asignara un factor de obstrucción de 0.001 h.ft².°F/BTU, y la caída de presión permitida para cada corriente es de 10.0 psi. Se dispone de cierto numero de horquillas de 20 ft de longitud de 2 por 1 - 1/4 plg IPS. ($k_w = 104.2$ Btu/h.ft.°F). El fluido caliente circula por el anillo. ¿Cuántas horquillas se requieren?

Fuente: Donald Q. Kern, "Procesos de Transferencia de Calor", pág. 143.

Tabla 4.1 Resultados del problema N° 1

Variable	Unidad	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Flujo Másico del Fluido Caliente	lb/h	6323	6529.11	3.3
Razón de Transferencia de Calor	BTU/h	1.67E+05	167385.14	0.2
Área de Diseño	ft ²	52.2	69.53	33.2
Número de Horquillas	N°	3	4	33.3
Longitud de los Tubos	ft	120	160	33.3
ΔP Calculado en el Tubo Interior	psi	3.2	4.3	34.4
ΔP Calculado en el Tubo Exterior	psi	9.2	13.9	51.1

Análisis de Resultados:

Los porcentajes de desviación de todas las variables son relativamente bajos.

Los principales errores se atribuyen al uso de cifras significativas en los cálculos y a la sensibilidad de los cálculos de las desviaciones para cifras de bajo rango numérico. Este porcentaje de error se le puede atribuir al hecho de que Visual Basic 6.0 trabaja con un número considerado de decimales, mientras que el método Kern es menos riguroso en este aspecto, trayendo como consecuencia esta diferencia entre el programa y la bibliografía. En las caídas de presión en el ánulo y en el tubo interior la desviación llega hasta un 60% para ambos casos. Sin embargo, estas desviaciones elevadas se deben principalmente a lo dicho, de que el cálculo del porcentaje de error en números bajos es muy sensible a cualquier variación.

4.2.2. Problema N° 2

10 000 lb/h of benceno se desean calentar de 60 a 120 °F por intercambio de calor con una corriente de anilina que se enfría de 150 a 100 °F. Un numero de 16 ft de horquillas consistente de 2 in por 1.25 in cedula 40 tubería de acero inoxidable ($k = 9.4 \text{ Btu/h.ft.}^\circ\text{F}$) son disponibles y pueden ser usado para este servicio. A cada corriente se le asignara un factor de obstrucción de $0.001 \text{ h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}/\text{BTU}$. Una máxima caída de presión de 20 psi es especificado para cada corriente. El fluido caliente circula por el anillo. Determinar el número y configuración de horquillas que son requeridos.

Fuente: Robert .W. Serth, "Process Heat Transfer Principles and Applications", pág. 133.

Tabla 4.2 Resultados del problema N° 2

Variable	Unidad	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Flujo Másico del Fluido Caliente	lb/h	9692	10011.02	3.3
Razón de Transferencia de Calor	BTU/h	252000	253338.34	0.5
Área de Diseño	ft ²	83.44	83.44	0.0
Número de Horquillas	N°	6	6	0.0
Longitud de los Tubos	ft	192	192	0.0
ΔP Calculado en el Tubo Interior	psi	7.95	8.14	2.4
ΔP Calculado en el Tubo Exterior	psi	47.5	51.28	8.0

Análisis de Resultados:

Para este caso, se encuentran valores de desviación muy bajos. En las caídas de presión en el anillo el error llega hasta un 10 %, el cual se encuentra dentro de los límites aceptables (basados en el hecho de que las correlaciones empleadas en este método tienen un margen de error hasta del 20 %).

4.2.3. Problema N° 3

Agua fluye a razón de 5000 kg/h será calentado desde 20 a 35°C por agua caliente a 140 °C. Unos 15 °C de caída de temperatura del agua caliente son permitidos. Un número de 3.5 m de horquillas de 3 in por 2 in a contracorriente intercambiador de calor de doble tubo con anillo y tubería, cada uno conectado en serie, pueden ser usado. El agua caliente fluye a través del tubo interior. Los factores de fricción son: $R_{fc} = 0.000176 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$, $R_{ff} = 0.000352 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$. Asumir que la tubería esta hecho de acero al carbono ($k_w = 54 \text{ W/m.K} = 31.20 \text{ Btu/h.ft.}^\circ\text{F}$). El intercambiador de calor es aislado en contra de las pérdidas de calor. El fluido caliente circula por el tubo interior. Calcular el número de horquillas.

Fuente: Kakac, S. and H. Liu, "Heat Exchangers: Selection, Rating and Thermal Design", pág. 198.

Tabla 4.3 Resultados del problema N° 3

Variable	Unidad	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Flujo Másico del Fluido Caliente	kg/h	4896	4894.37	0.03
Razón de Transferencia de Calor	W	87100	87134.12	0.04
Área de Diseño	m ²	1.33	1.33	0.00
Número de Horquillas	N°	1	1	0.00
Longitud de los Tubos	m	7	7	0.00
ΔP Calculado en el Tubo Interior	Pa	460.1	445.52	3.17
ΔP Calculado en el Tubo Exterior	Pa	2876.4	2429.72	15.5

Análisis de Resultados:

Una vez más, los resultados son similares a los obtenidos en los tres casos anteriores, donde puede observarse que en todas las variables a excepción de las caídas de presión, se encuentran por debajo del 1 %, mientras que para las caídas de presión es de un 20 %, resultado que se justifica con las explicaciones ya hechas en los casos anteriores.

A manera de conclusión se puede decir que los resultados son bastante satisfactorios para este tipo de intercambiadores, atribuyendo los principales errores al uso de cifras significativas en los cálculos y a la sensibilidad de los cálculos de las desviaciones para cifras de bajo rango numérico.

Puesto que no es posible modificar la sección de flujo del fluido del tubo interno sin afectar el anulo, resulta que el diseño de un intercambiador de calor de este tipo es difícil de optimizar, y con frecuencia debe permitirse en el diseño que una de las corrientes quede con una pérdida de carga muy holgada para poder satisfacer el ΔP máximo fijado por la otra.

4.3. Diseño de Intercambiador de Carcasa y Tubos

El diseño de intercambiadores de carcasa y tubo, es el diseño más complejo de los intercambiadores que se estudian en este trabajo, debido a que se consideran muchas más variables y efectos producidos por las mismas, además de que el proceso de cálculo para estos equipos es más largo y complicado. Los parámetros de diseño para este tipo de intercambiador, son:

- Tipo de intercambiador (Cabezal fijo, tubos en U, cabezal flotante, etc.)
- Diámetro de los tubos y arreglo de los mismos (cuadrado o triangulo)
- Ubicación de los fluidos en el equipo (tubos o carcasa)
- Numero de carcasas y numero de pasos de las mismas
- Numero de tubos y numero de pasos en los tubos. Diámetro de carcasa

- Longitud de los tubos
- Tipo y espaciado de los deflectores
- Caídas de Presión (lado de los tubos y carcasa)
- Coeficiente global de transferencia de calor
- Área total de transferencia de calor

4.3.1. Problema N° 4

Diseñar un intercambiador para sub-enfriar condensado proveniente de un condensador de metanol a 95 °C hasta 40 °C. El flujo de masa del metanol es de 100 000 kg/h. Como medio de enfriamiento se debe usar agua a 25 °C la cual se calienta hasta 40 °C. Asumir factor de incrustación para el metanol 0.0002 m².K /W y para el agua 0.00033 m².K /W, y la caída de presión permitida para cada corriente es de 25kPa. Usar 3/4 plg de, 17 BWG, 16 ft (4.83 m) de largo y arreglo triangular de 15/16 plg. ($k_w = 50 \text{ W/m.K} = 28.89 \text{ Btu/h.ft.}^\circ\text{F}$). El fluido caliente circula por la carcasa. Si la caída de presión máxima admisible en el lado de la carcasa es 260 kPa y en el haz de tubos 6.7 kPa.

Fuente: Gavin Towler and Ray Sinnott, “Chemical Engineering Design”, pág. 836

Tabla 4.4 Resultados del problema N° 4

Variable	Unidad	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Flujo Másico del Fluido Frio	kg/h	248000	249834	0.7
Razón de Transferencia de Calor	W	4340000	4350487	0.2
Pitch	mm	24.0	23.81	0.8
Ubicación de los Fluidos		Carcasa	Carcasa	
Número de Pasos de Carcasa	N°	1	1	0.0
Número de Tubos	N°	964	938	2.7
Número de Pasos en los Tubos	N°	2	2	0.0
Diámetro de Carcasa	mm	838.0	838.2	0.0
Longitud de los Tubos	m	4.83	4.83	0.0
Tipo de Deflectores		25 % Corte	25 % Corte	
Espaciado de los Baffles	mm	457.0	391.16	14.4
Número de Baffles	N°	9	11	22.2
Área de Diseño	m ²	292.0	271.14	7.1
ΔP Calculado en la Carcasa	Pa	24000	24729	3.0
ΔP Calculado en los Tubos	Pa	6400	6629	3.6

Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos para este tipo de intercambiador son bastante aceptables, ya que se observa que los porcentajes de desviación son menores a 15 % para todas las variables analizadas, mientras que para el número de baffles es 25 %.

Las probables desviaciones, igual que en el caso de los intercambiadores de doble tubo, pueden haber sido causados por el uso de las cifras significativas en los cálculos, además de la estimación de las propiedades físicas, las cuales son determinadas para cada una de éstas, por una ecuación general, que representa sólo una aproximación de estas propiedades. Así mismo, se sabe también que las correlaciones empleadas para estimar los coeficientes de transferencia de calor, tienen un error asociado según la bibliografía, y pudiera estar influyendo también en los resultados. El resto de las variables muestra valores de desviación aceptables que no generan ningún tipo de problema.

4.3.2. Problema N° 5

Agua destilada con una razón de flujo de masa de 80 000 kg/h entra a un intercambiador a 35°C y sale a 25°C. El calor debe ser transferido a 140 000 kg/h de agua cruda procedentes desde un suministro a 20 °C. Los baffles están espaciados 12 in. Un paso en la carcasa y tubo es preferible. Los tubos son 18 BWG tubos con 1 in diámetro exterior (OD = 0.0254 m, ID = 0.0229 m) y ellos se colocan en forma cuadrada con paso de 1 in. El diámetro de la carcasa es 15.25 in. Un tamaño de pitch de 1.25 in y una distancia libre entre dos tubos (Clearance) de 0.25 in son seleccionados. ($k_w = 54 \text{ W/m.K} = 31.20 \text{ Btu/h.ft.}^\circ\text{F}$, $F_t = 0.746$). El fluido caliente circula por la carcasa. Calcular la longitud del intercambiador de calor y la caída de presión para cada corriente. Si la caída de presión máxima admisible en el lado de la carcasa es 200 kPa, este intercambiador de calor es apropiado?

Fuente: Kakac, S. and H. Liu, "Heat Exchangers: Selection, Rating and Thermal Design", pág. 335.

Tabla 4.5 Resultados del problema N° 5

Variable	Unidad	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Temp. de Salida Fluido Frio	°C	25	25.7	2.8
Razón de Transferencia de Calor	W	928500	929040	0.1
Pitch	in	31.75	31.75	0.0
Ubicación de los Fluidos		Carcasa	Carcasa	
Número de Pasos de Carcasa	Nº	1	1	0.0
Número de Tubos	Nº	81	81	0.0
Número de Pasos en los Tubos	Nº	1	1	0.0
Diámetro de Carcasa	mm	387.35	387.35	0.0
Longitud de los Tubos	m	12.43	13.06	5.1
Tipo de Deflectores		25 % Corte	25 % Corte	
Espaciado de los Baffles	mm	304.8	304.8	0.0
Número de Baffles	Nº	40	42	5.0
Área de Diseño	m ²	80.35	84.43	5.1
ΔP Calculado en la Carcasa	Pa	71417.61	75633.66	5.9
ΔP Calculado en los Tubos	Pa	9695.31	12096.89	19.4

Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos para este tipo de intercambiador son bastante aceptables, ya que se observa que los porcentajes de desviación son menores a 6 % para todas las variables analizadas, mientras que para la caída de presión en el haz de tubos es de 20 %.

Una de las posibles causas de estas desviaciones, provenga del cálculo y estimación de las propiedades físicas, las cuales son determinadas para cada una de éstas, por una ecuación general, que representa sólo una aproximación de estas propiedades. Así mismo, se sabe también que las correlaciones empleadas para estimar los coeficientes de transferencia de calor, tienen un error asociado según la bibliografía, y pudiera estar influyendo también en los resultados. El resto de las variables muestra valores de desviación aceptables que no generan ningún tipo de problema ni particularidad.

4.3.3. Problema N° 6

Un intercambiador de calor es diseñado para calentar agua cruda por el uso de agua condensada a 67°C y 0.2 bar, con el flujo en el lado de la carcasa con una tasa de flujo másico de 50 000 kg/h. el calor es transferido a 30 000 kg/h de agua de ciudad procedentes desde un suministro a 17°C ($C_p = 4148 \text{ J/kg.K}$). Un paso en la carcasa y tubo es preferible. Una resistencia total de incrustación de $0.000176 \text{ m}^2\text{.K/W}$ es recomendado y la sobre superficie de diseño no puede ser encima de 35%. Una velocidad máxima de líquido refrigerante de 1.5 m/s es recomendado para prevenir el desgaste. Una longitud máxima de 5 m de tubo es requerido por limitación de espacio. El material del tubo es acero al carbono ($k_w = 60 \text{ W/m.K} = 34.67 \text{ Btu/h.ft.}^{\circ}\text{F}$). Agua cruda fluye dentro de 3/4 tubos, 17 BWG rectos (19 mm OD con 16 mm ID). Los tubos son colocados en forma cuadrada con una proporción de pitch 1.25 in (1 in). El espaciado de baffles (9.15 in) es aproximadamente 0.6 el diámetro de la carcasa 15.25 in y el corte de baffles es 25 %. La máxima caída de presión en el lado de la carcasa es 5 psi (34 473.25 Pa). La temperatura de salida del agua no puede ser mayor que 40°C . El fluido caliente circula por la carcasa. Calcular la longitud del intercambiador de calor y la caída de presión para cada corriente. Utilizar dos pasos en el lado de los tubos.

Fuente: Kakac, S. and H. Liu, "Heat Exchangers: Selection, Rating and Thermal Design", pág. 311.

Tabla 4.6 Resultados del problema N° 6

Variable	Unidad	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Temp. de Salida Fluido Caliente	°C	53	53.2	0.4
Razón de Transferencia de Calor	W	801600	801491.85	0.0
Pitch	in	1	1	0
Ubicación de los Fluidos		Carcasa	Carcasa	
Número de Pasos de Carcasa	N°	1	1	0.0
Número de Tubos	N°	124	124	0.0
Número de Pasos en los Tubos	N°	2	2	0.0
Diámetro de Carcasa	mm	390	387.35	0.7
Longitud de los Tubos	m	3.67	3.43	6.5
Tipo de Deflectores		25 % Corte	25 % Corte	
Espaciado de los Baffles	mm	250	250	0.0
Número de Baffles	N°	14	13	7.1
Área de Diseño	m ²	27.16	25.43	6.4
ΔP Calculado en la Carcasa	Pa	18636.63	19587.34	5.1
ΔP Calculado en los Tubos	Pa	4790.96	4516.04	5.7

Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos para este tipo de intercambiador son bastante aceptables, ya que se observa que los porcentajes de desviación para todas las variables analizadas son menores a 10 %.

En conclusión, el método de diseño para intercambiador de carcasa y tubos mostró resultados satisfactorios, los cuales han servido de soporte para realizar una buena validación de este programa.

4.4. Diseño de Intercambiador de Placas

Los intercambiadores de placas son los intercambiadores más modernos de la actualidad, ya que los mismos proporcionan grandes áreas de intercambio de calor en espacios físicos relativamente pequeños. El diseño de este equipo se basó principalmente en el modelo utilizado por Chester & Jensen, cuyo uso está limitado al hecho de que se deben conocer completamente las características del modelo de la placa a estudiar, para la obtención de los resultados. Los parámetros de diseño para este tipo de intercambiador, son:

- Área lateral de cada placa
- Distancia entre placas
- Espesor de las placas
- Ancho de cada placa
- Número de placas que trae el intercambiador
- Número de canales paralelos por paso
- Número de pasos
- Número de canales
- Material

4.4.1. Problema N°7

Se desea enfriar 100 000 kg/h de metanol desde 95 °C hasta 40°C, usando agua ligeramente salado como liquido de refrigeración que entra a 25°C y sale a 40°C. Especificar la unidad ($k_w = 12.1 \text{ Btu/h.ft.}^\circ\text{F}$) que satisfaga la operación. Asumir factor de incrustación para el metanol $0.0001 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ y para el agua $0.00017 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, y la caída de presión permitida para cada corriente es de 80kPa. Diámetro puerto 100 mm.

Fuente: Gavin Towler and Ray Sinnott, "Chemical Engineering Design", pág. 924

Tabla 4.7 Resultados del problema N° 7

Variable	Unidades	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Flujo Másico del Fluido Frio	kg/h	248000	249834.21	0.7
Razón de Transferencia de Calor	W	4.34E+06	4350487.57	0.2
Area lateral de cada Placa	m ²	0.75	0.75	0.0
Distancia entre Placas	mm	3	3	0.0
Espesor de las Placas	mm	0.75	0.75	0.0
Ancho de Cada Placa	m	0.5	0.5	0.0
Número de Placas	N°	121	122	0.8
Número de Canales	N°	122	123	2.5
Número de Pasos	N°	1	1	0.0
N° de Canales Paralelos por Paso	N°	60	61	1.7
Area de Diseño	m ²	90.75	90.75	0.0
ΔP Calculado del Fluido Caliente	Pa	16659	16546.18	0.7
ΔP Calculado del Fluido Frio	Pa	77546	77150.57	0.5

Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos para este tipo de arreglo son bastante aceptables, ya que los mismos se encuentran ubicados dentro de los márgenes de error permisible.

Las pequeñas desviaciones pudiera adjudicarse al uso de las cifras significativas en el modelo de cálculo, así como el cálculo aproximado de las propiedades físicas de los fluidos, a través de ecuaciones generales, que aunque sean buenas aproximaciones, no garantizan que los resultados sean los más exactos, que tienen errores asociados hasta del 20%, además de que los ejemplos utilizados no emplean correlaciones para estimar estas propiedades, si no que utilizan valores constantes.

4.4.2. Problema N°8

Se desea enfriar 200 000 kg/h de solución diluida de carbonato de potasio desde 70 °C hasta 30°C, usando agua de refrigeración como liquido de refrigerante, que entra a 20 °C y sale a 60°C. Un

intercambiador compacto-placas ($k_w = 9.2 \text{ Btu/h.ft.}^\circ\text{F}$) es disponible con las siguientes especificaciones: Numero de placas 329, dimensión efectiva de placas: largo 1.5 m, ancho 0.5 m, espesor 0.75 mm, ancho de canal 3 mm, configuración de flujo dos pasos: dos pasos, diámetro puerto 150 mm. Verificar si este intercambiador es adecuado para satisfacer la tasa de transferencia de calor requerido y estimar la caída de presión para cada corriente. Tomar las propiedades físicas del la solución diluida de carbonato de potasio como igual para el agua.

Fuente: Gavin Towler and Ray Sinnott, "Chemical Engineering Design", pág. 960

Tabla 4.8 Resultados del problema N° 8

Variable	Unidades	Valor Referencia	Valor DIC	% Desviación
Flujo Másico del Fluido Frio	kg/h	200000	200008.57	0.0
Razón de Transferencia de Calor	W	9296300	9281877.21	0.2
Área lateral de cada Placa	m ²	0.75	0.75	0.0
Distancia entre Placas	mm	3	3	0.0
Espesor de las Placas	mm	0.75	0.75	0.0
Ancho de Cada Placa	m	0.5	0.5	0.0
Número de Placas	N°	329	328	0.3
Número de Canales	N°	328	329	0.3
Número de Pasos	N°	2	2	0.0
N° de Canales Paralelos por Paso	N°	82	82	0.0
Área de Diseño	m ²	245	245.25	0.0
ΔP Calculado del Fluido Caliente	Pa	33052	32632.81	1.3
ΔP Calculado del Fluido Frio	Pa	33052	33648.47	1.8

Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos para este tipo de arreglo son bastante aceptables, ya que los mismos se encuentran ubicados dentro de los márgenes de error permisible.

En conclusión se tiene, que el diseño es aplicable a estos tres tipos de intercambiadores, por lo que el programa es perfectamente válido para el diseño de intercambiadores de calor.

CAPITULO V

MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE

5.1. Limitaciones del Programa

- La base de datos del software consta de 500 componentes.
- Los fluidos de proceso son puros.
- El software implementado es solo para intercambiadores de calor sin cambio de fase, lo que quiere decir que no se podrá trabajar con fluidos que dentro del intercambiador cambien de estado físico, ya que los resultados no serán los correctos, debido a la ausencia de correlaciones para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de calor y la caída de presión.
- El cálculo de intercambiadores de carcasa y tubo no incluye los cálculos para intercambiadores en forma de “U”.
- En el método Kern para intercambiadores de carcasa y tubos, está basado únicamente en los cálculos para un 25 % de corte de los deflectores.
- El software implementado está limitado a intercambiadores de calor: carcasa y tubos, doble tubo y placas.
- Solo se realiza el diseño térmico (Como resultado de este diseño debe surgir la información sobre las características geométricas básicas del equipo, como ser diámetro, longitud, número y arreglo de tubos, número de pasos en carcasa y en tubos, diámetro de carcasa, tipo y cantidad de deflectores y dimensionamiento de conexiones).
- No se realiza el diseño mecánico (espesores, serie de conexiones, tipo de juntas, etc.)
- No se elaboran los planos de detalle. No se calculan costos.

5.2. Visualización de Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en la ventana del DataReport, esta información brinda los parámetros de diseño, los cuales dependen del tipo de intercambiador (doble tubo, carcasa y tubos y placas) y de las condiciones de proceso.

5.3. Análisis de Resultados

En el Capítulo IV se realiza las evaluaciones comparativas de los resultados de un problema resuelto con los resultados generados por el software, observando que estos no difieran con significación apreciable en la mayoría de los casos. La causa de diferencias observadas se debe a:

La desviación de resultados calculados depende principalmente a las exactitudes de los datos termodinámicos, correlaciones y parámetros utilizadas en el proceso de diseño. El redondeo secuencial de propiedades (en el cálculo manual) genera desviaciones por arrastre de error.

Los resultados calculados en el capítulo IV están en función a los datos basados fundamentalmente en propiedades termodinámicas de sustancias puras parámetros de correlación obtenidos de los manuales de Ingeniería Química, bases de datos ya elaborados (ChemCAD) y otros, las cuales han sido usados para el cálculo de las propiedades de las sustancias y el dimensionamiento de Intercambiador de Calor.

5.4. Mensajes de Error

Gran parte de los mensajes de error se presentan por:

5.4.1. Configuración Regional y de Idioma

El problema es que el valor de un número es reconocido como tal en el lenguaje Visual Basic 6.0, ya que este reconoce al punto decimal y no a la coma, la coma emplea para separar e identificar variables y constantes. Para realizar la configuración, seguir los siguientes pasos:

- Ingresar a Panel de control, Configuración regional y de idioma
- Click en personalizar
- En Símbolo decimal escribir: “.”
- Click en Aplicar, después en Aceptar

5.5. Mantenimiento de Base de Datos

El software es flexible al mantenimiento de base de datos. Los nuevos datos son grabados en Access que es la fuente de la base de datos del programa.

Los resultados que se obtendrán al ejecutar nuevos fluidos de proceso dependen básicamente de la información que se ingresó y grabó en la base de datos por lo que es preferible contar con información confiable.

5.6. Robustecimiento del Software

Se refiere a las condiciones que exige secuencialmente el software, esto hace que el usuario ingrese los datos apropiados o que están dentro del rango permisible.

Si es que el usuario no ingresa el dato apropiado se inhabilitan las demás casillas siguientes que están a la espera de información. Los datos que exige el software están en función a los parámetros de las propiedades físicas de los fluidos de proceso. Toda esta restricción en el ingreso de información se realiza mediante la codificación en Visual Basic mediante las sentencias (IF Then Else) que es parte de la codificación desarrollada en el Capítulo III.

CONCLUSIONES

1. Se elaboró el software DIC, en lenguaje Visual Basic 6.0 para el diseño de intercambiadores de calor sin cambio de fase, tipos: doble tubo, carcasa y tubos y placas. DIC permite diseñar intercambiadores de calor en un ambiente totalmente amigable y flexible con el usuario. Además tiene entre otras características su fácil manejo, por ello el uso de este paquete no está limitado a personas con experiencia en el tema, incluso puede ser aplicado dentro del campo de la enseñanza como herramienta didáctica en el diseño y simulación de estos equipos, pudiendo entre otras cosas estudiar el comportamiento de los mismos al realizar modificaciones en las especificaciones del intercambiador.
2. Se evaluó la metodología para el diseño térmico de intercambiadores de calor sin cambio de fase, tipos: doble tubo, carcasa – tubos y placas.
3. Se elaboró la base de datos en Access 2007, donde se implementó las propiedades físicas de los fluidos: calor específico, densidad, viscosidad, conductividad térmica y resistencias de incrustación. Además las características de los intercambiadores de calor: dimensiones de tubería estándar de acero IPS y BWG, disposición de los espejos de los tubos (arreglo triangular y cuadrado) y características de las placas estándar “Alfa Laval”.
4. Se desarrolló los algoritmos de programación en lenguaje Visual Basic 6.0, que consta de 9 formularios, 1 módulo y 3 DataReport.
5. Se aplicó el software con ejemplos desarrollados de la literatura especializada para la validación del programa. Se establecieron comparaciones entre los resultados presentados en ejemplos de fuentes bibliográficas contra los arrojados por el programa, obteniéndose resultados cercanos, con un grado de precisión aceptable.
6. Las diferencias se debe a: las correlaciones que emplea el software no son siempre las mismas que emplea la literatura. Estimación de las propiedades físicas, las cuales son determinadas para cada una de éstas, por una ecuación general, que representa sólo una aproximación de estas propiedades y el redondeo secuencial al momento de la resolución manual, a mayor cantidad de cálculos parciales mayor será la diferenciación de los resultados (error por arrastre).
7. El uso del software especializado ayuda en gran medida a mejorar los procesos de diseño de los intercambiadores de calor en todas sus etapas (simplifica los largos procesos de diseño reduciendo el riesgo de cometer errores de cálculo, sobre todos cuando se necesita realizar cálculos iterativos, proporcionando además de mayor precisión, un tiempo de cálculo en el proceso de diseño mucho más reducido. Adicionalmente facilita la comparación de diferentes parámetros de diseño, para equipos del mismo tipo pero con diferentes características o entre diferentes esquemas de los dos tipos de equipos considerados.
8. El software (DIC) permite evaluar de forma rápida y precisa las condiciones operativas a las cuales deberá estar sujeto el intercambiador, para cumplir un requerimiento particular (espacio, características y temperaturas requeridas por los fluidos).

RECOMENDACIONES

- El usuario es el que establece las unidades de trabajo, con las que ingresa los datos y con los que piensa recibir los resultados; por lo que se recomienda establecer las unidades en las que piensa recibir los resultados.
- Ingresar los datos en los rangos permisibles que exige el software, de lo contrario no se podrá activar las demás casillas de ingreso de datos y será imposible su ejecución.
- Verificar bien los datos antes de introducirlos, de manera de evitar errores en los resultados y por ende tener que reiniciar el programa.
- Anexar al programa otros métodos para el cálculo de estos intercambiadores, a fin de establecer comparaciones entre los mismos y así poder saber de dónde se derivan las variaciones.
- Implementar las ecuaciones y procedimientos necesarios para el diseño de los intercambiadores estudiados, pero con cambio de fase.
- Ampliar el software para intercambiadores de calor con cambio de fase
- Para los intercambiadores de placas, se recomienda investigar acerca de las características de las placas, con el fin de obtener mayor información de las mismas y de esta manera aumentar la base de datos que ya se tiene.
- Para el mantenimiento de datos se recomienda sacar la información de la base de datos que ofrece el ChemCAD, este ofrece parámetros de correlaciones para determinar todas las propiedades físicas de sustancias puras que emplea el software.
- El método Kern es recomendable solo para proporcionar un estimado o valores de inicio para una iteración con otro método, que pudiera ser el Bell Delaware o el Wills Johnson el cual es más preciso y solo requiere poco cálculos adicionales.
- Incorporar al cálculo otros sistemas de unidades.
- Incluir procedimiento de cálculo realizados por otras normas internacionales a modo de comparación.
- Incluir nuevos procedimientos de cálculo para otros tipos de intercambiadores de calor presentes en la industria.
- Ampliar los métodos de cálculo para coeficientes de transferencia de calor y caídas de presión en equipos de carcasa y tubos, con métodos que han sido desarrollados recientemente y que hasta ahora están siendo introducidos en la literatura abierta.
- Renovar el software a medida que salgan nuevas actualizaciones de las normas que aplican.
- Incorporar un registro de datos o almacenamiento del chequeo realizado a los intercambiadores tubulares.
- Desarrollar herramientas de simulación que permitan evaluar variedad de intercambiadores de calor, a fin de encontrar el más adecuado a una situación en particular. Se recomienda seguir desarrollando este software, para futuros años, añadiendo cálculo del peso del espejo, ampliación con otros software que se han desarrollado en la compañía, para hacer un programa maestro y más versátil.
- El software es flexible al mantenimiento de datos. Toda la información de la base de datos se encuentra en Access. Los resultados que genera el programa, dependen de las propiedades y parámetros que ingresa el usuario al realizar el mantenimiento de datos.

BIBLIOGRAFIA

1. Birnios, B. M., **“Microsoft Visual Basic 6.0”**, Cuarta Edición, Editorial Manuales USERS, Argentina, 2003.
2. Donald Q. Kern, **“Procesos de Transferencia de Calor”**, Segunda Edición, Editorial McGraw – Hill, México 1968.
3. Frank. P Incropera, **“Fundamentos de transferencia de Calor”**, Segunda Edición, Editorial McGraw – Hill, México 1968.
4. Holman, J.P., **“Transferencia de Calor”**, Tercera Edición, Editorial McGraw Hill, España, 1998.
5. Incropera, F.; De Witt D., **“Fundamentos de Transferencia de Calor”**, Editorial Prentice Hall, Cuarta Edición, México, 1996.
6. Joyanes Aguilar, **“Microsoft Visual Basic 6.0”**, Segunda Edición, Editorial Continental, España, 1994.
7. Kakac, S. and H. Liu, **“Heat Exchangers: Selection, Rating and Thermal Design”**, Segunda Edición, Editorial CRC Press, Florida, 1998.
8. Kerner, Jeff, **“Sizing Plate Heat Exchangers”**, Quinta Edición, Editorial McGraw Hill, México 1993.
9. Kreith, F; Bonn, M., **“Principios de Transferencia de Calor”**, Primera Edición, Editorial McGraw Hill, México, 2001.
10. Luna R., **“Programación en Visual Basic 6.0”**, Tercera Edición, Editorial Macro, Lima 1994
11. Mills, Anthony F., **“Transferencia de Calor”**, Segunda Edición, Editorial McGraw Hill, España, 1997.
12. Moncada A. L., **“Diseño de Plantas de Procesos Químicos”**, Inst. Investigación – Universidad Nacional de Trujillo.
13. Perry, Robert H., **“Manual del Ingeniero Químico”**, Sexta Edición, Editorial McGraw Hill, México, 1995.
14. Walas, Stanley M., **“Chemical Process Equipment, Selection and Design”**, Butterworth- Heinimann, United States of America, 1990.

ANEXO

Número del Anexo	Descripción
ANEXO 01	Manual de usuario para DIC
ANEXO 02	Solución del problema N° 1
ANEXO 03	Solución del problema N° 2
ANEXO 04	Solución del problema N° 3
ANEXO 05	Solución del problema N° 4
ANEXO 06	Solución del problema N° 5
ANEXO 07	Solución del problema N° 6
ANEXO 08	Solución del problema N° 7
ANEXO 09	Solución del problema N° 8
ANEXO 10	Calor específico de líquidos
ANEXO 11	Densidad de líquidos
ANEXO 12	Viscosidad de líquidos
ANEXO 13	Conductividad térmica de líquidos
ANEXO 14	Conductividad térmica de materiales
ANEXO 15	Dimensiones de tubería estándar de acero IPS
ANEXO 16	Dimensiones de tubería estándar de acero BWG
ANEXO 17	Número (Nt) y distribución de tubos en el haz, y ID para intercambiadores de casco y tubos estándar normalizados por la TEMA. Arreglo cuadrado
ANEXO 18	Número (Nt) y distribución de tubos en el haz, y Ds para intercambiadores de casco y tubos estándar normalizados por la TEMA. Arreglo triangular
ANEXO 19	Características de las placas estándar "Alfa Laval"
ANEXO 20	Factor de incrustación

Manual de usuario para DIC

Instalación del Software

Para comenzar con la instalación del Diseño de Intercambiador de Calor de Calor:

- Inserte el CD de instalación.
- Abra la carpeta llamada "Instalador" y ejecute el archivo de instalación llamado "setup".
- A continuación haga clic en el botón para iniciar la instalación.
- Posteriormente seleccione el grupo de programas en el que se instalará el sistema y haga clic en el botón continuar, el programa de instalación comenzará la copia de archivos del sistema. Espere hasta que se complete el 100% de la copia de los archivos.
- Al finalizar la instalación del sistema se mostrará el siguiente cuadro de mensaje.
- Finalmente verifique que el sistema se haya agregado en los programas del menú inicio.
- Para entrar al sistema solo haga clic en el acceso al sistema de ventas e inventarios y la aplicación comenzará a ejecutarse, si lo desea puede crear un acceso directo al sistema en el escritorio.

Instalación de la Base de Datos

Para que el sistema funcione deberá instalar la base de datos que el sistema utiliza para almacenar la información, lo cual se realizará de la siguiente manera:

- Inserte el CD de instalación.
- Abra la carpeta llamada "Base de Datos" y copie todos los archivos en la siguiente dirección: C:\
- Es así como el sistema y la base de datos quedarán debidamente instalados en la maquina listos para su operación.

Aplicación del Software

- Hacer doble Click en el icono del software.
- Seleccionar las unidades de ingeniería.
- Seleccionar los fluidos de proceso.
- Seleccionar materiales.
- Ingresar las condiciones de proceso.
- Seleccionar tipo de intercambiador: doble tubo, carcasa y tubos o placas.
- Imprimir los resultados de diseño.

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Doble Tubo

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

PARAMETROS	UNIDAD	TUBO INTERIOR	TUBO EXTERIOR
	11:58:36	martes, 29 de julio de 2014	
Nombre del Fluido		BENZENE	TOLUENE
Formula		C6H6	C7H8
Peso Molecular	kg/kmol	78.114	92.141
Razon de Flujo Masico	lb/h	9820.00	6529.11
Temperatura de Entrada	°F	80.00	160.00
Temperatura de Salida	°F	120.00	100.00
Caida de Presion Admisible	psi	10.00	10.00
Resistencia de Incurstacion	h.ft ² .°F/Btu	1.00E-03	1.00E-03
Densidad del Petroleo	° API		
Densidad	lb/ft ³	53.69	52.22
Viscosidad	lb/ft.h	1.239	0.986
Calor Especifico	Btu/lb.°F	0.426	0.427
Conductividad Termica	Btu/h.ft.°F	0.081	0.072
Razón de Transferencia de Calor	BTU/h	167385.14	
Material de los Tubos		Aluminum alloy 3003	Aluminum alloy 3003
Diametro Nominal	in	1 1/4	2
Numero de Cedula	Nº	40	40
Numero de Horquillas	Nº	4.00	4.00
Longitud de los Tubos	ft	160.00	160.00
Conductividad de los Tubos	Btu/h.ft.°F	104.20	104.20
Diametro Interior	in	1.38	2.07
Diametro Exterior	in	1.66	2.38
Area de Flujo	ft ²	0.01	0.01
Velocidad de Masa	lb/ft ² .h	945445.48	789193.45
Reynolds	Adimensional	87755.19	27152.13
Prandtl	Adimensional	6.56	5.82
Coef. Individual de Pelicula	Btu/h.ft ² .°F	323.56	307.29
Coef. Global de Transf. de Calor	Btu/h.ft ² .°F	107.56	
Area Requerido	ft ²	53.94	
Area de Diseño	ft ²	69.53	
Exceso de Area	%	28.91	
Factor de Friccion	Adimensional	5.72E-03	7.13E-03
Velocidad	ft/s	4.89	4.20
Caida de Presion Calculado	psi	4.344	13.893

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Doble Tubo

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

PARAMETROS	UNIDAD	TUBO INTERIOR	TUBO EXTERIOR
		12:02:26	martes, 29 de julio de 2014
Nombre del Fluido		BENZENE	ANILINE
Formula		C6H6	C6H7N
Peso Molecular	kg/kmol	78.114	93.128
Razon de Flujo Masico	lb/h	10000.00	10011.02
Temperatura de Entrada	°F	60.00	150.00
Temperatura de Salida	°F	120.00	100.00
Caida de Presion Admisible	psi	20.00	20.00
Resistencia de Incurstacion	h.ft2.°F/Btu	1.00E-03	1.00E-03
Densidad del Petroleo	° API		
Densidad	lb/ft3	54.05	62.10
Viscosidad	lb/ft.h	1.326	4.547
Calor Especifico	Btu/lb.°F	0.422	0.506
Conductividad Termica	Btu/h.ft.°F	0.082	0.096
Razón de Transferencia de Calor	BTU/h	253338.34	
Material de los Tubos		304 Stainless steel	304 Stainless steel
Diametro Nominal	in	1 1/4	2
Numero de Cedula	Nº	40	40
Numero de Horquillas	Nº	6.00	6.00
Longitud de los Tubos	ft	192.00	192.00
Conductividad de los Tubos	Btu/h.ft.°F	9.30	9.30
Diametro Interior	in	1.38	2.07
Diametro Exterior	in	1.66	2.38
Area de Flujo	ft2	0.01	0.01
Velocidad de Masa	lb/ft2.h	962775.44	1210061.95
Reynolds	Adimensional	83521.10	9025.17
Prandtl	Adimensional	6.87	23.92
Coef. Individual de Pelicula	Btu/h.ft2.°F	320.31	265.16
Coef. Global de Transf. de Calor	Btu/h.ft2.°F	90.06	
Area Requerido	ft2	80.93	
Area de Diseño	ft2	83.44	
Exceso de Area	%	3.11	
Factor de Friccion	Adimensional	2.67E-02	4.46E-02
Velocidad	ft/s	4.95	5.41
Caida de Presion Calculado	psi	8.140	51.284

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Doble Tubo

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

PARAMETROS	UNIDAD	TUBO INTERIOR	TUBO EXTERIOR
	12:07:23	martes, 29 de julio de 2014	
Nombre del Fluido		WATER	WATER
Formula		H2O	H2O
Peso Molecular	kg/kmol	18.015	18.015
Razon de Flujo Masico	kg/h	4894.37	5000.00
Temperatura de Entrada	°C	140.00	20.00
Temperatura de Salida	°C	125.00	35.00
Caida de Presion Admisible	Pa	2500.00	2500.00
Resistencia de Incurstacion	m2.K/W	1.76E-04	3.52E-04
Densidad del Petroleo	° API		
Densidad	kg/m3	962.55	994.34
Viscosidad	kg/m.s	2.05E-04	8.74E-04
Calor Especifico	kJ/kg.K	4.27	4.18
Conductividad Termica	W/m.K	0.69	0.61
Razón de Transferencia de Calor	W	87134.12	
Material de los Tubos		90-10 Cu-Ni	90-10 Cu-Ni
Diametro Nominal	in	2	3
Numero de Cedula	Nº	40	40
Numero de Horquillas	Nº	1.00	1.00
Longitud de los Tubos	m	7.00	7.00
Conductividad de los Tubos	W/m.K	51.92	51.92
Diametro Interior	mm	52.50	77.93
Diametro Exterior	mm	60.33	88.90
Area de Flujo	m2	2.16E-03	1.91E-03
Velocidad de Masa	kg/m2.s	627.99	726.67
Reynolds	Adimensional	160702.75	33548.78
Prandtl	Adimensional	1.28	5.99
Coef. Individual de Pelicula	W/m2.K	4929.48	2624.69
Coef. Global de Transf. de Calor	W/m2.K	800.64	
Area Requerido	m2	1.04	
Area de Diseño	m2	1.33	
Exceso de Area	%	27.99	
Factor de Friccion	Adimensional	4.08E-03	5.75E-03
Velocidad	m/s	0.65	0.73
Caida de Presion Calculado	Pa	445.52	2429.72

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

	12:34:37	martes, 29 de julio de 2014	
PARAMETROS	UNIDAD	HAZ DE TUBOS	CARCASA
Nombre del Fluido		WATER	METHANOL
Formula		H2O	CH4O
Peso Molecular	kg/kmol	18.015	32.042
Razon de Flujo Masico	kg/h	249834.21	100000.00
Temperatura de Entrada	°C	25.00	95.00
Temperatura de Salida	°C	40.00	40.00
Caida de Presion Admisible	Pa	6700.00	260000.00
Resistencia de Incurstacion	m2.K/W	3.30E-04	2.00E-04
Densidad	kg/m3	993.02	746.59
Viscosidad	kg/m.s	7.87E-04	3.35E-04
Calor Especifico	kJ/kg.K	4.18	2.85
Conductividad Termica	W/m.K	0.62	0.19
Razón de Transferencia de Calor	W	4350487.57	
Material de los Tubos		309 Stainless steel	
Conductividad de los Tubos	W/m.K	50.19	
Diametro Nominal	plg	3/4	
BWG	Nº	17.0	
Diametro Interior	mm	16.10	889.00
Diametro Exterior	mm	19.05	
Numero de Tubos	Nº	1068.0	
Longitud de los Tubos	m	4.83	
Numero de Pasos	Nº	2.0	1.0
Distribucion de los Tubos			Triangular
Pitch	mm		23.81
Distancia entre dos Tubos	mm		4.76
Baffles Segmentados			25% Corte
Distancia entre Baffles	mm		334.26
Numero de Baffles	Nº		13.0
Area de Flujo	m2	1.09E-01	5.94E-02
Velocidad de Masa	kg/m2.s	638.08	467.39
Reynolds	Adimensional	13064.32	19199.43
Prandtl	Adimensional	5.33	5.08
Coef. Individual de Pelicula	W/m2.K	3676.68	1862.18
Coef. Global de Transf. de Calor	W/m2.K	675.21	
Area Requerido	m2	257.68	
Area de Diseño	m2	308.72	
Exceso de Area	%	19.80	
Factor de Friccion	Adimensional	4.69E-03	4.64E-02
Velocidad	m/s	0.64	0.63
Caida de Presion Calculado	Pa	5474.71	52247.00

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

PARAMETROS	UNIDAD	HAZ DE TUBOS	CARCASA
	12:40:26	martes, 29 de julio de 2014	
Nombre del Fluido		WATER	WATER
Formula		H2O	H2O
Peso Molecular	kg/kmol	18.015	18.015
Razon de Flujo Masico	kg/h	140000.00	80000.00
Temperatura de Entrada	°C	20.00	35.00
Temperatura de Salida	°C	25.71	25.00
Caída de Presion Admisible	Pa	200000.00	200000.00
Resistencia de Incurstacion	m2.K/W	0.00E+00	0.00E+00
Densidad	kg/m3	995.55	993.68
Viscosidad	kg/m.s	9.68E-04	8.28E-04
Calor Especifico	kJ/kg.K	4.19	4.18
Conductividad Termica	W/m.K	0.60	0.61
Razón de Transferencia de Calor	W	929040.29	
Material de los Tubos		90-10 Cu-Ni	
Conductividad de los Tubos	W/m.K	51.92	
Diametro Nominal	plg	1	
BWG	Nº	18.0	
Diametro Interior	mm	22.91	387.35
Diametro Exterior	mm	25.40	
Numero de Tubos	Nº	81.0	
Longitud de los Tubos	m	13.06	
Numero de Pasos	Nº	1.0	1.0
Distribucion de los Tubos			Cuadrado
Pitch	mm		31.75
Distancia entre dos Tubos	mm		6.35
Baffles Segmentados			25% Corte
Distancia entre Baffles	mm		304.80
Numero de Baffles	Nº		42.0
Area de Flujo	m2	3.34E-02	2.36E-02
Velocidad de Masa	kg/m2.s	1164.58	941.11
Reynolds	Adimensional	27563.33	28548.10
Prandtl	Adimensional	6.72	5.65
Coef. Individual de Pelicula	W/m2.K	5149.31	4365.39
Coef. Global de Transf. de Calor	W/m2.K	2129.45	
Area Requerido	m2	84.43	
Area de Diseño	m2	84.43	
Exceso de Area	%	0.00	
Factor de Friccion	Adimensional	6.03E-03	2.53E-01
Velocidad	m/s	1.17	0.95
Caída de Presion Calculado	Pa	12096.89	75633.66

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

PARAMETROS	UNIDAD	HAZ DE TUBOS	CARCASA
	12:44:21	martes, 29 de julio de 2014	
Nombre del Fluido		WATER	WATER
Formula		H2O	H2O
Peso Molecular	kg/kmol	18.015	18.015
Razon de Flujo Masico	kg/h	30000.00	50000.00
Temperatura de Entrada	°C	17.00	67.00
Temperatura de Salida	°C	40.00	53.20
Caída de Presion Admisible	Pa	35000.00	35000.00
Resistencia de Incurstacion	m2.K/W	1.76E-04	1.76E-04
Densidad	kg/m3	994.08	985.44
Viscosidad	kg/m.s	8.55E-04	4.77E-04
Calor Especifico	kJ/kg.K	4.18	4.18
Conductividad Termica	W/m.K	0.61	0.65
Razón de Transferencia de Calor	W	801491.85	
Material de los Tubos		90-10 Cu-Ni	
Conductividad de los Tubos	W/m.K	51.92	
Diametro Nominal	plg	3/4	
BWG	Nº	17.0	
Diametro Interior	mm	16.10	387.35
Diametro Exterior	mm	19.05	
Numero de Tubos	Nº	137.0	
Longitud de los Tubos	m	4.21	
Numero de Pasos	Nº	1.0	1.0
Distribucion de los Tubos			Cuadrado
Pitch	mm		25.40
Distancia entre dos Tubos	mm		6.35
Baffles Segmentados			25% Corte
Distancia entre Baffles	mm		232.41
Numero de Baffles	Nº		17.0
Area de Flujo	m2	2.79E-02	2.25E-02
Velocidad de Masa	kg/m2.s	298.65	617.12
Reynolds	Adimensional	5623.36	31121.20
Prandtl	Adimensional	5.85	3.08
Coef. Individual de Pelicula	W/m2.K	1926.65	4085.46
Coef. Global de Transf. de Calor	W/m2.K	785.05	
Area Requerido	m2	34.49	
Area de Diseño	m2	34.49	
Exceso de Area	%	0.00	
Factor de Friccion	Adimensional	9.31E-03	2.49E-01
Velocidad	m/s	0.30	0.63
Caída de Presion Calculado	Pa	615.97	14235.38

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Placas

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

PARAMETROS	UNIDAD	FLUIDO CALIENTE	FLUIDO FRIO
	12:18:18	martes, 29 de julio de 2014	
Nombre del Fluido		METHANOL	WATER
Formula		CH4O	H2O
Peso Molecular	kg/kmol	32.042	18.015
Razon de Flujo Masico	kg/h	100000.00	249834.21
Temperatura de Entrada	°C	95.00	25.00
Temperatura de Salida	°C	40.00	40.00
Caida de Presion Admisible	Pa	80000.00	80000.00
Resistencia de Incurstacion	m2.K/W	1.00E-04	1.70E-04
Densidad	kg/m3	746.59	993.02
Viscosidad	kg/m.s	3.35E-04	7.87E-04
Calor Especifico	kJ/kg.K	2.85	4.18
Conductividad Termica	W/m.K	0.19	0.62
Razón de Transferencia de Calor	W	4350487.57	
Material de las Placas		Titanium	
Conductividad de las Placas	W/m.K	20.77	
Area Lateral de Cada Placa	m2	0.750	
Distancia Entre Placas	mm	3.00	
Espesor de Cada Placa	mm	0.75	
Ancho de Cada Placa	m	0.50	
Nº de Placas Termicas	Nº	122.00	
Nº de Canales	Nº	61.00	61.00
Nº de Pasos	Nº	1.00	1.00
Nº de Canales Paralelos por Paso	Nº	61.00	61.00
Reynolds	Adimensional	5400.91	5751.39
Prandtl	Adimensional	5.08	5.33
Velocidad de Masa	kg/m2.s	303.58	758.45
Coef. Individual de Pelicula	W/m2.K	4187.19	14583.67
Coef. Global de Transf. de Calor	W/m2.K	1629.97	
Area Requerido	m2	90.31	
Area de Diseño	m2	90.75	
Exceso de Area	%	0.49	
Factor de Friccion	Adimensional	4.55E-02	4.47E-02
Caida de Presion Calculado	Pa	16546.18	77150.57

Hoja de Diseño: Intercambiador de Calor de Placas

AUTOR: Bach. TERRES LEON, Juan Carlos

	12:26:08	martes, 29 de julio de 2014	
PARAMETROS	UNIDAD	FLUIDO CALIENTE	FLUIDO FRIO
Nombre del Fluido		WATER	WATER
Formula		H2O	H2O
Peso Molecular	kg/kmol	18.015	18.015
Razon de Flujo Masico	kg/h	200000.00	200008.57
Temperatura de Entrada	°C	70.00	20.00
Temperatura de Salida	°C	30.00	60.00
Caída de Presion Admisible	Pa	35000.00	35000.00
Resistencia de Incurstacion	m2.K/W	0.00E+00	0.00E+00
Densidad	kg/m3	988.28	991.01
Viscosidad	kg/m.s	5.65E-04	6.78E-04
Calor Especifico	kJ/kg.K	4.18	4.18
Conductividad Termica	W/m.K	0.64	0.63
Razón de Transferencia de Calor	W	9281877.21	
Material de las Placas		304 Stainless steel	
Conductividad de las Placas	W/m.K	16.09	
Area Lateral de Cada Placa	m2	0.750	
Distancia Entre Placas	mm	3.00	
Espesor de Cada Placa	mm	0.75	
Ancho de Cada Placa	m	0.50	
Nº de Placas Termicas	Nº	328.00	
Nº de Canales	Nº	82.00	82.00
Nº de Pasos	Nº	2.00	2.00
Nº de Canales Paralelos por Paso	Nº	82.00	82.00
Reynolds	Adimensional	4770.99	3974.53
Prandtl	Adimensional	3.70	4.52
Velocidad de Masa	kg/m2.s	451.67	451.69
Coef. Individual de Pelicula	W/m2.K	11537.75	10903.31
Coef. Global de Transf. de Calor	W/m2.K	4444.73	
Area Requerido	m2	244.81	
Area de Diseño	m2	245.25	
Exceso de Area	%	0.18	
Factor de Friccion	Adimensional	4.73E-02	4.99E-02
Caída de Presion Calculado	Pa	32632.81	33648.27

ANEXO 10

Calor específico de líquidos

$$CpL = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Donde:

- C_p** = Capacidad específico de líquido (kJ/kmol.K)
A, B, C, D = Coeficiente de regresión de compuestos químico
T = Temperatura (K)
T_{min} = Temperatura mínima (K)
T_{max} = Temperatura máxima (K)

Tabla A.1. Calor específico de líquidos

Nº	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	T _{min}	T _{max}
1	CBrClF2	BROMOCHLORODIFLUOROMETHANE	165.365	66.842	4.2713E-01	-1.7526E-03	3.3738E-06	115	384
2	CBrCl3	BROMOTRICHLOROMETHANE	198.273	32.285	7.1628E-01	-1.9205E-03	2.0950E-06	253	545
3	CBrF3	BROMOTRIFLUOROMETHANE	148.910	53.868	5.8473E-01	-2.9409E-03	6.6584E-06	106	306
4	CB2F2	DIBROMODIFLUOROMETHANE	209.816	60.141	5.4837E-01	-1.9397E-03	2.9706E-06	164	430
5	CClF3	CHLOROTRIFLUOROMETHANE	104.459	47.972	5.5277E-01	-3.1183E-03	8.0282E-06	93	272
6	CClN	CYANOGEN CHLORIDE	61.470	-130.070	2.0318E+00	-6.6150E-03	7.7883E-06	268	404
7	CCl2F2	DICHLORODIFLUOROMETHANE	120.913	53.463	4.6913E-01	-2.0770E-03	4.2398E-06	116	346
8	CCl2O	PHOSGENE	98.916	53.075	4.5299E-01	-1.6986E-03	2.8257E-06	146	410
9	CCl3F	TRICHLOROFLUOROMETHANE	137.368	29.120	3.0976E-01	-1.1066E-03	1.7185E-06	163	424
10	CCl4	CARBON TETRACHLORIDE	153.822	9.671	9.3363E-01	-2.6768E-03	3.0425E-06	251	501
11	CF2O	CARBONYL FLUORIDE	66.007	-33.419	1.9984E+00	-1.0073E-02	1.9136E-05	163	267
12	CF4	CARBON TETRAFLUORIDE	88.005	25.395	9.8067E-01	-7.0731E-03	2.1219E-05	91	205
13	CHBr3	TRIBROMOMETHANE	252.731	23.676	7.1569E-01	-1.6914E-03	1.6314E-06	282	626
14	CHClF2	CHLORODIFLUOROMETHANE	86.468	44.503	4.7737E-01	-2.2107E-03	4.5786E-06	117	332
15	CHCl2F	DICHLOROFLUOROMETHANE	102.923	51.597	4.1564E-01	-1.5739E-03	2.7008E-06	139	406
16	CHCl3	CHLOROFORM	119.377	28.296	6.5897E-01	-2.0353E-03	2.5901E-06	211	483
17	CHF3	TRIFLUOROMETHANE	70.014	19.142	8.4432E-01	-4.6671E-03	1.0607E-05	119	269
18	CHI3	TRIIODOMETHANE	393.732	194.656	-9.1508E-02	1.8580E-04		397	521
19	CHN	HYDROGEN CYANIDE	27.026	-123.155	1.7769E+00	-5.8083E-03	6.9129E-06	261	411
20	CHNS	ISOTHIOCYANIC ACID	59.086						
21	CH2BrCl	BROMOCHLOROMETHANE	129.384	48.459	3.8479E-01	-1.1676E-03	1.5606E-06	186	501
22	CH2Br2	DIBROMOMETHANE	173.835	38.738	4.8154E-01	-1.3291E-03	1.5449E-06	222	550
23	CH2ClF	CHLOROFLUOROMETHANE	68.478	86.915	-3.6025E-02	2.6561E-04		141	294
24	CH2Cl2	DICHLOROMETHANE	84.932	38.941	4.9008E-01	-1.6224E-03	2.3069E-06	179	459
25	CH2F2	DIFLUOROMETHANE	52.024	21.236	7.0644E-01	-3.3337E-03	6.4757E-06	138	316
26	CH2I2	DIIODOMETHANE	267.836	49.637	5.5690E-01	-1.2500E-03	1.1654E-06	280	672
27	CH2O	FORMALDEHYDE	30.026						
28	CH2O2	FORMIC ACID	46.026	-16.110	8.7229E-01	-2.3665E-03	2.4454E-06	283	522
29	CH3Br	METHYL BROMIDE	94.939	25.042	4.9612E-01	-1.7627E-03	2.5993E-06	181	420
30	CH3Cl	METHYL CHLORIDE	50.488	11.381	6.2328E-01	-2.4353E-03	3.8333E-06	176	375
31	CH3Cl3Si	METHYL TRICHLOROSILANE	149.478	54.416	8.8694E-01	-2.8583E-03	3.8406E-06	196	465
32	CH3F	METHYL FLUORIDE	34.033	9.382	8.5352E-01	-4.4087E-03	9.1708E-06	132	286
33	CH3I	METHYL IODIDE	141.939	24.222	4.6459E-01	-1.4583E-03	1.8792E-06	208	475
34	CH3NO	FORMAMIDE	45.041	36.786	5.1348E-01	-1.1422E-03	1.0480E-06	277	694
35	CH3NO2	NITROMETHANE	61.040	10.892	7.0067E-01	-1.9525E-03	2.1877E-06	246	529
36	CH3NO2	METHYL-NITRITE	61.040						
37	CH3NO3	METHYL-NITRATE	77.040						
38	CH4	METHANE	16.043	-0.018	1.1982E+00	-9.8722E-03	3.1670E-05	92	172
39	CH4Cl2Si	METHYL DICHLOROSILANE	115.034	66.188	6.8839E-01	-2.3767E-03	3.3997E-06	184	435
40	CH4O	METHANOL	32.042	40.152	3.1046E-01	-1.0291E-03	1.4598E-06	176	461
41	CH4O3S	METHANESULFONIC ACID	96.107						
42	CH4S	METHYL MERCAPTAN	48.109	46.472	3.7853E-01	-1.3665E-03	2.2085E-06	151	423
43	CH5ClSi	METHYL CHLOROSILANE	80.589	68.963	6.0183E-01	-2.3367E-03	4.0231E-06	140	398
44	CH5N	METHYLAMINE	31.057	13.565	9.0836E-01	-3.4881E-03	5.2770E-06	181	387
45	CH6Si	METHYL SILANE	46.144	36.552	4.8720E-01	-2.3448E-03	4.9668E-06	117	317
46	CN4O8	TETRANITROMETHANE	196.033	-280.326	4.0096E+00	-1.1394E-02	1.1966E-05	288	486

N°	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	Tmin	Tmax
47	CO	CARBON MONOXIDE	28.010	-19.312	2.5072E+00	-2.8970E-02	1.2745E-04	69	120
48	COS	CARBONYL SULFIDE	60.076	31.903	3.9686E-01	-1.7527E-03	3.3294E-06	135	341
49	CO2	CARBON DIOXIDE	44.010	-338.956	5.2796E+00	-2.3279E-02	3.5980E-05	218	274
50	CS2	CARBON DISULFIDE	76.143	39.938	2.3565E-01	-7.2098E-04	1.0443E-06	163	497
51	C2BrF3	BROMOTRIFLUOROETHYLENE	160.921	-20.750	1.4074E+00	-5.1867E-03	7.4525E-06	201	389
52	C2Br2F4	1,2-DIBROMOTETRAFLUOROETHANE	259.824	83.092	7.8843E-01	-2.7534E-03	4.1741E-06	164	439
53	C2ClF3	CHLOROTRIFLUOROETHYLENE	116.470	58.305	6.4342E-01	-2.9048E-03	5.9780E-06	116	341
54	C2ClF5	CHLOROPENTAFLUOROETHANE	154.467	-17.172	1.8274E+00	-8.0452E-03	1.3663E-05	175	318
55	C2Cl2F4	1,2-DICHLOROTETRAFLUOROETHANE	170.921	17.180	8.2104E-01	-3.1756E-03	4.9217E-06	180	377
56	C2Cl3F3	1,1,2-TRICHLOROTRIFLUOROETHANE	187.375	-25.308	1.6488E+00	-5.2824E-03	6.5167E-06	239	439
57	C2Cl4	TETRACHLOROETHYLENE	165.833	51.760	6.5780E-01	-1.6916E-03	1.8652E-06	252	558
58	C2Cl4F2	1,1,2,2-TETRACHLORODIFLUOROETHANE	203.830	-122.474	2.3932E+00	-6.5504E-03	6.6997E-06	300	496
59	C2Cl4O	TRICHLOROACETYL CHLORIDE	181.832	78.666	6.5083E-01	-1.8623E-03	2.3259E-06	201	531
60	C2Cl6	HEXACHLOROETHANE	236.738						
61	C2F4	TETRAFLUROETHYLENE	100.016	-2.266	1.5284E+00	-7.9070E-03	1.6018E-05	143	276
62	C2F6	HEXAFLUROETHANE	138.012	-152.829	3.8878E+00	-1.9409E-02	3.5499E-05	173	264
63	C2HBrClF3	HALOTHANE	197.382	51.616	8.7711E-01	-2.7885E-03	3.6941E-06	201	469
64	C2HClF2	2-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHYLENE	98.479	48.550	6.0574E-01	-2.5591E-03	4.7271E-06	136	360
65	C2HCl3	TRICHLOROETHYLENE	131.388	58.916	4.7250E-01	-1.4035E-03	1.8353E-06	189	514
66	C2HCl3O	DICHLOROACETYL CHLORIDE	147.387	68.128	6.3023E-01	-1.8345E-03	2.3116E-06	201	521
67	C2HCl3O	TRICHLOROACETALDEHYDE	147.387	51.153	7.7236E-01	-2.2695E-03	2.7747E-06	217	509
68	C2HCl5	PENTACHLOROETHANE	202.293	74.593	7.9922E-01	-2.0081E-03	2.1335E-06	245	599
69	C2HF3	TRIFLUOROETHENE	82.025	70.461	-1.7267E-02	2.4546E-04		96	251
70	C2HF3O2	TRIFLUOROACETIC ACID	114.024	-75.927	2.0669E+00	-6.4086E-03	7.5280E-06	259	442
71	C2HF5	PENTAFLUROETHANE	120.022	-34.493	1.9633E+00	-8.9222E-03	1.5512E-05	171	308
72	C2H2	ACETYLENE	26.038						
73	C2H2Br4	1,1,2,2-TETRABROMOETHANE	345.654	99.752	4.2305E-01	-8.8103E-04	7.8706E-07	274	742
74	C2H2Cl2	1,1-DICHLOROETHYLENE	96.943	57.979	4.0559E-01	-1.4258E-03	2.2741E-06	152	434
75	C2H2Cl2	cis-1,2-DICHLOROETHYLENE	96.943	41.692	5.9180E-01	-1.8794E-03	2.5208E-06	194	474
76	C2H2Cl2	trans-1,2-DICHLOROETHYLENE	96.943	11.098	8.7604E-01	-2.7731E-03	3.4932E-06	224	457
77	C2H2Cl2O	CHLOROACETYL CHLORIDE	112.943	12.574	9.8386E-01	-2.7415E-03	3.0453E-06	252	523
78	C2H2Cl2O	DICHLOROACETALDEHYDE	112.943	29.386	8.0754E-01	-2.3963E-03	2.9026E-06	224	500
79	C2H2Cl2O2	DICHLOROACETIC ACID	128.942	14.071	1.0731E+00	-2.5470E-03	2.4567E-06	288	617
80	C2H2Cl3F	1,1,1-TRICHLOROFUROETHANE	151.394	56.323	7.1402E-01	-2.1347E-03	2.7158E-06	201	509
81	C2H2Cl4	1,1,1,2-TETRACHLOROETHANE	167.849	74.301	5.6404E-01	-1.5412E-03	1.8552E-06	204	562
82	C2H2Cl4	1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	167.849	62.631	6.7404E-01	-1.7561E-03	1.9582E-06	230	581
83	C2H2F2	1,1-DIFLUOROETHYLENE	64.035	1.271	1.0285E+00	-5.5247E-03	1.1887E-05	130	273
84	C2H2F2	cis-1,2-DIFLUOROETHENE	64.035	79.394	-2.2240E-02	2.5396E-04		109	278
85	C2H2F2	trans-1,2-DIFLUOROETHENE	64.035	79.394	-2.2240E-02	2.5396E-04		109	278
86	C2H2F4	1,1,1,2-TETRAFLUROETHANE	102.031	-14.015	1.4306E+00	-6.0220E-03	9.9834E-06	173	342
87	C2H2O	KETENE	42.037	35.985	4.3573E-01	-1.9959E-03	4.0303E-06	123	333
88	C2H2O4	OXALIC ACID	90.036						
89	C2H3Br	VINYL BROMIDE	106.950	50.988	3.8234E-01	-1.4003E-03	2.3630E-06	136	426
90	C2H3Cl	VINYL CHLORIDE	62.499	45.366	2.8792E-01	-1.1535E-03	2.1636E-06	120	389
91	C2H3ClF2	1-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHANE	100.495	40.999	7.3050E-01	-3.0172E-03	5.3495E-06	143	369
92	C2H3ClO	ACETYL CHLORIDE	78.498	55.906	4.4327E-01	-1.4885E-03	2.2362E-06	161	457
93	C2H3ClO	CHLOROACETALDEHYDE	78.498	37.389	5.9407E-01	-1.8083E-03	2.3175E-06	201	500
94	C2H3ClO2	CHLOROACETIC ACID	94.497	-60.356	1.4722E+00	-3.3749E-03	2.9610E-06	334	617
95	C2H3ClO2	METHYL CHLOROFORMATE	94.497	47.268	7.3539E-01	-2.3261E-03	3.0667E-06	201	473
96	C2H3Cl3	1,1,1-TRICHLOROETHANE	133.404	11.142	1.0501E+00	-3.0826E-03	3.5983E-06	244	491
97	C2H3Cl3	1,1,2-TRICHLOROETHANE	133.404	34.934	8.5054E-01	-2.3306E-03	2.6455E-06	238	542
98	C2H3F	VINYL FLUORIDE	46.044	37.095	5.7380E-01	-2.9484E-03	6.5829E-06	114	295
99	C2H3F3	1,1,1-TRIFLUOROETHANE	84.041	-2.885	1.3367E+00	-6.1220E-03	1.0882E-05	163	312
100	C2H3N	ACETONITRILE	41.053	4.296	6.9400E-01	-2.0870E-03	2.4996E-06	230	491
101	C2H3NO	METHYL ISOCYANATE	57.052	-45.350	1.1286E+00	-3.4639E-03	4.0222E-06	257	455
102	C2H4	ETHYLENE	28.054	25.597	5.7078E-01	-3.3620E-03	8.4120E-06	105	254
103	C2H4Br2	1,1-DIBROMOETHANE	187.862	60.555	5.1074E-01	-1.3765E-03	1.6277E-06	211	565
104	C2H4Br2	1,2-DIBROMOETHANE	187.862	16.067	8.1028E-01	-2.0095E-03	1.9894E-06	284	585
105	C2H4Cl2	1,1-DICHLOROETHANE	98.959	57.325	5.6014E-01	-1.8136E-03	2.5617E-06	177	471
106	C2H4Cl2	1,2-DICHLOROETHANE	98.959	26.310	7.7555E-01	-2.2271E-03	2.6109E-06	238	505
107	C2H4Cl2O	BIS(CHLOROMETHYL)ETHER	114.959	31.958	8.0721E-01	-2.2981E-03	2.6746E-06	233	521
108	C2H4F2	1,1-DIFLUOROETHANE	66.051	18.839	7.1043E-01	-3.0231E-03	5.2385E-06	157	348
109	C2H4F2	1,2-DIFLUOROETHANE	66.051	2.349	9.3877E-01	-3.2379E-03	4.4459E-06	201	428
110	C2H4I2	1,2-DIODOETHANE	281.863	186.357	-9.3383E-02	2.1491E-04		357	503
111	C2H4O	ACETALDEHYDE	44.053	45.056	4.4853E-01	-1.6607E-03	2.7000E-06	151	415
112	C2H4O	ETHYLENE OXIDE	44.053	35.720	4.2908E-01	-1.5473E-03	2.4070E-06	162	422
113	C2H4OS	THIOACETIC-ACID	76.113						
114	C2H4O2	ACETIC ACID	60.053	-18.944	1.0971E+00	-2.8921E-03	2.9275E-06	291	533
115	C2H4O2	METHYL FORMATE	60.053	42.381	5.7064E-01	-1.9727E-03	2.8945E-06	175	438

N°	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	Tmin	Tmax
116	C2H4S	THIACYCLOPROPANE	60.114	81.296	-8.1717E-02	3.7077E-04		166	358
117	C2H5Br	BROMOETHANE	108.966	49.401	3.8348E-01	-1.3086E-03	2.0048E-06	156	453
118	C2H5Cl	ETHYL CHLORIDE	64.514	60.180	3.4553E-01	-1.2983E-03	2.1963E-06	138	414
119	C2H5ClO	2-CHLOROETHANOL	80.514	58.464	4.2992E-01	-1.2482E-03	1.5263E-06	207	527
120	C2H5F	ETHYL FLUORIDE	48.060	47.221	5.5316E-01	-2.4970E-03	4.8169E-06	131	338
121	C2H5I	ETHYL IODIDE	155.966	58.413	3.7396E-01	-1.1485E-03	1.6316E-06	163	505
122	C2H5N	ETHYLENEIMINE	43.068	40.410	5.2835E-01	-1.6704E-03	2.1850E-06	196	483
123	C2H5NO	ACETAMIDE	59.068	-42.231	1.1311E+00	-2.3734E-03	1.9225E-06	355	685
124	C2H5NO	N-METHYLFORMAMIDE	59.068	35.271	6.2281E-01	-1.4573E-03	1.4059E-06	270	649
125	C2H5NO2	NITROETHANE	75.067	70.398	5.6739E-01	-1.6579E-03	2.1408E-06	185	534
126	C2H5NO3	ETHYL-NITRATE	91.066						
127	C2H6	ETHANE	30.070	38.332	4.1006E-01	-2.3024E-03	5.9347E-06	91	275
128	C2H6AlCl	DIMETHYLALUMINUM CHLORIDE	92.054	14.491	9.2971E-01	-2.4828E-03	2.6678E-06	253	557
129	C2H6O	DIMETHYL ETHER	46.069	48.074	5.6225E-01	-2.3915E-03	4.4614E-06	133	360
130	C2H6O	ETHANOL	46.069	59.342	3.6358E-01	-1.2164E-03	1.8030E-06	160	465
131	C2H6OS	DIMETHYL SULFOXIDE	78.135	27.879	7.8628E-01	-1.7762E-03	1.6546E-06	293	653
132	C2H6O2	ETHYLENE GLYCOL	62.068	75.878	6.4182E-01	-1.6493E-03	1.6937E-06	261	581
133	C2H6O4S	DIMETHYL SULFATE	126.133	85.080	6.4498E-01	-1.4269E-03	1.4557E-06	242	682
134	C2H6S	DIMETHYL SULFIDE	62.136	50.108	5.5593E-01	-1.8618E-03	2.6910E-06	176	453
135	C2H6S	ETHYL MERCAPTAN	62.136	72.618	3.4419E-01	-1.1990E-03	2.0330E-06	126	449
136	C2H6S2	DIMETHYL DISULFIDE	94.202	76.236	4.9795E-01	-1.3915E-03	1.7762E-06	189	545
137	C2H7N	DIMETHYLAMINE	45.084	36.962	9.5817E-01	-3.5846E-03	5.3990E-06	182	394
138	C2H7N	ETHYLAMINE	45.084	15.784	8.7144E-01	-3.1108E-03	4.4673E-06	193	411
139	C2H7NO	MONOETHANOLAMINE	61.084	23.111	1.2283E+00	-3.1218E-03	3.0714E-06	285	574
140	C2H8N2	ETHYLENEDIAMINE	60.099	-28.801	1.5005E+00	-4.0172E-03	4.0670E-06	285	534
141	C2H8Si	DIMETHYL SILANE	60.171	60.542	5.7509E-01	-2.4542E-03	4.7258E-06	124	362
142	C2N2	CYANOGEN	52.036	-224.889	3.6145E+00	-1.3037E-02	1.6821E-05	246	360
143	C3F6	HEXAFLUOROPROPYLENE	150.023	56.118	8.5816E-01	-3.9981E-03	8.2839E-06	118	331
144	C3F6O	HEXAFLUOROACETONE	166.023	30.204	1.7703E+00	-8.1288E-03	1.4734E-05	152	321
145	C3F8	OCTAFLUOROPROPANE	188.020	66.135	1.2101E+00	-5.8622E-03	1.2066E-05	126	311
146	C3H2N2	MALONONITRILE	66.062	-5.793	1.0354E+00	-2.3802E-03	2.1470E-06	306	644
147	C3H3Cl	PROPARGYL CHLORIDE	74.510	32.486	5.8350E-01	-1.7987E-03	2.3489E-06	201	487
148	C3H3N	ACRYLONITRILE	53.064	33.362	5.8644E-01	-1.8625E-03	2.4956E-06	191	482
149	C3H3NO	OXAZOLE	69.063	57.639	4.2117E-01	-1.2531E-03	1.6223E-06	201	499
150	C3H4	METHYLACETYLENE	40.065	15.304	7.8431E-01	-3.1665E-03	5.1375E-06	171	362
151	C3H4	PROPADIENE	40.065	32.395	4.8533E-01	-2.0716E-03	3.8414E-06	138	354
152	C3H4Cl2	2,3-DICHLOROPROPENE	110.970	54.917	5.5292E-01	-1.6272E-03	2.1034E-06	193	519
153	C3H4O	ACROLEIN	56.064	48.243	5.8199E-01	-1.9335E-03	2.6860E-06	186	455
154	C3H4O	PROPARGYL ALCOHOL	56.064	43.633	8.2639E-01	-2.3747E-03	2.8288E-06	222	522
155	C3H4O2	ACRYLIC ACID	72.064	-18.242	1.2106E+00	-3.1160E-03	3.1409E-06	288	554
156	C3H4O2	beta-PROPIOLACTONE	72.064	45.746	5.2593E-01	-1.3036E-03	1.3725E-06	241	617
157	C3H4O2	VINYL FORMATE	72.064	27.210	9.3492E-01	-3.0910E-03	4.1784E-06	201	448
158	C3H4O3	ETHYLENE CARBONATE	88.063	36.594	7.7104E-01	-1.6229E-03	1.3975E-06	311	711
159	C3H4O4	PYRUVIC ACID	88.063	5.286	9.5884E-01	-2.4314E-03	2.3929E-06	288	571
160	C3H5Br	3-BROMO-1-PROPENE	120.977	113.850	-7.9860E-02	4.1977E-04		155	373
161	C3H5Cl	2-CHLOROPROPENE	76.525	64.195	4.0759E-01	-1.4675E-03	2.4639E-06	137	430
162	C3H5Cl	3-CHLOROPROPENE	76.525	62.471	3.5800E-01	-1.2093E-03	1.9291E-06	140	463
163	C3H5ClO	alpha-EPICHLOROHYDRIN	92.525	52.634	5.7412E-01	-1.5783E-03	1.8687E-06	217	549
164	C3H5ClO2	METHYL CH LOROACETATE	108.524	30.022	9.8044E-01	-2.6859E-03	3.0203E-06	242	540
165	C3H5ClO2	ETHYL CH LOROFORMATE	108.524	63.019	1.0786E+00	-3.5343E-03	4.8355E-06	193	457
166	C3H5Cl3	1,2,3-TRICHLOROPROPANE	147.431	39.475	9.3369E-01	-2.3696E-03	2.4595E-06	259	587
167	C3H5I	3-10D0-1-PROPENE	167.977	130.120	-1.0253E-01	4.5072E-04		175	405
168	C3H5N	PROPIONITRILE	55.079	52.658	5.0701E-01	-1.5507E-03	2.0731E-06	181	508
169	C3H5NO	ACRYLAMIDE	71.079	-48.597	1.0637E+00	-2.3221E-03	1.9286E-06	359	639
170	C3H5NO	HYDRACRYLONITRILE	71.079	104.867	6.5944E-01	-1.6508E-03	1.7649E-06	228	621
171	C3H5NO	LACTONITRILE	71.079	78.481	7.4002E-01	-1.9488E-03	2.1353E-06	234	579
172	C3H5N3O9	NITROGLYCERINE	227.088						
173	C3H6	CYCLOPROPANE	42.081	30.543	5.0198E-01	-2.1040E-03	3.7444E-06	147	358
174	C3H6	PROPYLENE	42.081	54.718	3.4512E-01	-1.6315E-03	3.8755E-06	89	328
175	C3H6Br2	1,2-DIBROMOPROPANE	201.888	157.717	-1.0292E-01	3.7858E-04		219	443
176	C3H6Cl2	1,1-DICHLOROPROPANE	112.986	60.938	6.9144E-01	-2.0728E-03	2.6533E-06	201	504
177	C3H6Cl2	1,2-DICHLOROPROPANE	112.986	75.742	5.0261E-01	-1.5107E-03	2.0567E-06	174	515
178	C3H6Cl2	1,3-DICHLOROPROPANE	112.987	85.462	4.4791E-01	-1.2858E-03	1.6933E-06	175	543
179	C3H6Cl2	2,2-DICHLOROPROPANE	112.986	133.548	-2.0321E-01	6.0655E-04		240	372
180	C3H6I2	1,2-DI1000PROPANE	295.889	196.466	-1.4565E-01	4.2127E-04		254	530
181	C3H6O	ACETONE	58.080	46.878	6.2652E-01	-2.0761E-03	2.9583E-06	179	457
182	C3H6O	ALLYL ALCOHOL	58.080	81.284	4.3822E-01	-1.4019E-03	2.1259E-06	145	491
183	C3H6O	METHYL VINYL ETHER	58.080	53.292	6.0476E-01	-2.3451E-03	3.8926E-06	152	393
184	C3H6O	n-PROPIONALDEHYDE	58.080	29.204	8.1621E-01	-2.7350E-03	3.7667E-06	194	446

N°	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	Tmin	Tmax
185	C3H6O	1,2-PROPYLENE OXIDE	58.080	53.347	5.1543E-01	-1.8029E-03	2.7795E-06	162	434
186	C3H6O	1,3-PROPYLENE OXIDE	58.080	29.517	6.1685E-01	-1.9717E-03	2.6102E-06	201	468
187	C3H6O2	ETHYL FORMATE	74.079	47.479	8.1081E-01	-2.6421E-03	3.6081E-06	195	458
188	C3H6O3	METHYL ACETATE	74.079	57.308	6.3751E-01	-2.1308E-03	3.0569E-06	176	456
189	C3H6O4	PROPIONIC ACID	74.079	29.869	9.4614E-01	-2.5563E-03	2.7814E-06	253	544
190	C3H6O2S	3-MERCAPTANPROP IONIC ACID	106.145	13.125	1.2179E+00	-2.7220E-03	2.5743E-06	292	656
191	C3H6O3	LACTIC ACID	90.079						
192	C3H6O3	METH OXYACETIC ACID	90.079	42.745	1.0047E+00	-2.3923E-03	2.3077E-06	282	622
193	C3H6O3	TRIOXANE	90.079	-127.928	1.9657E+00	-4.8761E-03	4.4890E-06	336	544
194	C3H6S	THIACYCLOBUTANE	74.140	109.201	-1.1182E-01	4.1243E-04		201	398
195	C3H7Br	1-BROMOPROPANE	122.993	70.791	4.9718E-01	-1.5708E-03	2.2582E-06	164	490
196	C3H7Br	2-BROMOPROPANE	122.993	41.959	7.4056E-01	-2.3195E-03	3.2325E-06	185	479
197	C3H7Cl	ISOPROPYL CHLORIDE	78.541	64.547	5.2282E-01	-1.8174E-03	2.8239E-06	157	440
198	C3H7Cl	n-PROPYL CHLORIDE	78.541	67.640	4.5271E-01	-1.5406E-03	2.4002E-06	151	453
199	C3H7F	1-FLUOROPROPANE	62.087	87.495	-1.9919E-02	2.2365E-04		115	300
200	C3H7F	2-FLUOROPROPANE	62.087	87.227	-3.3816E-02	2.5179E-04		141	294
201	C3H7I	ISOPROPYL IODIDE	169.993	66.420	5.0524E-01	-1.4866E-03	1.9647E-06	184	520
202	C3H7I	n-PROPYL IODIDE	169.993	72.223	4.3776E-01	-1.2696E-03	1.7051E-06	173	534
203	C3H7N	ALLYLAMINE	57.095	62.267	6.8530E-01	-2.3003E-03	3.1803E-06	186	455
204	C3H7N	PROPYLENEIMINE	57.095	11.421	9.1952E-01	-2.8116E-03	3.4284E-06	230	476
205	C3H7NO	N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	73.095	63.727	6.0708E-01	-1.6163E-03	1.8560E-06	214	582
206	C3H7NO	N-METHYLACETAMIDE	73.095	16.310	8.7673E-01	-2.0013E-03	1.8233E-06	302	646
207	C3H7NO2	1-N ITROPROPANE	89.094	92.868	5.1750E-01	-1.4948E-03	1.9847E-06	170	545
208	C3H7NO2	2-N ITROPROPANE	89.094	86.389	6.0686E-01	-1.7670E-03	2.2920E-06	183	535
209	C3H7NO3	PROPYL-N ITRATE	105.093						
210	C3H7NO3	ISOPROPYL-NITRATE	105.093						
211	C3H8	PROPANE	44.096	59.642	3.2831E-01	-1.5377E-03	3.6539E-06	86	333
212	C3H8O	ISOPROPANOL	60.096	72.525	7.9553E-01	-2.6330E-03	3.6498E-06	186	457
213	C3H8O	METHYL ETHYL ETHER	60.096	53.730	7.0133E-01	-2.6597E-03	4.3166E-06	161	394
214	C3H8O	n-PROPANOL	60.096	88.080	4.0224E-01	-1.3032E-03	1.9677E-06	148	483
215	C3H8O2	2-METHOXYETHANOL	76.095	74.939	7.1255E-01	-2.1504E-03	2.8269E-06	189	508
216	C3H8O2	METHYLAL	76.095	71.690	6.9438E-01	-2.3871E-03	3.6350E-06	169	433
217	C3H8O2	1,2-PROPYLENE GLYCOL	76.095	118.614	6.7283E-01	-1.8377E-03	2.1303E-06	214	563
218	C3H8O2	1,3-PROPYLENE GLYCOL	76.095	79.062	1.1435E+00	-2.9055E-03	3.0820E-06	247	592
219	C3H8O3	GLYCEROL	92.095	132.145	8.6007E-01	-1.9745E-03	1.8068E-06	292	651
220	C3H8S	n-PROPYLMERCAPTAN	76.163	81.561	4.6417E-01	-1.4850E-03	2.1680E-06	161	482
221	C3H8S	ISOPROPYL MERCAPTAN	76.163	83.939	4.3688E-01	-1.4514E-03	2.2863E-06	144	465
222	C3H8S	ETHYL-METHYL-SULFIDE	76.156	131.553	-1.2192E-01	5.5458E-04		168	370
223	C3H9N	n-PROPYLAMINE	59.111	50.389	9.7033E-01	-3.2728E-03	4.5136E-06	191	447
224	C3H9N	ISOPROPYLAMINE	59.111	57.834	8.8718E-01	-3.1071E-03	4.6044E-06	179	425
225	C3H9N	TRIMETHYLAMINE	59.111	47.960	7.3020E-01	-2.8388E-03	4.6585E-06	157	390
226	C3H9NO	1-AMINO-2-PROPANOL	75.111	11.987	1.2623E+00	-3.3222E-03	3.3905E-06	276	553
227	C3H9NO	3-AMINO-1-PROPANOL	75.111	10.165	1.3660E+00	-3.3987E-03	3.3543E-06	285	584
228	C3H9NO	METHYLETHANOLAMINE	75.111	20.704	1.1721E+00	-3.0232E-03	3.1204E-06	270	567
229	C3H9O4P	TRIMETHYL PHOSPHATE	140.076						
230	C3H10N2	1,2-PROPANEDIAMINE	74.126	26.004	1.3569E+00	-3.8503E-03	4.3652E-06	238	528
231	C3H10Si	TRIMETHYL SILANE	74.198	66.982	6.7557E-01	-2.6664E-03	4.6980E-06	138	389
232	C4C14S	TETRACHLOROTHIOPHENE	221.921						
233	C4C16	HEXACHLORO-1,3-BUTADIENE	260.760	66.730	5.3054E-01	-1.2159E-03	1.2039E-06	253	667
234	C4F8	OCTAFLUORO-2-BUTENE	200.031	49.574	8.3253E-01	-3.5878E-03	6.5923E-06	139	353
235	C4F8	OCTAFLUOROCYCLOBUTANE	200.031	-278.444	5.0367E+00	-1.8835E-02	2.5599E-05	234	350
236	C4F10	DECAFLUOROBUTANE	238.028	74.834	1.5602E+00	-6.7549E-03	1.2165E-05	146	348
237	C4H2	BUTADIENE(BIACETYLENE)	50.060						
238	C4H2O3	MALEIC ANHYDRIDE	98.058	-12.662	1.0564E+00	-2.3244E-03	2.0518E-06	327	649
239	C4H4	VINYLACETYLENE	52.076	8.143	8.8875E-01	-3.1484E-03	4.4314E-06	201	409
240	C4H4N2	SUCCINONITRILE	80.089	-3.768	1.1557E+00	-2.4533E-03	2.0499E-06	332	693
241	C4H4O	FURAN	68.075	33.281	6.5201E-01	-2.2226E-03	3.1164E-06	189	441
242	C4H4O2	DIKETENE	84.075	24.669	9.8002E-01	-2.5652E-03	2.6901E-06	268	554
243	C4H8O3	SUCCINIC ANHYDRIDE	100.074	-71.503	1.3452E+00	-2.6140E-03	1.9408E-06	394	730
244	C4H4O4	FUMARIC ACID	116.073	-1816.61	1.0582E+01	-1.8229E-02	1.0941E-05	561	694
245	C4H4O4	MALEIC ACID	116.073	-170.196	2.2916E+00	-4.5516E-03	3.3936E-06	404	696
246	C4H4S	THIOPHENE	84.142	32.611	6.7871E-01	-1.9074E-03	2.2163E-06	236	521
247	C4H5Cl	CHLOROPRENE	88.536	78.440	4.2596E-01	-1.4073E-03	2.1860E-06	144	473
248	C4H5N	trans-CROTONITRILE	67.090	27.424	7.3182E-01	-2.0987E-03	2.4768E-06	223	527
249	C4H5N	cis-CROTONITRILE	67.090	46.235	6.6994E-01	-2.0035E-03	2.5325E-06	202	511
250	C4H5N	METHACRYLONITRILE	67.090	3.484	1.1226E+00	-3.2966E-03	3.8592E-06	238	499
251	C4H5N	PYRROLE	67.090	41.545	6.4459E-01	-1.6782E-03	1.7807E-06	251	576
252	C4H5N	VINYLACETONITRILE	67.090	57.718	5.3362E-01	-1.5729E-03	2.0388E-06	187	526
253	C4H5NO2	METHYL CYAN OACETATE	99.089	34.459	9.7717E-01	-2.3802E-03	2.4111E-06	261	618

N°	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	Tmin	Tmax
254	C4H6	CYCLOBUTENE	54.091	72.569	-2.4828E-02	1.7241E-04		155	306
255	C4H6	1,2-BUTADIENE	34.092	58.969	5.0878E-01	-1.9609E-03	3.4071E-06	138	400
256	C4H6	1,3-BUTADIENE	54.092	34.680	7.3205E-01	-2.8426E-03	4.6035E-06	165	383
257	C4H6	DIMETHYLACETYLENE	54.092	-25.640	1.2894E+00	-4.1111E-03	5.0352E-06	242	439
258	C4H6	ETHYLACETYLENE	54.092	55.668	6.2486E-01	-2.3963E-03	4.0147E-06	148	399
259	C4H6Cl2	1,3-DICHLORO-trans-2-BUTENE	124.997	87.399	6.0354E-01	-1.6638E-03	2.0265E-06	201	556
260	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-cis-2-BUTENE	124.997	65.982	7.7047E-01	-2.0398E-03	2.2964E-06	226	576
261	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-trans-2-BUTENE	124.997	15.008	1.1174E+00	-2.8198E-03	2.8433E-06	275	581
262	C4H6Cl2	3,4-DICHLORO-1-BUTENE	124.997	62.876	7.5359E-01	-2.1496E-03	2.6035E-06	213	530
263	C4H6O	trans-CROTONALDEHYDE	70.091	52.946	7.2786E-01	-2.1530E-03	2.7664E-06	198	514
264	C4H6O	2,5-DIHYDROFURAN	70.091	45.389	6.3271E-01	-1.9501E-03	2.5349E-06	201	488
265	C4H6O	DIVINYL ETHER	70.091	46.544	6.8934E-01	-2.4756E-03	3.7582E-06	173	417
266	C4H6O	METHACROLEIN	70.091	42.511	6.8698E-01	-2.1841E-03	2.9238E-06	193	477
267	C4H6O2	2-BUTYNE-1,4-DIOL	86.090	-32.149	1.6409E+00	-3.7193E-03	3.2662E-06	332	626
268	C4H6O2	gamma-BUTYROLACTONE	86.090	73.029	4.3498E-01	-1.0196E-03	1.0527E-06	231	665
269	C4H6O2	cis-CROTONIC ACID	86.090	-7.425	1.4354E+00	-3.5711E-03	3.4943E-06	290	582
270	C4H6O2	trans-CROTONIC ACID	86.090	-118.011	2.0711E+00	-4.7846E-03	4.1639E-06	346	599
271	C4H6O2	METHACRYLIC ACID	86.090	-7.089	1.2882E+00	-3.2195E-03	3.1623E-06	289	579
272	C4H6O2	METHYL ACRYLATE	86.090	54.109	8.0399E-01	-2.5149E-03	3.3155E-06	197	482
273	C4H6O2	VINYL ACETATE	86.090	63.910	7.0656E-01	-2.2832E-03	3.1788E-06	181	472
274	C4H6O3	ACETIC ANHYDRIDE	102.090	71.831	8.8879E-01	-2.6534E-03	3.3501E-06	201	512
275	C4H6O4	SUCCINIC ACID	118.089	-416.831	3.5896E+00	-6.6188E-03	4.4587E-06	462	725
276	C4H6O5	DIGLYCOLIC ACID	134.089	-207.030	2.5933E+00	-4.8935E-03	3.4671E-06	422	738
277	C4H6O5	MALIC ACID	134.089	-142.811	2.5086E+00	-4.9347E-03	3.6723E-06	404	703
278	C4H6O6	TARTARIC ACID	150.088	-512.873	4.4047E+00	-7.8567E-03	5.1216E-06	480	745
279	C4H7N	n-BUTYRONITRILE	69.106	84.111	5.0460E-01	-1.5134E-03	2.1012E-06	162	524
280	C4H7N	ISOBUTYRONITRILE	69.106	51.909	7.8410E-01	-2.3405E-03	2.9697E-06	203	509
281	C4H7NO	ACETONE CYANOHYDRIN	85.106	55.844	1.3376E+00	-3.4362E-03	3.6169E-06	254	582
282	C4H7NO	2-METHACRYLAMIDE	85.106	-90.764	1.7110E+00	-3.5405E-03	2.7745E-06	385	667
283	C4H7NO	3-METHOXYPROPIONITRILE	85.106	63.094	7.0394E-01	-1.9037E-03	2.2158E-06	211	574
284	C4H7NO	2-PYRROLIDONE	85.106	52.256	7.8791E-01	-1.6638E-03	1.4633E-06	299	713
285	C4H8	1-BUTENE	56.107	74.597	3.3434E-01	-1.3914E-03	3.0241E-06	89	378
286	C4H8	cis-2-BUTENE	56.107	58.899	5.0376E-01	-1.9765E-03	3.5035E-06	135	392
287	C4H8	trans-2-BUTENE	56.107	36.162	7.9739E-01	-3.0674E-03	4.8919E-06	169	386
288	C4H8	CYCLOBUTANE	56.107	40.687	5.3104E-01	-1.8991E-03	2.7874E-06	183	414
289	C4H8	ISOBUTENE	56.107	57.611	5.6251E-01	-2.2985E-03	4.1773E-06	134	376
290	C4H8Br2	1,2-DIBROMOBUTANE	215.915	161.110	-9.1363E-02	3.5485E-04		209	469
291	C4H8Br2	2,3-DIBROMOBUTANE	215.915	164.727	-1.1861E-01	3.8568E-04		240	464
292	C4H8Cl2	1,4-DICHLOROBUTANE	127.013	64.944	8.3651E-01	-2.1802E-03	2.4034E-06	237	577
293	C4H8I2	1,2-DIODOBUTANE	309.916	194.119	-1.8047E-01	4.6690E-04		280	507
294	C4H8O	n-BUTYRALDEHYDE	72.107	64.363	7.2566E-01	-2.3548E-03	3.3065E-06	178	473
295	C4H8O	ISOBUTYRALDEHYDE	72.107	31.228	1.1020E+00	-3.5601E-03	4.6662E-06	209	456
296	C4H8O	1,2-EPDXYBUTANE	72.107	87.286	3.8742E-01	-1.2905E-03	2.1365E-06	124	473
297	C4H8O	METHYL ETHYL KETONE	72.107	61.406	7.5324E-01	-2.3814E-03	3.2240E-06	187	482
298	C4H8O	ETHYL VINYL ETHER	72.107	65.133	6.4348E-01	-2.2971E-03	3.6025E-06	158	428
299	C4H8O	TETRAHYDROFURAN	72.107	63.393	4.0257E-01	-1.2686E-03	1.8275E-06	166	486
300	C4H8O2	cis-2-BUTENE-1,4-DIOL	88.106	33.870	1.5014E+00	-3.6176E-03	3.5022E-06	285	610
301	C4H8O2	trans-2-BUTENE-1,4-DIOL	88.106	4.371	1.7115E+00	-4.0527E-03	3.7939E-06	301	613
302	C4H8O2	ISOBUTYRIC ACID	88.106	62.423	8.1702E-01	-2.2463E-03	2.5743E-06	228	548
303	C4H8O2	n-BUTYRIC ACID	88.106	28.210	1.1040E+00	-2.8523E-03	2.9528E-06	269	565
304	C4H8O2	1,4-DIOXANE	88.106	-20.729	1.2913E+00	-3.4298E-03	3.5408E-06	286	528
305	C4H8O2	ETHYL ACETATE	88.106	62.832	8.4097E-01	-2.6998E-03	3.6631E-06	191	471
306	C4H8O2	METHYL PROPIONATE	88.106	72.707	8.2005E-01	-2.6119E-03	3.5581E-06	187	478
307	C4H8O2	n-PROPYL FORMATE	88.106	74.311	6.9572E-01	-2.1969E-03	3.0196E-06	181	484
308	C4H8O2S	SULFOLANE	120.172	74.580	5.5933E-01	-1.1027E-03	9.3850E-07	302	764
309	C4H8S	TETRAHYDROTHIOPHENE	88.173	91.345	3.1960E-01	-8.6978E-04	1.1074E-06	178	569
310	C4H9Br	1-BROMOBUTANE	137.019	86.013	4.6563E-01	-1.3952E-03	1.9565E-06	162	519
311	C4H9Br	2-BROMOBUTANE	137.019	105.227	4.5815E-01	-1.4005E-03	1.9658E-06	162	510
312	C4H9Cl	n-BUTYL CHLORIDE	92.568	86.225	5.1021E-01	-1.6387E-03	2.4698E-06	151	483
313	C4H9Cl	sec-BUTYL CHLORIDE	92.568	90.546	4.7991E-01	-1.5952E-03	2.5017E-06	143	469
314	C4H9Cl	tert-BUTYL CHLORIDE	92.568	-21.729	1.4906E+00	-4.5845E-03	5.4420E-06	249	456
315	C4H9I	2-IODO-2-METHYLPROPANE	184.020	142.728	-1.6837E-01	5.2368E-04		236	403
316	C4H9N	PYRROLIDINE	71.122	56.715	7.6953E-01	-2.2572E-03	2.7490E-06	216	512
317	C4H9NO	N,N-DIMETHYLACETAMIDE	87.122	43.944	8.9037E-01	-2.2645E-03	2.3578E-06	254	592
318	C4H9NO	MORPHOLINE	87.122	22.401	1.0975E+00	-2.8725E-03	2.9705E-06	271	556
319	C4H9NO2	1-NITROBUTANE	103.121						
320	C4H9NO2	2-NITROBUTANE	103.121						
321	C4H10	n-BUTANE	58.123	62.873	5.8913E-01	-2.3588E-03	4.2257E-06	136	383
322	C4H10	ISOBUTANE	58.123	71.791	4.8472E-01	-2.0519E-03	4.0634E-06	115	367

N°	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	Tmin	Tmax
323	C4H10N2	PIPERAZINE	86.137	-192.418	2.7211E+00	-6.1900E-03	5.1736E-06	380	574
324	C4H10O	n-BUTANOL	74.123	83.877	5.6628E-01	-1.7208E-03	2.2780E-05	185	507
325	C4H10O	sec-BUTANOL	74.123	95.037	5.6593E-01	-1.8256E-03	2.6675E-05	159	482
326	C4H10O	tert-BUTANOL	74.123	-309.415	4.4863E+00	-1.2958E-02	1.3642E-05	300	456
327	C4H10O	DIETHYL ETHER	74.123	75.939	7.7335E-01	-2.7936E-03	4.4383E-06	158	420
328	C4H10O	METHYL-PROPYL-ETHER	74.122	144.405	-1.6391E-01	7.7474E-04		158	342
329	C4H10O	METHYL ISOPROPYL ETHER	74.123	94.789	4.6032E-01	-1.7158E-03	2.9878E-06	129	418
330	C4H10O	ISOBUTANOL	74.123	96.150	4.9462E-01	-1.5601E-03	2.2031E-06	166	493
331	C4H10O2	1,3-BUTANEDIOL	90.122	125.062	7.6284E-01	-2.0381E-03	2.4560E-06	197	579
332	C4H10O2	1,4-BUTANEDIOL	90.122	10.303	1.5972E+00	-3.8628E-03	3.7022E-06	294	600
333	C4H10O2	2,3-BUTANEDIOL	90.122	1.022	1.6059E+00	-4.1757E-03	4.2641E-06	282	550
334	C4H10O2	t-BUTYL HYDROPEROXIDE	90.122	-18.834	1.1762E+00	-3.2019E-03	3.3722E-06	278	518
335	C4H10O2	1,2-DIMETHOXYETHANE	90.122	45.096	1.1083E+00	-3.3990E-03	4.2685E-06	216	483
336	C4H10O2	2-ETHOXYETHANOL	90.122	84.952	9.3806E-01	-2.7796E-03	3.5283E-06	201	512
337	C4H10O3	DIETHYLENE GLYCOL	106.122	126.618	8.5587E-01	-1.9468E-03	1.8725E-06	264	670
338	C4H10O4S	DIETHYL SULFATE	154.187						
339	C4H10S	n-BUTYL MERCAPTAN	90.189	98.315	5.2234E-01	-1.5783E-03	2.2589E-06	158	512
340	C4H10S	ISOBUTYL MERCAPTAN	90.189	115.038	3.6933E-01	-1.1509E-03	1.8046E-06	129	503
341	C4H10S	sec-BUTYL MERCAPTAN	90.189	104.316	4.4894E-01	-1.3994E-03	2.1926E-06	134	499
342	C4H10S	tert-BUTYL MERCAPTAN	90.189	-75.206	1.9880E+00	-5.7348E-03	6.3144E-06	275	477
343	C4H10S	DIETHYL SULFIDE	90.189	90.432	5.8704E-01	-1.8123E-03	2.5217E-06	170	501
344	C4H10S	ISOPROPYL-METHYL-SULFIDE	90.183	150.789	-1.3087E-01	5.7976E-04		173	388
345	C4H10S	METHYL-PROPYL-SULFIDE	90.183	159.495	-1.2092E-01	5.7992E-04		161	399
346	C4H10S2	DIETHYL DISULFIDE	122.255	125.723	5.2943E-01	-1.4155E-03	1.8261E-06	173	578
347	C4H11N	n-BUTYLAMINE	73.138	32.672	1.1738E+00	-3.6137E-03	4.4206E-06	225	479
348	C4H11N	ISOBUTYLAMINE	73.138	71.394	8.9544E-01	-2.9423E-03	4.0108E-06	190	462
349	C4H11N	sec-BUTYLAMINE	73.138	81.998	6.9550E-01	-2.3225E-03	3.3532E-06	170	463
350	C4H11N	tert-BUTYLAMINE	73.138	43.328	1.2643E+00	-4.2403E-03	5.6876E-06	207	436
351	C4H11N	DIETHYLAMINE	73.138	2.800	1.4016E+00	-4.5271E-03	5.7411E-06	224	447
352	C4H11NO	DIMETHYLETHANOLAMINE	89.137	74.876	1.0965E+00	-3.1968E-03	3.9069E-06	215	515
353	C4H11NO2	DIETHANOLAMINE	105.137	76.703	1.0821E+00	-2.4860E-03	2.2497E-06	302	644
354	C4H11NO2	2-AMINOETHOXYETHANOL	105.137	141.811	7.2934E-01	-1.8110E-03	2.0710E-06	201	628
355	C4H12N2O	N-AMINOETHYL ETHANOLAMINE	104.152	151.634	7.7874E-01	-1.9367E-03	2.2052E-06	201	629
356	C4H12Si	TETRAMETHYLSILANE	88.225	55.176	1.1592E+00	-4.2512E-03	6.5005E-06	175	405
357	C4H13N3	DIETHYLENE TRIAMINE	103.167	91.830	8.2839E-01	-2.0729E-03	2.2306E-06	235	608
358	C5C16	HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE	272.771	37.164	5.0776E-01	-1.1331E-03	1.0504E-06	285	671
359	C5H4O2	FURFURAL	96.086	66.792	7.0755E-01	-1.8082E-03	1.9630E-06	238	591
360	C5H5N	PYRIDINE	79.101	37.150	6.9497E-01	-1.8749E-03	2.1188E-06	233	558
361	C5H6	CYCLOPENTADIENE	66.103	43.542	5.8799E-01	-1.9291E-03	2.6761E-06	189	456
362	C5H6	2-METHYL-1-BUTENE-3-YNE	66.103	61.157	5.5782E-01	-1.9126E-03	2.9378E-06	161	443
363	C5H6	1-PENTENE-3-YNE	66.103	21.792	9.3719E-01	-2.9734E-03	3.9877E-06	201	468
364	C5H6	1-PENTENE-4-YNE	66.103	36.297	8.2047E-01	-2.6840E-03	3.6127E-06	201	453
365	C5H6N2	GLUTARONITRILE	94.116	70.115	7.1706E-01	-1.5840E-03	1.5600E-06	245	704
366	C5H6O2	FURFURYL ALCOHOL	98.101	72.353	9.3499E-01	-2.4272E-03	2.5437E-06	260	569
367	C5H6O3	GLUTARIC ANHYDRIDE	114.101	41.100	9.5549E-01	-1.9004E-03	1.5421E-06	329	754
368	C5H6O4	CITRACONIC ACID	130.100	-18.090	1.6511E+00	-3.2561E-03	2.5334E-06	357	746
369	C5H6O4	ITACONIC ACID	130.100	-273.296	2.9306E+00	-5.4439E-03	3.7600E-06	440	739
370	C5H6S	2-METHYLTHIOPHENE	98.162	141.537	-1.2849E-01	4.6171E-04		211	416
371	C5H6S	3-METHYLTHIOPHENE	98.162	140.361	-1.2085E-01	4.4876E-04		205	419
372	C5H7N	N-METHYLPYRROLE	81.117	41.210	7.8255E-01	-2.1567E-03	2.5583E-06	218	549
373	C5H7NO2	ETHYL CYANOACETATE	113.116	69.778	1.0987E+00	-2.7196E-03	2.8165E-06	252	611
374	C5H8	CYCLOPENTENE	68.118	64.821	3.4830E-01	-1.1840E-03	1.9109E-06	139	456
375	C5H8	ISOPRENE	68.118	80.542	4.5089E-01	-1.6166E-03	2.7723E-06	128	436
376	C5H8	3-METHYL-1,2-BUTADIENE	68.118	62.370	6.9368E-01	-2.4233E-03	3.7091E-06	161	441
377	C5H8	2-METHYL-1,3-BUTADIENE	68.118	127.014	-1.0764E-01	6.5526E-04		128	337
378	C5H8	1,2-PENTADIENE	68.118	76.700	4.4815E-01	-1.5516E-03	2.5392E-06	137	450
379	C5H8	cis-1,3-PENTADIENE	68.118	79.165	4.6309E-01	-1.6164E-03	2.6748E-06	133	449
380	C5H8	trans-1,3-PENTADIENE	68.118	47.966	7.8011E-01	-2.5933E-03	3.6547E-06	187	450
381	C5H8	1,4-PENTADIENE	68.118	67.713	5.7753E-01	-2.1090E-03	3.6881E-06	126	431
382	C5H8	2,3-PENTADIENE	68.118	75.900	5.7996E-01	-2.0270E-03	3.1863E-06	149	447
383	C5H8	1-PENTYNE	68.118	42.607	9.4233E-01	-3.2983E-03	5.0254E-06	168	433
384	C5H8	2-PENTYNE	68.118	156.802	-1.4060E-01	6.6609E-04		165	359
385	C5H8	3-METHYL-1-BUTYNE	68.118	35.285	1.0768E+00	-3.8240E-03	5.6180E-06	184	417
386	C5H8	SPIROPENTANE	68.118	112.077	-9.8977E-02	4.7696E-04		167	342
387	C5H8N4O12	PENTAERYTHRITOL TETRA NTRATE	316.138						
388	C5H8O	CYCLOPENTANONE	84.118	66.239	6.8576E-01	-1.8291E-03	2.1151E-06	223	563
389	C5H8O	METHYL ISOPROPENYL KETONE	84.118	41.822	8.8489E-01	-2.5959E-03	3.1418E-06	221	509
390	C5H8O2	ACETYLACETONE	100.117	49.793	1.1457E+00	-3.1191E-03	3.4079E-06	251	542
391	C5H8O2	ALLYL ACETATE	100.117	114.963	5.2345E-01	-1.6371E-03	2.4946E-06	139	503

N°	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	Tmin	Tmax
392	C5H8O2	ETHYL ACRYLATE	100.117	66.535	9.1312E-01	-2.7675E-03	3.5431E-06	203	498
393	C5H8O2	METHYL METHACRYLATE	100.117	42.365	1.0787E+00	-3.1551E-03	3.7759E-06	226	508
394	C5H8O2	VINYL PROPIONATE	100.117	64.575	8.7548E-01	-2.6832E-03	3.4751E-06	201	491
395	C5H8O3	2-HYDROXYETHYL ACRYLATE	116.117	112.540	7.7899E-01	-2.0092E-03	2.2917E-06	214	596
396	C5H8O3	LEVULINIC ACID	116.117	41.840	1.4153E+00	-3.1901E-03	2.8584E-06	309	651
397	C5H8O3	METHYL ACETOACETATE	116.117	127.150	5.1044E-01	-1.3794E-03	1.6579E-06	194	578
398	C5H8O4	GLUTARIC ACID	132.116	-10.226	1.7285E+00	-3.4237E-03	2.6321E-06	372	726
399	C5H9N	VALERONITRILE	83.133	100.491	6.2946E-01	-1.8110E-03	2.3635E-06	178	543
400	C5H9NO	n-BUTYL ISOCYANATE	99.133	24.141	1.1425E+00	-3.3850E-03	4.3837E-06	201	511
401	C5H9NO	N-METHYL-2-PYRROLIDONE	99.133	80.326	6.3684E-01	-1.4931E-03	1.5017E-06	250	652
402	C5H9NO4	L-GLUTAMIC ACID	147.131						
403	C5H10	CYCLOPENTANE	70.134	49.998	5.3894E-01	-1.7696E-03	2.5053E-06	180	461
404	C5H10	2-METHYL-1-BUTENE	70.134	77.452	5.7879E-01	-2.1473E-03	3.6555E-06	137	419
405	C5H10	2-METHYL-2-BUTENE	70.134	74.305	5.8384E-01	-2.1386E-03	3.5676E-06	140	424
406	C5H10	3-METHYL-1-BUTENE	70.134	90.005	3.9777E-01	-1.5462E-03	2.9909E-06	106	405
407	C5H10	1-PENTENE	70.134	88.892	4.2198E-01	-1.5803E-03	2.9790E-06	109	418
408	C5H10	cis-2-PENTENE	70.134	80.445	4.9493E-01	-1.8139E-03	3.2037E-06	123	428
409	C5H10	trans-2-PENTENE	70.134	81.528	5.2108E-01	-1.9000E-03	3.2213E-06	134	428
410	C5H10Br2	2,3-DIBROMO-2-METHYLBUTANE	229.942	180.601	-1.7099E-01	4.3932E-04		289	474
411	C5H10Cl2	1,5-DICHLOROPENTANE	141.040	109.864	7.1412E-01	-1.8637E-03	2.1832E-06	201	597
412	C5H10O	METHYL ISOPROPYL KETONE	86.134	83.052	7.1419E-01	-2.1982E-03	2.9759E-06	182	498
413	C5H10O	2-PENTANONE	86.134						
414	C5H10O	DIETHYL KETONE	86.134	26.231	1.2822E+00	-3.7449E-03	4.3816E-06	235	505
415	C5H10O	VALERALDEHYDE	86.134	97.499	6.5995E-01	-2.0343E-03	2.7292E-06	183	499
416	C5H10O2	n-BUTYL FORMATE	102.133	94.303	7.3040E-01	-2.2265E-03	2.9947E-06	182	503
417	C5H10O2	ETHYL PROPIONATE	102.133	70.920	9.7543E-01	-2.9871E-03	3.8823E-06	200	491
418	C5H10O2	ISOBUTYL FORMATE	102.133	104.038	8.2157E-01	-2.5541E-03	3.4864E-06	178	496
419	C5H10O2	ISOPROPYL ACETATE	102.133	70.900	9.8618E-01	-3.0555E-03	3.9901E-06	201	484
420	C5H10O2	n-PROPYL ACETATE	102.133	91.591	7.8205E-01	-2.4341E-03	3.3267E-06	179	494
421	C5H10O2	METHYL n-BUTYRATE	102.133	90.092	8.6461E-01	-2.6506E-03	3.5164E-06	188	499
422	C5H10O2	2-METHYLBUTYRIC ACID	102.133	109.104	7.4411E-01	-1.9894E-03	2.3727E-06	201	579
423	C5H10O2	ISOVALERIC ACID	102.133	81.845	1.1114E+00	-2.9084E-03	3.1565E-06	245	571
424	C5H10O2	VALERIC ACID	102.133	79.976	8.8728E-01	-2.2799E-03	2.4715E-06	240	586
425	C5H10O2	TETRAHYDROFURFURYL ALCOHOL	102.133	115.140	5.1702E-01	-1.3875E-03	1.6517E-06	201	575
426	C5H10O2S	3-METHYL SULFOLANE	134.199	110.368	7.2683E-01	-1.4981E-03	1.3663E-06	275	735
427	C5H10O3	DIETHYL CARBONATE	118.133	56.855	1.1659E+00	-3.3274E-03	3.9006E-06	231	518
428	C5H10O3	ETHYL LACTATE	118.133	-46.239	2.1823E+00	-5.9832E-03	6.8683E-06	248	529
429	C5H10S	THIACYCLOHEXANE	102.194	184.412	-2.4478E-01	5.9183E-04		293	445
430	C5H10S	CYCLOPENTANETHIOL	102.194	143.203	-7.2569E-02	3.8499E-04		156	435
431	C5H11Br	1-BROMOPENTANE	151.046	143.414	-1.1807E-01	4.7786E-04		186	433
432	C5H11Cl	1-CHLOROPENTANE	106.595	99.232	6.3409E-01	-1.9117E-03	2.6022E-06	175	511
433	C5H11Cl	1-CHLORO-3-METHYLBUTANE	106.595	127.911	-1.1249E-01	4.9476E-04		170	402
434	C5H11Cl	2-CHLORO-2-METHYLBUTANE	106.595	129.368	-1.4760E-01	5.3859E-04		201	389
435	C5H11N	N-METHYLPYRROLIDINE	85.149	73.463	6.1054E-01	-1.8779E-03	2.5390E-06	184	495
436	C5H11N	PIPERIDINE	85.149	11.977	1.2812E+00	-3.4750E-03	3.7200E-06	264	535
437	C5H11NO	tert-BUTYLFORMAMIDE	101.148	20.664	1.2624E+00	-2.9890E-03	2.8365E-06	290	623
438	C5H12	ISOPENTANE	72.150	91.474	4.4852E-01	-1.6859E-03	3.1342E-06	114	414
439	C5H12	NEOPENTANE	72.150	-186.315	3.2441E+00	-1.0910E-02	1.3428E-05	258	390
440	C5H12	n-PENTANE	72.150	80.641	6.2195E-01	-2.2682E-03	3.7423E-06	144	423
441	C5H12O	2,2-DIMETHYL-1-PROPANOL	88.150	-280.652	3.8455E+00	-1.0176E-02	9.8371E-06	328	495
442	C5H12O	tert-PENTYL-ALCOHOL	88.149	239.683	-2.5343E-01	5.6873E-04		328	416
443	C5H12O	2-METHYL-1-BUTANOL	88.150	109.861	8.8256E-01	-2.6422E-03	3.3415E-06	201	509
444	C5H12O	2-METHYL-2-BUTANOL	88.150	-38.513	2.2919E+00	-6.5955E-03	7.2865E-06	265	491
445	C5H12O	3-METHYL-1-BUTANOL	88.150	95.590	4.8022E-01	-1.4387E-03	2.0386E-06	157	522
446	C5H12O	3-METHYL-2-BUTANOL	88.150	85.419	8.6417E-01	-2.5382E-03	3.2100E-06	201	517
447	C5H12O	1-PENTANOL	88.150	105.748	7.4623E-01	-2.1694E-03	2.7315E-06	197	528
448	C5H12O	2-PENTANOL	88.150	93.720	1.1370E+00	-3.4487E-03	4.4456E-06	201	497
449	C5H12O	3-PENTANOL	88.150	87.761	1.2602E+00	-3.8391E-03	4.9160E-06	205	492
450	C5H12O	METHYL sec-BUTYL ETHER	88.150	49.275	1.1582E+00	-3.8163E-03	5.1616E-06	201	448
451	C5H12O	METHYL tert-BUTYL ETHER	88.150	83.744	7.6602E-01	-2.6132E-03	3.9171E-06	166	447
452	C5H12O	METHYL ISOBUTYL ETHER	88.150	49.834	1.1435E+00	-3.7712E-03	5.1067E-06	201	447
453	C5H12O	ETHYL PROPYL ETHER	88.150	102.864	7.0110E-01	-2.4095E-03	3.8232E-06	147	450
454	C5H12O2	ETHYLENE GLYCOL MONOPROPYL ETHER	104.149	99.514	7.2678E-01	-2.1371E-03	2.8033E-06	184	524
455	C5H12O2	NEOPENTYL GLYCOL	104.149	-509.209	5.1325E+00	-1.1404E-02	9.1520E-06	401	579
456	C5H12O2	1,5-PENTANEDIOL	104.149	67.470	1.0846E+00	-2.6842E-03	2.7543E-06	258	606
457	C5H12O3	2-(2-METHOXYETHOXY)ETHANOL	120.148	138.608	9.8731E-01	-2.6928E-03	3.2679E-06	198	567
458	C5H12O4	PENTAERYTHRITOL	136.148	-1429.75	9.5192E+00	-1.6680E-02	1.0341E-05	535	702
459	C5H12S	n-PENTYL MERCAPTAN	104.216	94.716	7.5979E-01	-2.1472E-03	2.6885E-06	198	538
460	C5H12S	BUTYL-METHYL-SULFIDE	104.210	187.240	-1.4780E-01	6.3060E-04		176	427

N°	FORMULA	NAME	PM	A	B	C	D	Tmin	Tmax
461	C5H12S	ETHYL-PROPYL-SULFIDE	104.210	180.319	-1.2105E-01	5.9709E-04		157	422
462	C5H12S	2-METHYL-2-BUTANETHIOL	104.210	165.372	-1.2006E-01	5.5546E-04		170	402
463	C5H13N	n-PENTYLAMINE	87.165	60.963	1.1533E+00	-3.4538E-03	4.2115E-06	219	500
464	C5H13NO2	METHYL DIETHANOLAMINE	119.164	105.151	1.3564E+00	-3.3459E-03	3.4589E-06	253	610
465	C6Cl6	HEXACHLOROBENZENE	284.782	-743.411	5.4844E+00	-9.6238E-03	6.0919E-06	503	743
466	C6F6	HEXAFLUOROBENZENE	186.056	-138.486	2.9233E+00	-8.5664E-03	9.3787E-06	279	465
467	C6H3Cl2NO4	1-CHLORO-2,4-DINITROBENZENE	202.554						
468	C6H3Cl2NO2	1,2-DICHLORO-4-NITROBENZENE	192.001						
469	C6H3Cl3	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	181.448	48.567	1.0127E+00	-2.3033E-03	2.1401E-06	291	653
470	C6H3N3O6	1,3,5-TRINITROBENZENE	213.106						
471	C6H4Br2	m-DIBROMOBENZENE	235.906	85.577	6.0756E-01	-1.3411E-03	1.2780E-06	267	685
472	C6H4ClNO2	m-CHLORONITROBENZENE	157.556	17.760	1.3304E+00	-2.9350E-03	2.5462E-06	319	668
473	C6H4ClNO2	o-CHLORONITROBENZENE	157.556	45.550	1.1376E+00	-2.4757E-03	2.1890E-06	307	681
474	C6H4ClNO2	p-CHLORONITROBENZENE	157.556	-29.177	1.6056E+00	-3.3941E-03	2.7386E-06	358	676
475	C6H4Cl2	m-DICHLOROBENZENE	147.003	61.903	7.3971E-01	-1.8045E-03	1.8839E-06	249	616
476	C6H4Cl2	o-DICHLOROBENZENE	147.003	68.542	7.7568E-01	-1.8380E-03	1.8585E-06	257	635
477	C6H4Cl2	p-DICHLOROBENZENE	147.003	-32.283	1.4413E+00	-3.3088E-03	2.9587E-06	327	616
478	C6H4F2	m-DIFLUOROBENZENE	114.094	146.205	-2.2760E-01	6.4167E-04		250	394
479	C6H4F2	o-DIFLUOROBENZENE	114.094	143.058	-2.0858E-01	6.1680E-04		240	395
480	C6H4F2	p-DIFLUOROBENZENE	114.094	149.090	-2.4236E-01	6.5284E-04		261	392
481	C6H4N2O4	m-DINITROBENZENE	168.109	14.002	1.5564E+00	-3.1119E-03	2.4113E-06	365	725
482	C6H4N2O4	o-DINITROBENZENE	168.109	-51.485	1.7659E+00	-3.3714E-03	2.4936E-06	391	748
483	C6H4N2O4	p-DINITROBENZENE	168.109	-262.234	2.8646E+00	-5.3418E-03	3.6879E-06	448	723
484	C6H5Br	BROMOBENZENE	157.010	65.399	6.4039E-01	-1.6014E-03	1.7006E-06	243	603
485	C6H5Cl	MONOCHLOROBENZENE	112.558	64.358	6.1906E-01	-1.6346E-03	1.8478E-06	229	569
486	C6H5ClO	m-CHLOROPHENOL	128.558	38.907	8.8277E-01	-1.9666E-03	1.7734E-06	307	656
487	C6H5ClO	o-CHLOROPHENOL	128.558	40.234	1.0880E+00	-2.6322E-03	2.5615E-06	283	608
488	C6H5ClO	p-CHLOROPHENOL	128.558	16.057	1.0413E+00	-2.2888E-03	2.0147E-06	317	664
489	C6H5Cl2N	3,4-DICHLOROANILINE	162.018	15.718	1.2502E+00	-2.5363E-03	2.0484E-06	346	720
490	C6H5F	FLUOROBENZENE	96.104	35.390	8.6297E-01	-2.5132E-03	2.9781E-06	232	504
491	C6H5I	IODOBENZENE	204.010	76.484	5.4594E-01	-1.2829E-03	1.3175E-06	243	649
492	C6H5NO2	NITROBENZENE	123.111	51.773	9.1277E-01	-2.1098E-03	2.0093E-06	280	647
493	C6H6	BENZENE	78.114	-31.662	1.3043E+00	-3.6078E-03	3.8243E-06	280	506
494	C6H6ClN	m-CHLOROANILINE	127.573	67.821	9.1756E-01	-2.0690E-03	2.0013E-06	264	676
495	C6H6ClN	o-CHLOROANILINE	127.573	-744.768	5.4383E+00	-1.0437E-02	7.0862E-06	483	650
496	C6H6ClN	p-CHLOROANILINE	127.573	-23.832	1.4238E+00	-3.0256E-03	2.5105E-06	344	679
497	C6H6N2	cis-DICYANO-1-BUTENE	106.127	49.986	1.1770E+00	-2.9128E-03	2.9828E-06	250	622
498	C6H6N2	trans-DICYANO-1-BUTENE	106.127	34.915	1.2997E+00	-3.1934E-03	3.2026E-06	261	620
499	C6H6N2	1,4-DICYANO-2-BUTENE	106.127	-90.745	1.9916E+00	-4.2350E-03	3.4644E-06	350	680
500	C6H6N2O2	m-NITROANILINE	138.126	-32.233	1.6894E+00	-3.2658E-03	2.4503E-06	388	734

Fuente: Acondicionamiento de la Base de Datos del ChemCAD 5.2.

ANEXO 11

Densidad de líquidos

$$\rho_L = AB \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n$$

Donde:

- ρ_L = Densidad de líquido (g/mL)
 A, B, n, T_c = Coeficiente de regresión de compuestos químico
 T = Temperatura (K)
 T_{min} = Temperatura mínima (K)
 T_{max} = Temperatura máxima (K)

Tabla A.2. Densidad de líquidos

Nº	FORMULA	NAME	A	B	n	T_c	T_{min}	T_{max}
1	CBrClF2	BROMOCHLORODIFLUOROMETHANE	0.67201	0.25624	0.26440	426.15	113.65	426.15
2	CBrCl3	BROMOTRICHLOROMETHANE	0.69849	0.28000	0.28570	606.00	252.15	606.00
3	CBrF3	BROMOTRIFLUOROMETHANE	0.74110	0.26995	0.28006	340.15	105.15	340.15
4	CB2F2	DIBROMODIFLUOROMETHANE	0.84264	0.27721	0.26256	478.00	163.05	478.00
5	CClF3	CHLOROTRIFLUOROMETHANE	0.58753	0.27896	0.29070	301.96	92.15	301.96
6	CClN	CYANOGEN CHLORIDE	0.37713	0.22974	0.23860	449.00	266.65	449.00
7	CCl2F2	DICHLORODIFLUOROMETHANE	0.57494	0.27880	0.29650	384.95	115.15	384.95
8	CCl2O	PHOSGENE	0.51316	0.27119	0.27201	455.00	145.37	455.00
9	CCl3F	TRICHLOROFUOROMETHANE	0.56082	0.27556	0.28571	471.20	162.04	471.20
10	CCl4	CARBON TETRACHLORIDE	0.56607	0.27663	0.29000	556.35	250.33	556.35
11	CF2O	CARBONYL FLUORIDE	0.46780	0.32913	0.28570	297.00	161.89	297.00
12	CF4	CARBON TETRAFLUORIDE	0.62949	0.28390	0.29095	227.50	89.56	227.50
13	CHBr3	TRIBROMOMETHANE	0.88375	0.24757	0.30060	696.00	281.20	696.00
14	CHClF2	CHLORODIFLUOROMETHANE	0.51858	0.26605	0.28123	369.30	115.73	369.30
15	CHCl2F	DICHLOROFUOROMETHANE	0.52414	0.27110	0.28571	451.58	138.15	451.58
16	CHCl3	CHLOROFORM	0.49807	0.25274	0.28766	536.40	209.63	536.40
17	CHF3	TRIFLUOROMETHANE	0.52435	0.25490	0.28910	298.89	117.97	298.89
18	CH3	TRIIDOMETHANE	1.12660	0.28100	0.28571	794.55	396.16	794.55
19	CHN	HYDROGEN CYANIDE	0.19501	0.18589	0.28206	456.65	259.91	456.65
20	CHNS	ISOTHIOCYANIC-ACID						
21	CH2BrCl	BROMOCHLOROMETHANE	0.68686	0.27700	0.28570	557.00	185.20	557.00
22	CH2Br2	DIBROMOMETHANE	0.77951	0.24834	0.27583	611.00	220.60	611.00
23	CH2ClF	CHLOROFLUOROMETHANE	0.44380	0.23000	0.28571	424.91	140.16	424.91
24	CH2Cl2	DICHLOROMETHANE	0.45965	0.25678	0.29020	510.00	178.01	510.00
25	CH2F2	DIFLUOROMETHANE	0.42519	0.25220	0.28100	351.60	137.00	351.60
26	CH2I2	DIIDOMETHANE	0.98475	0.24998	0.26540	747.00	279.25	747.00
27	CH2O	FORMALDEHYDE	0.26192	0.22240	0.28570	408.00	181.15	408.00
28	CH2O2	FORMIC ACID	0.36821	0.24296	0.23663	580.00	281.55	580.00
29	CH3Br	METHYL BROMIDE	0.60859	0.26292	0.28030	467.00	179.55	467.00
30	CH3Cl	METHYL CHLORIDE	0.35821	0.26109	0.28690	416.25	175.45	416.25
31	CH3ClSi	METHYL TRICHLOROSILANE	0.43982	0.26111	0.27788	517.00	195.35	517.00
32	CH3F	METHYL FLUORIDE	0.29788	0.24153	0.28540	317.70	131.35	317.70
33	CH3I	METHYL IODIDE	0.76723	0.25854	0.26790	528.00	206.70	528.00
34	CH3NO	FORMAMIDE	0.27633	0.20352	0.25178	771.00	275.70	771.00
35	CH3NO2	NITROMETHANE	0.35200	0.23918	0.29030	588.15	244.60	588.15
36	CH3NO2	METHYL-NITRITE						
37	CH3NO3	METHYL-NITRATE						
38	CH4	METHANE	0.15998	0.28810	0.27700	190.58	90.67	190.58
39	CH4Cl2Si	METHYL DICHLOROSILANE	0.39804	0.28209	0.22529	483.00	182.55	483.00
40	CH4O	METHANOL	0.27197	0.27192	0.23310	512.58	175.47	512.58
41	CH4O3S	METHANESULFONIC ACID						
42	CH4S	METHYL MERCAPTAN	0.33179	0.28018	0.28523	469.95	150.18	469.95
43	CH5ClSi	METHYL CHLOROSILANE	0.32761	0.26257	0.26569	442.00	139.05	442.00
44	CH5N	METHYLAMINE	0.20168	0.21405	0.22750	430.05	179.69	430.05
45	CH6Si	METHYL SILANE	0.22509	0.26757	0.28799	352.50	116.34	352.50

N°	FORMULA	NAME	A	B	n	Tc	Tmin	Tmax
46	CN4O8	TETRANITROMETHANE	0.41867	0.18144	0.28570	540.00	287.05	540.00
47	CO	CARBON MONOXIDE	0.29818	0.27655	0.29053	132.92	68.15	132.92
48	COS	CARBONYL SULFIDE	0.44482	0.28943	0.27140	378.80	134.35	378.80
49	CO2	CARBON DIOXIDE	0.46382	0.26160	0.29030	304.19	216.58	304.19
50	CS2	CARBON DISULFIDE	0.47589	0.28749	0.32260	552.00	161.58	552.00
51	C2BrF3	BROMOTRIFLUOROETHYLENE	0.67050	0.24000	0.30000	432.00	173.00	432.00
52	C2Br2F4	1,2-DIBROMOTETRAFLUROETHANE	0.76194	0.26172	0.26547	487.80	162.65	487.80
53	C2ClF3	CHLOROTRIFLUOROETHYLENE	0.55068	0.25930	0.30740	379.15	115.00	379.15
54	C2ClF5	CHLOROPENTAFLUROETHANE	0.61452	0.28454	0.28530	353.15	173.71	353.15
55	C2Cl2F4	1,2-DICHLOROTETRAFLUROETHANE	0.57270	0.26920	0.27450	418.85	179.15	418.85
56	C2Cl3F3	1,1,2-TRICHLOROTRIFLUOROETHANE	0.57596	0.27178	0.28040	487.25	238.15	487.25
57	C2Cl4	TETRACHLOROETHYLENE	0.66671	0.32758	0.35630	620.00	250.80	620.00
58	C2Cl4F2	1,1,2,2-TETRACHLORODIFLUOROETHANE	0.57239	0.26740	0.28570	551.00	299.15	551.00
59	C2Cl4O	TRICHLOROACETYL CHLORIDE	0.55730	0.27270	0.28570	590.00	273.15	590.00
60	C2Cl6	HEXACHLOROETHANE	0.57460	0.23700	0.28571	698.00	459.95	698.00
61	C2F4	TETRAFLUROETHYLENE	0.57587	0.26880	0.28571	306.45	142.00	306.45
62	C2F6	HEXAFLUROETHANE	0.61625	0.26693	0.29794	292.80	172.45	292.80
63	C2HBrClF3	HALOTHANE	0.66571	0.26831	0.28571	521.00	223.15	521.00
64	C2HClF2	2-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHYLENE	0.50014	0.26765	0.28820	400.55	134.65	400.55
65	C2HCl3	TRICHLOROETHYLENE	0.50416	0.26952	0.28571	571.00	188.40	571.00
66	C2HCl3O	DICHLOROACETYL CHLORIDE	0.52331	0.26970	0.28570	579.00	298.15	579.00
67	C2HCl3O	TRICHLOROACETALDEHYDE	0.51178	0.26596	0.27840	565.00	216.00	565.00
68	C2HCl5	PENTACHLOROETHANE	0.54822	0.26628	0.28491	665.00	244.15	665.00
69	C2HF3	TRIFLUOROETHENE	0.44950	0.28600	0.28571	347.22	94.53	347.22
70	C2HF3O2	TRIFLUOROACETIC ACID	0.55894	0.27475	0.30290	491.25	257.90	491.25
71	C2HF5	PENTAFLUROETHANE	0.55633	0.26100	0.28571	342.00	170.15	342.00
72	C2H2	ACETYLENE	0.23017	0.27091	0.28571	308.32	192.40	308.32
73	C2H2Br4	1,1,2,2-TETRABROMOETHANE	0.86181	0.26030	0.21400	824.00	273.15	824.00
74	C2H2Cl2	1,1-DICHLOROETHYLENE	0.43624	0.29000	0.28571	482.00	150.65	482.00
75	C2H2Cl2	cis-1,2-DICHLOROETHYLENE	0.43930	0.26128	0.28570	527.00	193.15	527.00
76	C2H2Cl2	trans-1,2-DICHLOROETHYLENE	0.44616	0.26700	0.28570	508.00	223.35	508.00
77	C2H2Cl2O	CHLOROACETYL CHLORIDE	0.47008	0.25420	0.28570	581.00	251.15	581.00
78	C2H2Cl2O	DICHLOROACETALDEHYDE	0.47708	0.25395	0.28571	555.00	223.00	555.00
79	C2H2Cl2O2	DICHLOROACETIC ACID	0.48656	0.24720	0.32550	686.00	286.55	686.00
80	C2H2Cl3F	1,1,1-TRICHLOROFLUOROETHANE	0.51435	0.25000	0.28571	565.00	173.00	565.00
81	C2H2Cl4	1,1,1,2-TETRACHLOROETHANE	0.50079	0.25970	0.28570	624.00	202.94	624.00
82	C2H2Cl4	1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	0.51649	0.25953	0.29593	645.00	229.35	645.00
83	C2H2F2	1,1-DIFLUOROETHYLENE	0.40029	0.23820	0.30940	302.80	129.15	302.80
84	C2H2F2	cis-1,2-DIFLUOROETHENE	0.39170	0.23800	0.28571	394.67	107.90	394.67
85	C2H2F2	trans-1,2-DIFLUOROETHENE	0.39170	0.23800	0.28571	394.67	107.90	394.67
86	C2H2F4	1,1,1,2-TETRAFLUROETHANE	0.49834	0.24141	0.31372	380.00	172.15	380.00
87	C2H2O	KETENE	0.29188	0.27200	0.28571	370.00	122.00	370.00
88	C2H2O4	OXALIC ACID	0.43975	0.21500	0.28571	804.00	462.65	804.00
89	C2H3Br	VINYL BROMIDE	0.53515	0.25321	0.28900	473.00	135.35	473.00
90	C2H3Cl	VINYL CHLORIDE	0.34897	0.27070	0.27160	432.00	119.36	432.00
91	C2H3ClF2	1-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHANE	0.42636	0.24537	0.29800	410.20	142.35	410.20
92	C2H3ClO	ACETYL CHLORIDE	0.39703	0.26869	0.28570	508.00	160.30	508.00
93	C2H3ClO	CHLOROACETALDEHYDE	0.38125	0.23960	0.28571	555.00	293.00	555.00
94	C2H3ClO2	CHLOROACETIC ACID	0.41192	0.23248	0.28571	686.00	333.15	686.00
95	C2H3ClO2	METHYL CHLOROFORMATE	0.42760	0.26789	0.27814	525.00	192.00	525.00
96	C2H3Cl3	1,1,1-TRICHLOROETHANE	0.47476	0.27258	0.29333	545.00	242.75	545.00
97	C2H3Cl3	1,1,2-TRICHLOROETHANE	0.47455	0.25475	0.31000	602.00	236.50	602.00
98	C2H3F	VINYL FLUORIDE	0.32311	0.27390	0.28571	327.80	112.65	327.80
99	C2H3F3	1,1,1-TRIFLUOROETHANE	0.42934	0.26210	0.26250	346.25	161.85	346.25
100	C2H3N	ACETONITRILE	0.23730	0.22642	0.28128	545.50	229.32	545.50
101	C2H3NO	METHYL ISOCYANATE	0.30084	0.23442	0.28571	505.00	256.15	505.00
102	C2H4	ETHYLENE	0.21428	0.28061	0.28571	282.36	104.01	282.36
103	C2H4Br2	1,1-DIBROMOETHANE	0.68067	0.26364	0.29825	628.00	210.15	628.00
104	C2H4Br2	1,2-DIBROMOETHANE	0.71466	0.26634	0.28571	650.15	282.94	650.15
105	C2H4Cl2	1,1-DICHLOROETHANE	0.41231	0.26533	0.28700	523.00	176.19	523.00
106	C2H4Cl2	1,2-DICHLOROETHANE	0.46501	0.28742	0.31041	561.00	237.49	561.00
107	C2H4Cl2O	BIS(CHLOROMETHYL)ETHER	0.43043	0.25410	0.28570	579.00	231.65	579.00
108	C2H4F2	1,1-DIFLUOROETHANE	0.36462	0.25640	0.27970	386.60	156.15	386.60
109	C2H4F2	1,2-DIFLUOROETHANE	0.32624	0.22210	0.28570	476.00	215.00	476.00
110	C2H4I2	1,2-DIODOETHANE	0.87130	0.24500	0.28571	749.91	356.16	749.91
111	C2H4O	ACETALDEHYDE	0.28207	0.26004	0.27760	461.00	150.15	461.00
112	C2H4O	ETHYLENE OXIDE	0.31402	0.26089	0.28253	469.15	161.45	469.15
113	C2H4OS	THIOACETIC-ACID	0.41630	0.31700	0.28571	577.34	150.16	577.34
114	C2H4O2	ACETIC ACID	0.35182	0.26954	0.26843	592.71	289.81	592.71
115	C2H4O2	METHYL FORMATE	0.34143	0.25838	0.27680	487.20	174.15	487.20

N°	FORMULA	NAME	A	B	n	Tc	Tmin	Tmax
116	C2H4S	THIACYCLOPROPANE	0.29230	0.21400	0.28571	555.00	165.37	555.00
117	C2H5Br	BROMOETHANE	0.50699	0.25918	0.27980	503.80	154.55	503.80
118	C2H5Cl	ETHYL CHLORIDE	0.32259	0.27464	0.23140	460.35	136.75	460.35
119	C2H5ClO	2-CHLOROETHANOL	0.37979	0.26160	0.21893	585.00	205.65	585.00
120	C2H5F	ETHYL FLUORIDE	0.29307	0.27099	0.24420	375.31	129.95	375.31
121	C2H5I	ETHYL IODIDE	0.65415	0.25912	0.29853	561.00	162.05	561.00
122	C2H5N	ETHYLENEIMINE	0.24895	0.23289	0.23357	537.00	195.20	537.00
123	C2H5NO	ACETAMIDE	0.28126	0.21906	0.28570	761.00	354.15	761.00
124	C2H5NO	N-METHYLFORMAMIDE	0.27473	0.22427	0.27470	721.00	269.35	721.00
125	C2H5NO2	NITROETHANE	0.31810	0.23655	0.27800	593.00	183.63	593.00
126	C2H5NO3	ETHYL-NITRATE						
127	C2H6	ETHANE	0.20087	0.27330	0.28330	305.42	90.35	305.42
128	C2H6AlCl	DIMETHYLALUMINUM CHLORIDE	0.28732	0.22536	0.28571	619.00	252.15	619.00
129	C2H6O	DIMETHYL ETHER	0.26390	0.26325	0.28060	400.10	131.66	400.10
130	C2H6O	ETHANOL	0.26570	0.26395	0.23670	516.25	159.05	516.25
131	C2H6OS	DIMETHYL SULFOXIDE	0.34418	0.25344	0.32197	726.00	291.67	726.00
132	C2H6O2	ETHYLENE GLYCOL	0.32503	0.25499	0.17200	645.00	260.15	645.00
133	C2H6O4S	DIMETHYL SULFATE	0.43048	0.25926	0.37020	758.00	241.35	758.00
134	C2H6S	DIMETHYL SULFIDE	0.30676	0.26780	0.28571	503.04	174.88	503.04
135	C2H6S	ETHYL MERCAPTAN	0.30092	0.26940	0.27866	499.15	125.26	499.15
136	C2H6S2	DIMETHYL DISULFIDE	0.37382	0.27705	0.31143	606.00	188.44	606.00
137	C2H7N	DIMETHYLAMINE	0.24110	0.26785	0.24800	437.65	180.96	437.65
138	C2H7N	ETHYLAMINE	0.24773	0.25651	0.28589	456.15	192.15	456.15
139	C2H7NO	MON OETHANOLAMINE	0.27149	0.22411	0.20150	638.00	283.65	638.00
140	C2H8N2	ETHYLENEDIAMINE	0.22765	0.20726	0.20173	593.00	284.29	593.00
141	C2H8Si	DIMETHYL SILANE	0.23323	0.26351	0.28421	402.00	122.93	402.00
142	C2N2	CYANOGEN	0.26685	0.20984	0.20635	400.15	245.25	400.15
143	C3F6	HEXAFLUOROPROPYLENE	0.55973	0.24195	0.31130	368.00	116.65	368.00
144	C3F6O	HEXAFLUOROACETONE	0.50475	0.23393	0.22900	357.14	151.15	357.14
145	C3F8	OCTAFLUOROPROPANE	0.62735	0.27240	0.28170	345.05	125.46	345.05
146	C3H2N2	MALONONITRILE	0.26638	0.20459	0.26090	715.00	304.90	715.00
147	C3H3Cl	PROPARGYL CHLORIDE	0.35313	0.25459	0.31320	541.00	293.00	541.00
148	C3H3N	ACRYLONITRILE	0.25030	0.22930	0.28939	535.00	189.63	535.00
149	C3H3NO	OXAZOLE	0.29157	0.32500	0.28571	554.00	189.15	554.00
150	C3H4	METHYLACETYLENE	0.24368	0.26448	0.27900	402.39	170.45	402.39
151	C3H4	PROPADIENE	0.24731	0.27017	0.30300	393.15	136.87	393.15
152	C3H4Cl2	2,3-DICHLOROPROPENE	0.40062	0.25367	0.30630	577.00	191.50	577.00
153	C3H4O	ACROLEIN	0.28459	0.26124	0.24890	506.00	185.45	506.00
154	C3H4O	PROPARGYL ALCOHOL	0.30488	0.24900	0.28570	580.00	221.35	580.00
155	C3H4O2	ACRYLIC ACID	0.34645	0.25822	0.30701	615.00	286.65	615.00
156	C3H4O2	beta-PROPIOLACTONE	0.36994	0.23600	0.28571	686.00	239.75	686.00
157	C3H4O2	VINYL FORMATE	0.33220	0.25151	0.29455	498.00	200.00	498.00
158	C3H4O3	ETHYLENE CARBONATE	0.38298	0.23700	0.28600	790.00	309.55	790.00
159	C3H4O4	PYRUVIC ACID	0.36842	0.23910	0.23400	634.52	286.75	634.52
160	C3H5Br	3-BROMO-1-PROPENE	0.50790	0.28200	0.28571	540.20	153.76	540.20
161	C3H5Cl	2-CHLOROPROPENE	0.33385	0.27165	0.28571	478.00	135.75	478.00
162	C3H5Cl	3-CHLOROPROPENE	0.32483	0.25957	0.28570	514.15	138.65	514.15
163	C3H5ClO	alpha-EPOCHLOROHYDRIN	0.39710	0.26476	0.30308	610.00	215.95	610.00
164	C3H5ClO2	METHYL CHLOROACETATE	0.40193	0.25108	0.30950	600.00	241.03	600.00
165	C3H5ClO2	ETHYL CHLOROFORMATE	0.39599	0.26090	0.28300	508.15	192.00	508.15
166	C3H5Cl3	1,2,3-TRICHLOROPROPANE	0.42698	0.24650	0.28570	652.00	258.45	652.00
167	C3H5I	3-iodo-1-propene	0.58800	0.24900	0.28571	595.81	173.86	595.81
168	C3H5N	PROPIONITRILE	0.24012	0.23452	0.28040	564.40	180.26	564.40
169	C3H5NO	ACRYLAMIDE	0.27378	0.25200	0.28571	710.00	357.65	710.00
170	C3H5NO	HYDRACRYLONITRILE	0.29250	0.23676	0.22451	690.00	227.15	690.00
171	C3H5NO	LACTONITRILE	0.29250	0.24607	0.23340	643.00	233.00	643.00
172	C3H5N3O9	NITROGLYCERINE	0.54197	0.27886	0.29995	680.00	286.15	680.00
173	C3H6	CYCLOPROPANE	0.25880	0.27400	0.28571	397.91	145.73	397.91
174	C3H6	PROPYLENE	0.23314	0.27517	0.30246	364.76	87.90	364.76
175	C3H6Br2	1,2-DIBROMOPROPANE	0.76340	0.33000	0.28571	634.11	217.96	634.11
176	C3H6Cl2	1,1-DICHLOROPROPANE	0.38737	0.26561	0.28571	560.00	200.00	560.00
177	C3H6Cl2	1,2-DICHLOROPROPANE	0.38661	0.26055	0.28571	572.00	172.71	572.00
178	C3H6Cl2	1,3-DICHLOROPROPANE	0.38827	0.26224	0.27100	603.00	173.65	603.00
179	C3H6Cl2	2,2-DICHLOROPROPANE	0.38630	0.26600	0.28571	539.46	239.36	539.46
180	C3H6I2	1,2-DIIODOPROPANE	0.74510	0.24200	0.28571	780.49	253.16	780.49
181	C3H6O	ACETONE	0.27728	0.25760	0.29903	508.20	178.45	508.20
182	C3H6O	ALLYL ALCOHOL	0.28347	0.25408	0.28571	545.05	144.15	545.05
183	C3H6O	METHYL VINYL ETHER	0.27658	0.26436	0.25805	437.00	151.15	437.00
184	C3H6O	n-PROPIONALDEHYDE	0.26909	0.24390	0.28600	496.00	193.15	496.00
185	C3H6O	1,2-PROPYLENE OXIDE	0.31226	0.27634	0.29353	482.25	161.22	482.25

N°	FORMULA	NAME	A	B	n	Tc	Tmin	Tmax
186	C3H6O	1,3-PROPYLENE OXIDE	0.30473	0.25347	0.28571	520.00	255.00	520.00
187	C3H6O2	ETHYL FORMATE	0.33311	0.26940	0.29354	508.40	193.55	508.40
188	C3H6O3	METHYL ACETATE	0.32119	0.25855	0.27450	506.80	175.15	506.80
189	C3H6O4	PROPIONIC ACID	0.32283	0.25916	0.27644	604.00	252.45	604.00
190	C3H6O2S	3-MERCAPTOPROPIONIC ACID	0.37774	0.23621	0.40466	729.00	290.65	729.00
191	C3H6O3	LACTIC ACID	0.39816	0.26350	0.28570	616.00	291.15	616.00
192	C3H6O3	METHOXYACETIC ACID	0.35888	0.25150	0.27447	691.00	281.00	691.00
193	C3H6O3	TRIOXANE	0.40372	0.25860	0.28570	604.00	334.65	604.00
194	C3H6S	THIACYCLOBUTANE	0.30040	0.22800	0.28571	603.00	199.96	603.00
195	C3H7Br	1-BROMOPROPANE	0.46239	0.26021	0.29165	544.00	163.15	544.00
196	C3H7Br	2-BROMOPROPANE	0.46222	0.24800	0.38000	532.00	184.15	532.00
197	C3H7Cl	ISOPROPYL CHLORIDE	0.31887	0.27503	0.28571	489.00	155.97	489.00
198	C3H7Cl	n-PROPYL CHLORIDE	0.31422	0.27365	0.28570	503.15	150.35	503.15
199	C3H7F	1-FLUOROPROPANE	0.30710	0.26300	0.28571	422.00	114.16	422.00
200	C3H7F	2-FLUOROPROPANE	0.28810	0.26200	0.28571	415.68	139.80	415.68
201	C3H7I	ISOPROPYL IODIDE	0.58619	0.26661	0.30232	578.00	183.15	578.00
202	C3H7I	n-PROPYL IODIDE	0.58619	0.26130	0.30121	593.00	171.85	593.00
203	C3H7N	ALLYLAMINE	0.23116	0.23966	0.20760	505.00	184.95	505.00
204	C3H7N	PROPYLENEIMINE	0.27419	0.25660	0.28600	529.00	229.00	529.00
205	C3H7NO	N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	0.27376	0.23013	0.27630	647.00	212.72	647.00
206	C3H7NO	N-METHYLACETAMIDE	0.27376	0.23568	0.27379	718.00	301.15	718.00
207	C3H7NO2	1-NITROPROPANE	0.30936	0.24470	0.27365	605.00	169.16	605.00
208	C3H7NO2	2-NITROPROPANE	0.30936	0.24668	0.27368	594.00	181.83	594.00
209	C3H7NO3	PROPYL-NITRATE						
210	C3H7NO3	ISOPROPYL-NITRATE						
211	C3H8	PROPANE	0.22151	0.27744	0.28700	369.82	85.46	369.82
212	C3H8O	ISOPROPANOL	0.26785	0.26475	0.24300	508.31	185.28	508.31
213	C3H8O	METHYL ETHYL ETHER	0.28400	0.28920	0.28950	437.80	160.00	437.80
214	C3H8O	n-PROPANOL	0.27684	0.27200	0.24940	536.71	146.95	536.71
215	C3H8O2	2-METHOXYETHANOL	0.31877	0.25504	0.28570	564.00	188.05	564.00
216	C3H8O2	METHYLAL	0.35726	0.30576	0.31755	480.60	168.35	480.60
217	C3H8O2	1,2-PROPYLENE GLYCOL	0.31839	0.26106	0.20459	626.00	213.15	626.00
218	C3H8O2	1,3-PROPYLENE GLYCOL	0.32832	0.25080	0.28570	658.00	246.45	658.00
219	C3H8O3	GLYCEROL	0.34908	0.24902	0.15410	723.00	291.33	723.00
220	C3H8S	n-PROPYLMERCAPTAN	0.29987	0.27903	0.26920	536.00	159.95	536.00
221	C3H8S	ISOPROPYL MERCAPTAN	0.29957	0.28094	0.28571	517.00	142.61	517.00
222	C3H8S	ETHYL-METHYL-SULFIDE	0.28820	0.26200	0.28571	532.80	167.20	532.80
223	C3H9N	n-PROPYLAMINE	0.22763	0.23878	0.24610	496.95	190.15	496.95
224	C3H9N	ISOPROPYLAMINE	0.26757	0.28280	0.29720	471.85	177.95	471.85
225	C3H9N	TRIMETHYLAMINE	0.23283	0.25703	0.26870	433.25	156.08	433.25
226	C3H9NO	1-AMINO-2-PROPANOL	0.27018	0.23107	0.22134	614.00	274.89	614.00
227	C3H9NO	2-AMINO-1-PROPANOL	0.30490	0.25110	0.28570	649.00	284.15	649.00
228	C3H9NO	METHYLETHANOLAMINE	0.29664	0.25232	0.28570	630.00	268.65	630.00
229	C3H9O4P	TRIMETHYL PHOSPHATE						
230	C3H10N2	1,2-PROPANEDIAMINE	0.23458	0.21184	0.25620	587.00	236.53	587.00
231	C3H10Si	TRIMETHYL SILANE	0.23859	0.26428	0.29230	432.00	137.26	432.00
232	C4Cl4S	TETRACHLOROTHIOPHENE	0.51829	0.25100	0.28570	753.00	301.97	753.00
233	C4Cl6	HEXACHLORO-1,3-BUTADIENE	0.47514	0.25300	0.28570	741.00	252.15	741.00
234	C4F8	OCTAFLUORO-2-BUTENE	0.57656	0.25410	0.28126	392.00	138.15	392.00
235	C4F8	OCTAFLUOROCYCLOBUTANE	0.60936	0.26015	0.27770	388.37	232.96	388.37
236	C4F10	DECAFLUOROBUTANE	0.59730	0.25600	0.26700	386.35	144.95	386.35
237	C4H2	BUTADIYNE(BIACETYLENE)	0.26400	0.27100	0.28571	478.02	237.16	478.02
238	C4H2O3	MALEIC ANHYDRIDE	0.44777	0.26141	0.35584	721.00	326.00	721.00
239	C4H4	VINYLAACETYLENE	0.25447	0.26348	0.28571	454.00	179.95	454.00
240	C4H4N2	SUCCINONITRILE	0.26696	0.21793	0.27023	770.00	331.30	770.00
241	C4H4O	FURAN	0.31281	0.24724	0.26050	490.15	187.55	490.15
242	C4H4O2	DIKETENE	0.35838	0.03000	0.28571	616.00	266.65	616.00
243	C4H8O3	SUCCINIC ANHYDRIDE	0.44790	0.22300	0.28571	811.00	393.00	811.00
244	C4H4O4	FUMARIC ACID	0.39036	0.23100	0.28571	771.00	560.15	771.00
245	C4H4O4	MALEIC ACID	0.39013	0.23100	0.29000	773.00	403.45	773.00
246	C4H4S	THIOPHENE	0.38423	0.28195	0.30770	579.35	234.94	579.35
247	C4H5Cl	CHLOROPRENE	0.33147	0.26427	0.27860	525.00	143.15	525.00
248	C4H5N	trans-CROTONITRILE	0.23818	0.22430	0.28570	586.00	222.00	586.00
249	C4H5N	cis-CROTONITRILE	0.25317	0.23495	0.28223	568.00	200.55	568.00
250	C4H5N	METHACRYLONITRILE	0.25317	0.23730	0.29632	554.00	237.35	554.00
251	C4H5N	PYRROLE	0.29168	0.24703	0.24793	639.75	249.74	639.75
252	C4H5N	VINYLAACETONITRILE	0.25904	0.23915	0.28991	584.00	186.15	584.00
253	C4H5NO2	METHYL CYANOACETATE	0.32490	0.22700	0.31950	687.00	260.08	687.00
254	C4H6	CYCLOBUTENE	0.27670	0.27800	0.28571	446.33	153.76	446.33
255	C4H6	1,2-BUTADIENE	0.24700	0.26696	0.28570	444.00	136.95	444.00

N°	FORMULA	NAME	A	B	n	Tc	Tmin	Tmax
256	C4H6	1,3-BUTADIENE	0.24597	0.27227	0.29074	425.37	164.25	425.37
257	C4H6	DIMETHYLACETYLENE	0.25168	0.26924	0.28571	488.15	240.91	488.15
258	C4H6	ETHYLACETYLENE	0.24366	0.26147	0.28310	443.20	147.43	443.20
259	C4H6Cl2	1,3-DICHLORO-trans-2-BUTENE	0.38461	0.26734	0.27883	618.00	276.00	618.00
260	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-cis-2-BUTENE	0.36468	0.24348	0.28571	640.00	225.15	640.00
261	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-trans-2-BUTENE	0.36248	0.24270	0.28570	646.00	274.15	646.00
262	C4H6Cl2	3,4-DICHLORO-1-BUTENE	0.37991	0.25861	0.28570	589.00	212.00	589.00
263	C4H6O	trans-CROTONALDEHYDE	0.28036	0.24575	0.32348	571.00	196.65	571.00
264	C4H6O	2,5-DIHYDROFURAN	0.32469	0.26347	0.28571	542.00	273.00	542.00
265	C4H6O	DIVINYL ETHER	0.28036	0.27600	0.28571	463.00	172.05	463.00
266	C4H6O	METHACROLEIN	0.27638	0.24460	0.28570	530.00	192.15	530.00
267	C4H6O2	2-BUTYNE-1,4-DIOL	0.33578	0.26000	0.28571	695.00	331.00	695.00
268	C4H6O2	gamma-BUTYROLACTONE	0.32486	0.24071	0.26500	739.00	229.78	739.00
269	C4H6O2	cis-CROTONIC ACID	0.31113	0.24175	0.28570	647.00	288.65	647.00
270	C4H6O2	trans-CROTONIC ACID	0.30460	0.23990	0.28570	666.00	344.55	666.00
271	C4H6O2	METHACRYLIC ACID	0.31044	0.24380	0.28570	643.00	288.15	643.00
272	C4H6O2	METHYL ACRYLATE	0.32153	0.25534	0.28571	536.00	196.32	536.00
273	C4H6O2	VINYL ACETATE	0.31843	0.25803	0.28270	524.00	180.35	524.00
274	C4H6O3	ACETIC ANHYDRIDE	0.33578	0.24080	0.26990	569.15	200.15	569.15
275	C4H6O4	SUCCINIC ACID	0.39352	0.21091	0.28571	806.00	461.15	806.00
276	C4H6O5	DIGLYCOLIC ACID	0.40433	0.21500	0.28571	820.00	421.15	820.00
277	C4H6O5	MALIC ACID	0.40579	0.25800	0.28571	781.00	403.15	781.00
278	C4H6O6	TARTARIC ACID	0.49068	0.23000	0.28571	828.00	479.15	828.00
279	C4H7N	n-BUTYRONITRILE	0.24862	0.24331	0.28586	582.25	161.25	582.25
280	C4H7N	ISOBUTYRONITRILE	0.24858	0.24449	0.29985	565.00	201.70	565.00
281	C4H7NO	ACETONE CYANOHYDRIN	0.28033	0.23985	0.28570	647.00	253.15	647.00
282	C4H7NO	2-METHACRYLAMIDE	0.28517	0.26400	0.29000	741.00	383.65	741.00
283	C4H7NO	3-METHOXYPROPIONITRILE	0.26257	0.22180	0.28570	638.00	210.12	638.00
284	C4H7NO	2-PYRROLIDONE	0.32236	0.24173	0.29639	792.00	298.15	792.00
285	C4H8	1-BUTENE	0.23224	0.26630	0.28530	419.59	87.80	419.59
286	C4H8	cis-2-BUTENE	0.24085	0.27053	0.28571	435.58	134.26	435.58
287	C4H8	trans-2-BUTENE	0.23730	0.27217	0.28571	428.63	167.62	428.63
288	C4H8	CYCLOBUTANE	0.26698	0.29634	0.23814	459.93	182.48	459.93
289	C4H8	ISOBUTENE	0.23181	0.26660	0.27964	417.90	132.81	417.90
290	C4H8Br2	1,2-DIBROMOBUTANE	0.69270	0.32500	0.28571	659.28	207.76	659.28
291	C4H8Br2	2,3-DIBROMOBUTANE	0.68750	0.32400	0.28571	656.96	238.66	656.96
292	C4H8Cl2	1,4-DICHLOROBUTANE	0.37030	0.25940	0.29729	641.00	235.85	641.00
293	C4H8I2	1,2-DIIODOBUTANE	0.72770	0.26500	0.28571	726.41	279.06	726.41
294	C4H8O	n-BUTYRALDEHYDE	0.26623	0.24820	0.28570	525.00	176.75	525.00
295	C4H8O	ISOBUTYRALDEHYDE	0.27294	0.25695	0.28571	507.00	208.15	507.00
296	C4H8O	1,2-EPDXYBUTANE	0.28219	0.25650	0.28570	526.00	123.15	526.00
297	C4H8O	METHYL ETHYL KETONE	0.26760	0.25140	0.28570	535.50	186.48	535.50
298	C4H8O	ETHYL VINYL ETHER	0.27750	0.26793	0.28571	475.15	157.35	475.15
299	C4H8O	TETRAHYDROFURAN	0.32205	0.28084	0.29120	540.15	164.65	540.15
300	C4H8O2	cis-2-BUTENE-1,4-DIOL	0.32803	0.24780	0.28570	677.88	284.15	677.88
301	C4H8O2	trans-2-BUTENE-1,4-DIOL	0.32674	0.24765	0.28570	681.00	300.45	681.00
302	C4H8O2	ISOBUTYRIC ACID	0.30227	0.25490	0.26860	609.15	227.15	609.15
303	C4H8O2	n-BUTYRIC ACID	0.31132	0.26192	0.27997	628.00	267.95	628.00
304	C4H8O2	1,4-DIOXANE	0.37018	0.28130	0.30470	587.00	284.95	587.00
305	C4H8O2	ETHYL ACETATE	0.30654	0.25856	0.27800	523.30	189.60	523.30
306	C4H8O2	METHYL PROPIONATE	0.30991	0.25865	0.27700	530.60	185.65	530.60
307	C4H8O2	n-PROPYL FORMATE	0.30848	0.26134	0.28000	538.00	180.25	538.00
308	C4H8O2S	SULFOLANE	0.40060	0.26983	0.30400	849.00	300.75	849.00
309	C4H8S	TETRAHYDROTHIOPHENE	0.35416	0.29726	0.24882	631.95	176.99	631.95
310	C4H9Br	1-BROMOBUTANE	0.42953	0.26278	0.28909	577.00	160.75	577.00
311	C4H9Br	2-BROMOBUTANE	0.42818	0.27695	0.24000	567.00	161.25	567.00
312	C4H9Cl	n-BUTYL CHLORIDE	0.30871	0.26429	0.29540	537.00	150.05	537.00
313	C4H9Cl	sec-BUTYL CHLORIDE	0.30859	0.26946	0.27913	520.60	141.85	520.60
314	C4H9Cl	tert-BUTYL CHLORIDE	0.30888	0.27727	0.28571	507.00	247.75	507.00
315	C4H9I	2-IODO-2-METHYLPROPANE	0.52230	0.26700	0.28571	587.90	234.96	587.90
316	C4H9N	PYRROLIDINE	0.28603	0.26233	0.26330	568.55	215.31	568.55
317	C4H9NO	N,N-DIMETHYLACETAMIDE	0.27141	0.23272	0.27021	658.00	253.15	658.00
318	C4H9NO	MORPHOLINE	0.31566	0.25657	0.25640	618.00	270.05	618.00
319	C4H9NO2	1-NITROBUTANE	0.31630	0.26000	0.28571	624.00	191.83	624.00
320	C4H9NO2	2-NITROBUTANE	0.32480	0.26400	0.28571	615.00	141.16	615.00
321	C4H10	n-BUTANE	0.22827	0.27240	0.28630	425.18	134.86	425.18
322	C4H10	ISOBUTANE	0.22281	0.27294	0.27301	408.14	113.54	408.14
323	C4H10N2	PIPERAZINE	0.27801	0.32300	0.28571	638.00	379.15	638.00
324	C4H10O	n-BUTANOL	0.26891	0.26674	0.24570	562.93	183.85	562.93
325	C4H10O	sec-BUTANOL	0.27343	0.26350	0.26040	536.01	158.45	536.01

N°	FORMULA	NAME	A	B	n	Tc	Tmin	Tmax
326	C4H10O	tert-BUTANOL	0.26921	0.25650	0.27370	506.20	298.97	506.20
327	C4H10O	DIETHYL ETHER	0.27267	0.27608	0.29358	466.70	156.85	466.70
328	C4H10O	METHYL-PROPYL-ETHER	0.26370	0.26300	0.28571	476.20	156.87	476.20
329	C4H10O	METHYL ISOPROPYL ETHER	0.26856	0.28478	0.24440	464.50	127.93	464.50
330	C4H10O	ISOBUTANOL	0.26984	0.27206	0.23435	547.73	165.15	547.73
331	C4H10O2	1,3-BUTANEDIOL	0.32441	0.25980	0.28570	643.00	196.15	643.00
332	C4H10O2	1,4-BUTANEDIOL	0.31558	0.25131	0.28570	667.00	293.05	667.00
333	C4H10O2	2,3-BUTANEDIOL	0.33718	0.26990	0.28600	611.00	280.75	611.00
334	C4H10O2	t-BUTYL HYDROPEROXIDE	0.30445	0.26825	0.28570	576.00	277.45	576.00
335	C4H10O2	1,2-DIMETHOXYETHANE	0.29886	0.26183	0.28571	536.15	215.15	536.15
336	C4H10O2	2-ETHOXYETHANOL	0.31086	0.25983	0.28570	569.00	183.00	569.00
337	C4H10O3	DIETHYLENE GLYCOL	0.34013	0.26112	0.24220	744.60	262.70	744.60
338	C4H10O4S	DIETHYL SULFATE	0.38743	0.26131	0.40840	792.00	248.00	792.00
339	C4H10S	n-BUTYL MERCAPTAN	0.29378	0.27053	0.29944	569.00	157.46	569.00
340	C4H10S	ISOBUTYL MERCAPTAN	0.29378	0.28222	0.25951	559.00	128.31	559.00
341	C4H10S	sec-BUTYL MERCAPTAN	0.29378	0.27024	0.30682	554.00	133.02	554.00
342	C4H10S	tert-BUTYL MERCAPTAN	0.29377	0.27351	0.32002	530.00	274.26	530.00
343	C4H10S	DIETHYL SULFIDE	0.28226	0.26333	0.27445	557.15	169.20	557.15
344	C4H10S	ISOPROPYL-METHYL-SULFIDE	0.28830	0.26900	0.28571	551.00	171.65	551.00
345	C4H10S	METHYL-PROPYL-SULFIDE	0.28790	0.26600	0.28571	563.00	160.19	563.00
346	C4H10S2	DIETHYL DISULFIDE	0.34157	0.27764	0.30060	642.00	171.63	642.00
347	C4H11N	n-BUTYLAMINE	0.23379	0.24470	0.24278	531.90	224.05	531.90
348	C4H11N	ISOBUTYLAMINE	0.23429	0.24789	0.23650	513.73	188.55	513.73
349	C4H11N	sec-BUTYLAMINE	0.23593	0.25100	0.24711	514.30	168.65	514.30
350	C4H11N	tert-BUTYLAMINE	0.24960	0.27438	0.25400	483.90	206.19	483.90
351	C4H11N	DIETHYLAMINE	0.24111	0.25362	0.27280	496.60	223.35	496.60
352	C4H11NO	DIMETHYLETHANOLAMINE	0.29716	0.26120	0.28571	571.82	214.15	571.82
353	C4H11NO2	DIETHANOLAMINE	0.30126	0.23968	0.18920	715.00	301.15	715.00
354	C4H11NO2	2-AMINOETHOXYETHANOL	0.31903	0.24723	0.28571	699.00	293.15	699.00
355	C4H12N2O	N-AMINOETHYL ETHANOLAMINE	0.31637	0.25300	0.28570	698.00	273.15	698.00
356	C4H12Si	TETRAMETHYLSILANE	0.24713	0.26978	0.29380	450.40	174.07	450.40
357	C4H13N3	DIETHYLENE TRIAMINE	0.30174	0.25671	0.28571	676.00	234.15	676.00
358	C5Cl6	HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE	0.52106	0.25404	0.28570	746.00	284.49	746.00
359	C5H4O2	FURFURAL	0.37235	0.26030	0.28570	657.00	236.65	657.00
360	C5H5N	PYRIDINE	0.30752	0.24333	0.30450	619.95	231.53	619.95
361	C5H6	CYCLOPENTADIENE	0.29310	0.27553	0.28571	507.00	188.15	507.00
362	C5H6	2-METHYL-1-BUTENE-3-YNE	0.26653	0.27671	0.30821	492.00	160.15	492.00
363	C5H6	1-PENTENE-3-YNE	0.25821	0.24054	0.36452	520.00	150.00	520.00
364	C5H6	1-PENTENE-4-YNE	0.26065	0.26680	0.28570	503.00	150.00	503.00
365	C5H6N2	GLUTARONITRILE	0.26738	0.21579	0.34480	782.00	244.21	782.00
366	C5H6O2	FURFURYL ALCOHOL	0.37299	0.27753	0.23180	632.00	258.52	632.00
367	C5H6O3	GLUTARIC ANHYDRIDE	0.41477	0.22900	0.28571	838.00	328.00	838.00
368	C5H6O4	CITRAONIC ACID	0.37251	0.21484	0.28570	829.00	356.15	829.00
369	C5H6O4	ITACONIC ACID	0.37298	0.21666	0.28570	821.00	438.75	821.00
370	C5H6S	2-METHYLTHIOPHENE	0.33860	0.26500	0.28571	610.00	209.77	610.00
371	C5H6S	3-METHYLTHIOPHENE	0.33660	0.26300	0.28571	615.00	204.18	615.00
372	C5H7N	N-METHYLPYRROLE	0.28663	0.23565	0.34379	610.00	216.91	610.00
373	C5H7NO2	ETHYL CYANOACETATE	0.31595	0.23894	0.29300	679.00	250.65	679.00
374	C5H8	CYCLOPENTENE	0.28148	0.27498	0.28571	507.00	138.13	507.00
375	C5H8	ISOPRENE	0.24604	0.26488	0.28571	484.00	127.27	484.00
376	C5H8	3-METHYL-1,2-BUTADIENE	0.23409	0.24625	0.29041	490.00	159.53	490.00
377	C5H8	2-METHYL-1,3-BUTADIENE	0.23400	0.24800	0.28571	483.30	127.20	483.30
378	C5H8	1,2-PENTADIENE	0.24681	0.26440	0.28786	500.00	135.89	500.00
379	C5H8	cis-1,3-PENTADIENE	0.23992	0.25594	0.28570	499.00	132.35	499.00
380	C5H8	trans-1,3-PENTADIENE	0.24681	0.26773	0.30401	500.00	185.71	500.00
381	C5H8	1,4-PENTADIENE	0.22482	0.22721	0.33730	479.00	124.86	479.00
382	C5H8	2,3-PENTADIENE	0.23091	0.24613	0.27012	497.00	147.50	497.00
383	C5H8	1-PENIYNE	0.24591	0.23520	0.35300	481.20	167.45	481.20
384	C5H8	2-PENIYNE	0.25230	0.27000	0.28571	521.99	163.86	521.99
385	C5H8	3-METHYL-1-BUTYNE	0.24770	0.26008	0.30807	463.20	183.45	463.20
386	C5H8	SPIROPENTANE	0.28800	0.29700	0.28571	499.74	166.11	499.74
387	C5H8N4O12	PENTAERYTHRITOL TETRANITRATE	0.43297	0.29100	0.28571	676.00	413.65	676.00
388	C5H8O	CYCLOPENTANONE	0.32605	0.27182	0.31334	626.00	221.85	626.00
389	C5H8O	METHYL ISOPROPENYL KETONE	0.27709	0.25094	0.28570	566.00	219.55	566.00
390	C5H8O2	ACETYLACETONE	0.30995	0.25792	0.25054	602.00	249.65	602.00
391	C5H8O2	ALLYL ACETATE	0.30889	0.25663	0.28571	559.00	138.00	559.00
392	C5H8O2	ETHYL ACRYLATE	0.31019	0.25833	0.28571	553.00	201.95	553.00
393	C5H8O2	METHYL METHACRYLATE	0.30985	0.25357	0.28571	564.00	224.95	564.00
394	C5H8O2	VINYL PROPIONATE	0.30976	0.26200	0.28571	546.00	364.35	546.00
395	C5H8O3	2-HYDROXYETHYL ACRYLATE	0.32342	0.25961	0.28570	662.00	213.00	662.00

N°	FORMULA	NAME	A	B	n	Tc	Tmin	Tmax
396	C5H8O3	LEVULINIC ACID	0.33854	0.24979	0.25720	723.00	308.15	723.00
397	C5H8O3	METHYL ACETOACETATE	0.33853	0.26807	0.21300	642.00	193.15	642.00
398	C5H8O4	GLUTARIC ACID	0.36394	0.24540	0.25522	807.00	370.65	807.00
399	C5H9N	VALERONITRILE	0.25121	0.24826	0.27970	603.00	176.95	603.00
400	C5H9NO	n-BUTYL ISOCYANATE	0.27538	0.20710	0.41200	568.00	193.00	568.00
401	C5H9NO	N-METHYL-2-PYRROLIDONE	0.31372	0.25432	0.27360	724.00	249.15	724.00
402	C5H9NO4	L-GLUTAMIC ACID	0.38403	0.21500	0.28571	886.00	497.15	886.00
403	C5H10	CYCLOPENTANE	0.27236	0.27247	0.28571	511.76	179.31	511.76
404	C5H10	2-METHYL-1-BUTENE	0.23663	0.26065	0.28570	465.00	135.58	465.00
405	C5H10	2-METHYL-2-BUTENE	0.23693	0.25700	0.28571	471.00	139.39	471.00
406	C5H10	3-METHYL-1-BUTENE	0.23215	0.26924	0.26388	450.37	104.66	450.37
407	C5H10	1-PENTENE	0.23787	0.26648	0.29050	464.78	107.93	464.78
408	C5H10	cis-2-PENTENE	0.23217	0.25138	0.29862	475.93	121.75	475.93
409	C5H10	trans-2-PENTENE	0.23215	0.26198	0.27760	475.37	132.89	475.37
410	C5H10Br2	2,3-DIBROMO-2-METHYLBUTANE	0.54420	0.32400	0.28571	668.37	288.00	668.37
411	C5H10Cl2	1,5-DICHLOROPENTANE	0.33398	0.24438	0.28571	663.00	200.35	663.00
412	C5H10O	METHYL ISOPROPYL KETONE	0.27526	0.26204	0.28570	553.00	181.15	553.00
413	C5H10O	2-PENTANONE	0.28617	0.26662	0.32850	561.08	196.29	561.08
414	C5H10O	DIETHYL KETONE	0.25635	0.24291	0.27364	560.95	234.18	560.95
415	C5H10O	VALERALDEHYDE	0.27258	0.27025	0.24456	554.00	182.00	554.00
416	C5H10O2	n-BUTYL FORMATE	0.30397	0.26606	0.27850	559.00	181.25	559.00
417	C5H10O2	ETHYL PROPIONATE	0.30663	0.26280	0.29420	546.00	199.25	546.00
418	C5H10O2	ISOBUTYL FORMATE	0.29013	0.25670	0.26830	551.35	177.35	551.35
419	C5H10O2	ISOPROPYL ACETATE	0.30574	0.26734	0.28600	538.00	199.75	538.00
420	C5H10O2	n-PROPYL ACETATE	0.29499	0.25600	0.27830	549.40	178.15	549.40
421	C5H10O2	METHYL n-BUTYRATE	0.29809	0.25700	0.27720	554.50	187.35	554.50
422	C5H10O2	2-METHYLBUTYRIC ACID	0.29438	0.25244	0.28571	643.00	193.00	643.00
423	C5H10O2	ISOVALERIC ACID	0.30463	0.26610	0.27430	634.00	243.85	634.00
424	C5H10O2	VALERIC ACID	0.30423	0.26363	0.28151	651.00	239.15	651.00
425	C5H10O2	TETRAHYDROFURFURYL ALCOHOL	0.35218	0.28281	0.23330	639.00	193.00	639.00
426	C5H10O2S	3-METHYL SU LFOLANE	0.38016	0.26878	0.31440	817.00	273.65	817.00
427	C5H10O3	DIETHYL CARBONATE	0.33184	0.26670	0.28570	576.00	230.15	576.00
428	C5H10O3	ETHYL LACTATE	0.33372	0.21190	0.45530	588.00	247.15	588.00
429	C5H10S	THIACYCLOHEXANE	0.30760	0.25200	0.28571	657.12	292.14	657.12
430	C5H10S	CYCLOPENTANETHIOL	0.32910	0.27600	0.28571	629.00	155.39	629.00
431	C5H11Br	1-BROMOPENTANE	0.46230	0.30300	0.28571	564.76	185.26	564.76
432	C5H11Cl	1-CHLOROPENTANE	0.30284	0.26950	0.28040	568.00	174.15	568.00
433	C5H11Cl	1-CH LORO-3-METHYLBUTANE	0.29190	0.25900	0.28571	558.87	168.76	558.87
434	C5H11Cl	2-CHLORO-2-METHYLBUTANE	0.29560	0.26300	0.28571	548.97	199.66	548.97
435	C5H11N	N-METHYLPYRROLIDINE	0.28582	0.27360	0.28600	550.00	183.15	550.00
436	C5H11N	PIPERIDINE	0.27645	0.25460	0.27140	594.05	262.65	594.05
437	C5H11NO	tert-BUTYLFORMAMIDE	0.26401	0.23707	0.28571	692.00	289.15	692.00
438	C5H12	ISOPENTANE	0.23725	0.27610	0.28673	460.43	113.25	460.43
439	C5H12	NEOPENTANE	0.23295	0.27380	0.29195	433.78	256.58	433.78
440	C5H12	n-PENTANE	0.23143	0.26923	0.28215	469.65	143.42	469.65
441	C5H12O	2,2-DIMETHYL-1-PROPANOL	0.27001	0.27700	0.28571	550.00	327.15	550.00
442	C5H12O	tert-PENTYL-ALCOHOL	0.29300	0.28000	0.28571	549.00	327.00	549.00
443	C5H12O	2-METHYL-1-BUTANOL	0.26957	0.26829	0.23220	565.00	203.00	565.00
444	C5H12O	2-METHYL-2-BUTANOL	0.26959	0.25962	0.26470	545.15	264.35	545.15
445	C5H12O	3-METHYL-1-BUTANOL	0.27219	0.26080	0.28570	579.45	155.95	579.45
446	C5H12O	3-METHYL-2-BUTANOL	0.27665	0.26440	0.28570	574.00	188.00	574.00
447	C5H12O	1-PENTANOL	0.26923	0.26730	0.25060	586.15	195.56	586.15
448	C5H12O	2-PENTANOL	0.27942	0.26670	0.28570	552.00	200.00	552.00
449	C5H12O	3-PENTANOL	0.28353	0.26520	0.28570	547.00	204.15	547.00
450	C5H12O	METHYL sec-BUTYL ETHER	0.26892	0.26996	0.28570	498.00	150.00	498.00
451	C5H12O	METHYL tert-BUTYL ETHER	0.26791	0.27032	0.28290	497.10	164.55	497.10
452	C5H12O	METHYL ISOBUTYL ETHER	0.26663	0.27282	0.28570	497.00	150.00	497.00
453	C5H12O	ETHYL PROPYL ETHER	0.26206	0.26600	0.29200	500.23	145.65	500.23
454	C5H12O2	ETHYLENE GLYCOL MONOPROPYL ETHER	0.30303	0.26066	0.28570	582.00	183.15	582.00
455	C5H12O2	NEOPENTYL GLYCOL	0.30146	0.27400	0.28571	643.00	400.00	643.00
456	C5H12O2	1,5-PENTANEDIOL	0.30820	0.25064	0.28570	673.00	257.15	673.00
457	C5H12O3	2-(2-METHOXYETHOXY)ETHANOL	0.32247	0.25180	0.28570	630.00	197.15	630.00
458	C5H12O4	PENTAERYTHRITOL	0.35711	0.28100	0.29000	780.00	534.15	780.00
459	C5H12S	n-PENTYL MERCAPTAN	0.29030	0.27123	0.30131	598.00	197.45	598.00
460	C5H12S	BUTYL-METHYL-SULFIDE	0.28260	0.26500	0.28571	591.00	175.33	591.00
461	C5H12S	ETHYL-PROPYL-SULFIDE	0.28440	0.26800	0.28571	584.00	156.15	584.00
462	C5H12S	2-METHYL-2-BUTANETHIOL	0.30050	0.28800	0.28571	566.00	169.38	566.00
463	C5H13N	n-PENTYLAMINE	0.23881	0.24876	0.25190	555.00	218.15	555.00
464	C5H13NO2	METHYL DIETHANOLAMINE	0.32253	0.25430	0.28570	678.00	252.15	678.00
465	C6Cl6	HEXACHLOROBENZENE	0.54029	0.21900	0.28571	825.00	501.70	825.00

Nº	FORMULA	NAME	A	B	n	Tc	Tmin	Tmax
466	C6F6	HEXAFLUOROBENZENE	0.55556	0.25947	0.27853	516.73	278.25	516.73
467	C6H3ClN2O4	1-CHLORO-2,4-DINITROBENZENE	0.42377	0.23584	0.24220	813.77	326.55	813.77
468	C6H3Cl2NO2	1,2-DICHLORO-4-NITROBENZENE	0.44041	0.24309	0.27433	758.00	315.65	758.00
469	C6H3Cl3	1,2,4-TRICHLOROENZENE	0.44365	0.25240	0.28570	725.00	290.15	725.00
470	C6H3N3O6	1,3,5-TRINITROBENZENE	0.40975	0.21100	0.28571	1005.00	398.40	1005.00
471	C6H4Br2	m-DIBROMOBENZENE	0.63364	0.27420	0.28571	761.00	266.25	761.00
472	C6H4ClNO2	m-CHLORONITROBENZENE	0.36472	0.22340	0.24499	742.00	317.65	742.00
473	C6H4ClNO2	o-CHLORONITROBENZENE	0.40415	0.24650	0.28570	757.00	306.15	757.00
474	C6H4ClNO2	p-CHLORONITROBENZENE	0.36473	0.23023	0.22680	751.00	356.65	751.00
475	C6H4Cl2	m-DICHLOROENZENE	0.41882	0.26147	0.31526	683.95	248.39	683.95
476	C6H4Cl2	o-DICHLOROENZENE	0.41887	0.26112	0.30815	705.00	256.15	705.00
477	C6H4Cl2	p-DICHLOROENZENE	0.41880	0.26276	0.30788	684.75	326.14	684.75
478	C6H4F2	m-DIFLUOROBENZENE	0.40070	0.26500	0.28571	552.94	249.16	552.94
479	C6H4F2	o-DIFLUOROBENZENE	0.39520	0.26400	0.28571	554.46	239.16	554.46
480	C6H4F2	p-DIFLUOROBENZENE	0.40120	0.26600	0.28571	556.00	260.16	556.00
481	C6H4N2O4	m-DINITROBENZENE	0.38739	0.23724	0.22716	805.00	364.00	805.00
482	C6H4N2O4	o-DINITROBENZENE	0.38708	0.24200	0.28571	831.00	390.08	831.00
483	C6H4N2O4	p-DINITROBENZENE	0.38776	0.25000	0.28571	803.00	446.60	803.00
484	C6H5Br	BROMOBENZENE	0.48497	0.26632	0.28210	670.15	242.43	670.15
485	C6H5Cl	MONOCHLOROENZENE	0.37818	0.27648	0.29036	632.35	227.95	632.35
486	C6H5ClO	m-CHLOROPHENOL	0.41332	0.27300	0.28570	729.00	306.00	729.00
487	C6H5ClO	o-CHLOROPHENOL	0.39564	0.25865	0.27140	675.00	282.00	675.00
488	C6H5ClO	p-CHLOROPHENOL	0.39568	0.25180	0.29540	738.00	316.00	738.00
489	C6H5Cl2N	3,4-DICHLOROANILINE	0.40679	0.24610	0.28570	800.00	344.65	800.00
490	C6H5F	FLUOROBENZENE	0.35747	0.27277	0.28291	560.09	230.94	560.09
491	C6H5I	IODOBENZENE	0.58162	0.26381	0.28950	721.15	241.83	721.15
492	C6H5NO2	NITROBENZENE	0.36140	0.24731	0.28570	719.00	278.91	719.00
493	C6H6	BENZENE	0.30090	0.26770	0.28180	562.16	278.68	562.16
494	C6H6ClN	m-CHLOROANILINE	0.35047	0.23202	0.32410	751.00	262.75	751.00
495	C6H6ClN	o-CHLOROANILINE	0.35054	0.24214	0.26040	722.00	481.99	722.00
496	C6H6ClN	p-CHLOROANILINE	0.35048	0.23739	0.28500	754.00	343.05	754.00
497	C6H6N2	cis-DICYANO-1-BUTENE	0.27111	0.20100	0.28571	691.00	249.00	691.00
498	C6H6N2	trans-DICYANO-1-BUTENE	0.27055	0.20200	0.28571	689.00	260.00	689.00
499	C6H6N2	1,4-DICYANO-2-BUTENE	0.24885	0.20040	0.28571	755.00	349.00	755.00
500	C6H6N2O2	m-NITROANILINE	0.34128	0.26400	0.28571	815.00	387.15	815.00

Fuente: Acondicionamiento de la Base de Datos del ChemCAD 5.2.

ANEXO 12

Viscosidad de líquidos

$$\log_{10}(\mu\text{L}) = A + \frac{B}{T} + CT + DT^2$$

Donde:

- μL = Viscosidad de líquido (cP)
 A, B, C, D = Coeficiente de regresión de compuestos químico
 T = Temperatura (K)
 Tmin = Temperatura mínima (K)
 Tmax = Temperatura máxima (K)

Tabla A.3. Viscosidad de líquidos

Nº	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
1	CB _r ClF ₂	BROMOCHLORODIFLUOROMETHANE	-5.3203	5.2567E+02	1.8649E-02	-2.7670E-05	160	426
2	CB _r Cl ₃	BROMOTRICHLOROMETHANE	-2.4807	6.5384E+02	2.4106E-03	-2.9900E-06	252	606
3	CB _r F ₃	BROMOTRIFLUOROMETHANE	-17.3630	1.4685E+03	6.7833E-02	-9.6658E-05	170	340
4	CB ₂ F ₂	DI BROMODIFLUOROMETHAN E	-2.3825	3.4361E+02	6.1053E-03	-9.9243E-06	220	478
5	CClF ₃	CHLOROTRIFLUOROMETHANE	-15.2276	1.1396E+03	6.6727E-02	-1.0913E-04	170	302
6	CClN	CYANOGEN CHLORIDE	-34.0692	4.3759E+03	8.8017E-02	-8.1600E-05	267	449
7	CCl ₂ F ₂	DICHLORODIFLUOROMETHANE	-14.1271	1.2812E+03	5.1192E-02	-6.8214E-05	170	385
8	CCl ₂ O	PHOSGENE	-5.9900	8.9328E+02	1.2942E-02	-1.4515E-05	253	455
9	CCl ₃ F	TRICHLOROFLUOROMETHANE	-8.7050	9.7314E+02	2.6505E-02	-3.1615E-05	170	471
10	CCl ₄	CARBON TETRACHLORIDE	-6.4564	1.0379E+03	1.4021E-02	-1.4107E-05	265	556
11	CF ₂ O	CARBONYL FLUORIDE	15.3424	-1.0000E+03	-6.0892E-02	5.3802E-05	162	297
12	CF ₄	CARBON TETRAFLUORIDE	-8.1062	4.7871E+02	5.0987E-02	-1.3379E-04	90	228
13	CHBr ₃	TRIBROMOMETHANE	-3.3401	7.2801E+02	5.4337E-03	-5.0412E-06	281	696
14	CHClF ₂	CHLORODIFLUOROMETHANE	-10.8934	9.7972E+02	3.8730E-02	-5.2025E-05	170	369
15	CHCl ₂ F	DICHLOROFLUOROMETHANE	-9.3552	9.7434E+02	2.9611E-02	-3.6067E-05	170	452
16	CHCl ₃	CHLOROFORM	-4.7831	6.9902E+02	1.0929E-02	-1.2244E-05	210	536
17	CHF ₃	TRIFLUOROMETHANE	-21.3082	1.5503E+03	9.5945E-02	-1.5489E-04	170	299
18	CHI ₃	TRIIODOMETHANE						
19	CHN	HYDROGEN CYANIDE	-12.0812	1.3183E+03	3.5234E-02	-4.0185E-05	260	457
20	CHNS	ISOTH IOCY AN IC-ACID						
21	CH ₂ BrCl	BROMOCHLOROMETHANE	-5.2060	7.7028E+02	1.1905E-02	-1.2455E-05	185	557
22	CH ₂ Br ₂	DIBROMOMETHANE	-5.4865	8.6380E+02	1.2128E-02	-1.1614E-05	230	611
23	CH ₂ ClF	CH LOROFLUOROMETHANE	-9.6115	9.7434E+02	2.9611E-02	-3.6067E-05	170	424
24	CH ₂ Cl ₂	DICHLOROMETHANE	-5.1043	6.8653E+02	1.2459E-02	-1.4540E-05	208	510
25	CH ₂ F ₂	DIFLUOROMETHANE	-0.9739	1.3685E+02	2.7097E-03	-1.3376E-05	200	352
26	CH ₂ I ₂	DIODOMETHANE	-1.4610	5.0743E+02	1.1256E-03	-1.8470E-06	279	747
27	CH ₂ O	FORMALDEHYDE	-6.3673	6.5848E+02	1.9414E-02	-2.7279E-05	193	408
28	CH ₂ O ₂	FORMIC ACID	-4.2125	9.7953E+02	5.5520E-03	-5.7723E-06	281	580
29	CH ₃ Br	METHYL BROMIDE	-9.5533	1.0306E+03	2.8322E-02	-3.1920E-05	193	467
30	CH ₃ Cl	METHYL CHLORIDE	-7.3473	8.5395E+02	1.9485E-02	-2.3484E-05	249	416
31	CH ₃ Cl ₃ Si	METHYL TRICHLOROSILANE	-5.0787	7.1071E+02	1.2214E-02	-1.4351E-05	225	517
32	CH ₃ F	METHYL FLUORIDE	-7.1229	5.0487E+02	3.0365E-02	-5.4345E-05	131	318
33	CH ₃ I	METHYL IODIDE	-9.3737	1.1262E+03	2.5513E-02	-2.6102E-05	250	528
34	CH ₃ NO	FORMAMIDE	-10.3646	1.9650E+03	1.8169E-02	-1.2609E-05	276	771
35	CH ₃ NO ₂	NITROMETHANE	-7.1521	1.0567E+03	1.5983E-02	-1.5345E-05	245	588
36	CH ₃ NO ₂	METHYL-NITRITE						
37	CH ₃ NO ₃	METHYL-NITRATE						
38	CH ₄	METHANE	-7.3801	3.1925E+02	4.7934E-02	-1.4120E-04	91	191
39	CH ₄ Cl ₂ Si	METHYL DICHLOROSILANE	-7.2040	8.6650E+02	1.9542E-02	-2.2621E-05	275	483
40	CH ₄ O	METHANOL	-9.0562	1.2542E+03	2.2383E-02	-2.3538E-05	230	513
41	CH ₄ O ₃ S	METHAN ESU LFON IC ACID						
42	CH ₄ S	METHYL MERCAPTAN	-3.8298	4.4874E+02	9.7914E-03	-1.3437E-05	150	470
43	CH ₅ Cl ₃ Si	METHYL CHLOROSILANE	-12.7087	1.3825E+03	3.7365E-02	-4.2205E-05	220	442
44	CH ₅ N	METHYLAMINE	-9.4670	9.8286E+02	2.8918E-02	-3.5672E-05	180	430
45	CH ₆ Si	METHYL SILANE	-2.3551	1.5725E+02	8.7028E-03	2.0236E-05	180	353
46	CN ₄ O ₈	TETRANITROMETHANE	1.5505	4.2561E+02	-1.2276E-02	1.0222E-05	287	540
47	CO	CARBON MONOXIDE	-1.1224	5.7858E+01	-4.9174E-03	8.2233E-06	69	133
48	COS	CARBONYL SULFIDE	-2.7939	3.0912E+02	7.0546E-03	-1.3233E-05	134	379
49	CO ₂	CARBON DIOXIDE	-19.4921	1.5948E+03	7.9274E-02	-1.2025E-04	219	304

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
50	CS2	CARBON DISULFIDE	-9.1108	1.1216E+03	2.3216E-02	-2.2648E-05	235	552
51	C2BrF3	BROMOTRIFLUOROETHYLENE	12.0582	-5.7499E+02	-5.2673E-02	5.9107E-05	220	432
52	C2Br2F4	1,2-DIBROMOTETRAFLUOROETHANE	1.4494	1.4794E+01	-5.6542E-03	6.9522E-07	227	488
53	C2ClF3	CHLOROTRIFLUOROETHYLENE	-14.1754	2.2800E+03	2.2548E-02	-1.0524E-05	220	379
54	C2ClF5	CHLOROPENTAFLUOROETHANE	-21.2668	1.8746E+03	8.1455E-02	-1.1282E-04	190	353
55	C2Cl2F4	1,2-DICHLOROTETRAFLUOROETHANE	-13.2921	1.3844E+03	4.4079E-02	-5.5267E-05	179	419
56	C2Cl3F3	1,1,2-TRICHLOROTRIFLUOROETHANE	-1.8516	4.1245E+02	3.2446E-03	-7.4593E-06	237	487
57	C2Cl4	TETRACHLOROETHYLENE	-7.4654	1.1063E+03	1.6888E-02	-1.5458E-05	251	620
58	C2Cl4F2	1,1,2,2-TETRACHLORODIFLUOROETHANE	-4.4583	1.0258E+03	5.4537E-03	-5.1203E-06	299	551
59	C2Cl4O	TRICHLOROACETYL CHLORIDE	-3.2061	7.3624E+02	4.6638E-03	-5.5161E-06	273	590
60	C2Cl6	HEXACHLOROETHANE	-5.0439	8.4518E+02	9.8272E-03	-8.6017E-06	460	698
61	C2F4	TETRAFLUROETHYLENE	18.2028	-1.3315E+03	-6.6186E-02	5.3425E-05	174	306
62	C2F6	HEXAFLUROETHANE	-14.9996	1.0011E+03	7.0996E-02	-1.2231E-04	173	293
63	C2HBrClF3	HALOTHANE	2.8293	5.5081E+01	-1.4157E-02	1.2453E-05	223	521
64	C2HCIF2	2-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHYLENE	13.0230	-7.5837E+02	-5.6827E-02	6.5532E-05	200	401
65	C2HCi3	TRICHLOROETHYLENE	-5.5389	7.8313E+02	1.2849E-02	-1.3292E-05	250	571
66	C2HCi3O	DICHLOROACETYL CHLORIDE	-18.9816	2.5504E+03	4.5842E-02	-3.9281E-05	298	579
67	C2HCi3O	TRICHLOROACETALDEHYDE	-3.9777	7.8167E+02	6.8624E-03	-7.6177E-06	225	565
68	C2HCi5	PENTACHLOROETHANE	-2.2339	6.8941E+02	1.5280E-03	-2.1471E-06	244	665
69	C2HF3	TRIFLUOROETHENE	18.5468	-1.3315E+03	-6.6186E-02	5.3425E-05	174	306
70	C2HF3O2	TRIFLUOROACETIC ACID	7.9900	-5.8864E+02	-2.6509E-02	2.0573E-05	258	491
71	C2HF5	PENTAFLUROETHANE	5.4452	-1.8170E+02	-3.0751E-02	3.7720E-05	170	342
72	C2H2	ACETYLENE	-0.0709	2.8381E+01	-4.6617E-03	3.1151E-06	193	308
73	C2H2Br4	1,1,2,2-TETRABROMOETHANE	-12.1956	2.4476E+03	2.0163E-02	-1.2385E-05	300	824
74	C2H2Cl2	1,1-DICHLOROETHYLENE	-2.8187	4.7865E+02	5.0534E-03	-7.6546E-06	151	482
75	C2H2Cl2	cis-1,2-DICHLOROETHYLENE	-5.4151	7.2994E+02	1.3225E+02	-1.4921E-05	208	527
76	C2H2Cl2	trans-1,2-DICHLOROETHYLENE	-7.5792	9.4638E+02	1.9835E-02	-2.1586E-05	223	508
77	C2H2Cl2O	CHLOROACETYL CHLORIDE	-6.4016	1.1523E+03	1.2139E-02	-1.1268E-05	251	581
78	C2H2Cl2O	DICHLOROACETALDEHYDE	-10.5217	1.8824E+03	1.9229E-02	-1.5230E-05	223	555
79	C2H2Cl2O2	DICHLOROACETIC ACID	-22.2651	3.8370E+03	4.3150E-02	-3.0014E-05	287	686
80	C2H2Cl3F	1,1,1-TRICHLOROFUROETHANE	-1.1714	4.5197E+02	-9.0334E-04	-8.6437E-07	220	565
81	C2H2Cl4	1,1,1,2-TETRACHLOROETHANE	-2.5068	6.5745E+02	2.4956E-03	-3.2075E-06	203	624
82	C2H2Cl4	1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	-3.5146	7.7224E+02	5.5571E-03	-5.8524E-06	273	645
83	C2H2F2	1,1-DIFLUOROETHYLENE	12.1301	-5.3605E+02	-7.1633E-02	1.1068E-04	129	303
84	C2H2F2	cis-1,2-DIFLUOROETHENE	12.4757	-5.3605E+02	-7.1633E-02	1.1068E-04	129	300
85	C2H2F2	trans-1,2-DIFLUOROETHENE	12.4757	-5.3605E+02	-7.1633E-02	1.1068E-04	129	300
86	C2H2F4	1,1,1,2-TETRAFLUROETHANE	-14.4406	1.2563E+03	5.2393E-02	-6.9771E-05	172	380
87	C2H2O	KETENE	4.3585	-1.4009E+02	-2.5364E-02	3.0329E-05	130	370
88	C2H2O4	OXALIC ACID						
89	C2H3Br	VINYL BROMIDE	-7.3663	8.1930E+02	2.2026E-02	-2.6270E-05	180	473
90	C2H3Cl	VINYL CHLORIDE	-1.1063	2.1454E+02	-8.5045E-04	-1.3519E-06	130	432
91	C2H3ClF2	1-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHANE	-16.8159	1.5115E+03	6.1839E-02	-8.0549E-05	200	410
92	C2H3ClO	ACETYL CHLORIDE	-10.9887	1.3155E+03	2.9872E-02	-3.1074E-05	275	508
93	C2H3ClO	CHLOROACETALDEHYDE	-43.4494	5.7337E+03	1.0624E-01	-8.8273E-05	293	555
94	C2H3ClO2	CHLOROACETIC ACID	-8.5505	1.8169E+03	1.3987E-02	-1.0355E-05	333	686
95	C2H3ClO2	METHYL CHLOROFORMATE	-8.3513	1.1333E+03	2.0644E-02	-2.1205E-05	192	525
96	C2H3Cl3	1,1,1-TRICHLOROETHANE	-3.9096	7.0709E+02	7.5847E-03	-9.1662E-06	243	545
97	C2H3Cl3	1,1,2-TRICHLOROETHANE	-3.2716	6.8810E+02	4.8932E-03	-5.4671E-06	237	602
98	C2H3F	VINYL FLUORIDE	-1.1547	1.6886E+02	3.4703E-04	-7.2507E-06	113	328
99	C2H3F3	1,1,1-TRIFLUOROETHANE	-2.2123	2.4044E+02	7.7406E-04	1.6026E-07	162	346
100	C2H3N	ACETONITRILE	-2.9528	4.1475E+02	6.4299E-03	-9.1660E-06	288	546
101	C2H3NO	METHYL ISOCYANATE	-2.3960	2.3790E+02	6.4147E-03	-1.0316E-05	273	505
102	C2H4	ETHYLENE	-4.5611	3.0811E+02	1.8030E-02	-3.8145E-05	105	282
103	C2H4Br2	1,1-DIBROMOETHANE	-4.1302	7.5049E+02	7.8279E-03	-7.5923E-06	210	628
104	C2H4Br2	1,2-DIBROMOETHANE	-5.4223	1.0377E+03	9.6953E-03	-8.3417E-06	283	650
105	C2H4Cl2	1,1-DICHLOROETHANE	-3.8388	5.9046E+02	8.0953E-03	-9.9210E-06	176	523
106	C2H4Cl2	1,2-DICHLOROETHANE	-0.1656	2.7576E+02	-3.3493E-03	1.4093E-06	245	561
107	C2H4Cl2O	BIS(CHLOROMETHYL)ETHER	-2.4635	5.7215E+02	3.2060E-03	-4.6903E-06	232	579
108	C2H4F2	1,1-DIFLUOROETHANE	-37.3585	3.4509E+03	1.3343E-01	-1.6427E-04	243	387
109	C2H4F2	1,2-DIFLUOROETHANE	-10.3352	1.1272E+03	2.9491E-02	-3.2763E-05	215	476
110	C2H4I2	1,2-DI-IODOETHANE						
111	C2H4O	ACETALDEHYDE	-6.6171	6.8123E+02	1.9979E-02	-2.5563E-05	260	461
112	C2H4O	ETHYLENE OXIDE	-5.7794	6.7020E+02	1.5686E-02	-1.9462E-05	190	469
113	C2H4OS	THIOACETIC ACID	-4.4348	7.8482E+02	6.6650E-03	-7.5606E-06	290	577
114	C2H4O2	ACETIC ACID	-3.8937	7.8482E+02	6.6650E-03	-7.5606E-06	290	593
115	C2H4O2	METHYL FORMATE	-8.0637	1.0137E+03	2.0884E-02	-2.2997E-05	250	487
116	C2H4S	THIACYCLOPROPANE	-4.6797	7.8482E+02	6.6650E-03	-7.5606E-06	290	555
117	C2H5Br	BROMOETHANE	-5.3844	6.7418E+02	1.4140E-02	-1.6501E-05	155	504
118	C2H5Cl	ETHYL CHLORIDE	-4.4279	5.1891E+02	1.2035E-02	-1.6620E-05	150	460

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
119	C2H5ClO	2-CHLOROETHANOL	-10.3253	1.8994E+03	1.9820E-02	-1.6723E-05	250	585
120	C2H5F	ETHYL FLUORIDE	-5.4713	4.8451E+02	1.8733E-02	-2.9742E-05	130	375
121	C2H5I	ETHYL IODIDE	-10.4954	1.3679E+03	2.6346E-02	-2.4827E-05	273	561
122	C2H5N	ETHYLENEIMINE	-4.7646	7.3673E+02	9.5205E-03	-1.0431E-05	250	537
123	C2H5NO	ACETAMIDE	-15.0576	3.0478E+03	2.4646E-02	-1.5506E-05	354	761
124	C2H5NO	N-METHYLFORMAMIDE	-6.9983	1.3266E+03	1.2046E-02	-9.2805E-06	269	721
125	C2H5NO2	NITROETHANE	-3.7814	6.3484E+02	7.5441E-03	-8.5933E-06	200	593
126	C2H5NO3	ETHYL-NITRATE						
127	C2H6	ETHANE	-4.2694	2.8954E+02	1.7111E-02	-3.6092E-05	98	305
128	C2H6AlCl	DIMETHYLALUMINUM CHLORIDE						
129	C2H6O	DIMETHYL ETHER	-7.4844	5.8392E+02	2.7815E-02	-4.0433E-05	132	400
130	C2H6O	ETHANOL	-6.4406	1.1176E+03	1.3721E-02	-1.5465E-05	240	516
131	C2H6OS	DIMETHYL SULFOXIDE	-3.6341	8.5487E+02	4.8721E-03	-4.4070E-06	292	726
132	C2H6O2	ETHYLENE GLYCOL	-16.9728	3.1886E+03	3.2537E-02	-2.4480E-05	261	645
133	C2H6O4S	DIMETHYL SULFATE						
134	C2H6S	DIMETHYL SULFIDE	-7.8503	9.4330E+02	2.0507E-02	-2.2249E-05	273	503
135	C2H6S	ETHYL MERCAPTAN	-3.0781	4.2896E+02	6.4239E-03	-9.0060E-06	125	499
136	C2H6S2	DIMETHYL DISULFIDE	-6.8447	1.0217E+03	1.4599E-02	-1.3298E-05	188	606
137	C2H7N	DIMETHYLAMINE	-11.5558	1.2126E+03	3.4999E-02	-4.1253E-05	240	438
138	C2H7N	ETHYLAMINE	-7.0668	9.0544E+02	1.7675E-02	-2.0701E-05	192	456
139	C2H7NO	MONOETHANOLAMINE	-13.1818	2.8596E+03	2.0826E-02	-1.4230E-05	288	638
140	C2H8N2	ETHYLENEDIAMINE	-18.3052	2.9617E+03	3.7865E-02	-2.9650E-05	303	593
141	C2H8Si	DIMETHYL SILANE						
142	C2N2	CYANOGEN	-79.0878	1.0824E+04	1.8829E-01	-1.5317E-04	269	400
143	C3F6	HEXAFLUOROPROPYLENE	17.0240	-9.7487E+02	-7.8331E-02	9.8244E-05	160	368
144	C3F6O	HEXAFLUOROACETONE	7.0539	-2.5115E+02	-3.6300E-02	4.2474E-05	148	357
145	C3F8	OCTAFLUOROPROPANE	4.8406	-2.8807E+01	-2.9852E-02	3.6536E-05	125	345
146	C3H2N2	MALONONITRILE	-15.5463	2.8953E+03	2.7321E-02	-1.8425E-05	305	715
147	C3H3Cl	PROPARGYL CHLORIDE	-2.0693	3.0412E+02	4.3357E-03	-7.1639E-06	293	541
148	C3H3N	ACRYLONITRILE	-6.3470	8.1502E+02	1.5664E-02	-1.7275E-05	240	535
149	C3H3NO	OXAZOLE						
150	C3H4	METHYLACETYLENE	-8.4493	7.7571E+02	2.8408E-02	-3.8708E-05	170	402
151	C3H4	PROPADIENE	-4.0226	3.5646E+02	1.3512E-02	-2.3072E-05	173	393
152	C3H4Cl2	2,3-DICHLOROPROPENE	-1.9545	5.4794E+02	7.6738E-04	-1.9049E-06	192	577
153	C3H4O	ACROLEIN	-5.5517	7.0871E+02	1.4056E-02	-1.6788E-05	223	506
154	C3H4O	PROPARGYL ALCOHOL	-12.5948	2.0520E+03	2.5944E-02	-2.1497E-05	221	580
155	C3H4O2	ACRYLIC ACID	-15.9215	2.4408E+03	3.4383E-02	-2.7677E-05	293	615
156	C3H4O2	beta-PROPIOLACTONE	-6.6127	1.0109E+03	1.2263E-02	-9.3813E-06	240	686
157	C3H4O2	VINYL FORMATE	-4.4042	5.9523E+02	1.0606E-02	-1.3477E-05	200	498
158	C3H4O3	ETHYLENE CARBONATE	-8.5203	1.3364E+03	1.7273E-02	-1.2911E-05	311	790
159	C3H4O4	PYRUVIC ACID	-17.9536	2.9060E+03	3.7391E-02	-2.8775E-05	287	635
160	C3H5Br	3-BROMO-1-PROPENE	-11.5038	1.4831E+03	2.9203E-02	-2.8268E-05	250	532
161	C3H5Cl	2-CHLOROPROPENE	-2.1425	3.7179E+02	2.8199E-03	-5.4004E-06	136	478
162	C3H5Cl	3-CHLOROPROPENE	-6.0433	8.0040E+02	1.4186E-02	-1.5455E-05	250	514
163	C3H5ClO	alpha-EPICHLOROHYDRIN	-2.3159	5.6462E+02	2.7982E-03	-4.1693E-06	223	610
164	C3H5ClO2	METHYL CHLOROACETATE	-6.3947	1.0712E+03	1.3156E-02	-1.2533E-05	241	600
165	C3H5ClO2	ETHYL CHLOROFORMATE	-12.4292	1.5619E+03	3.3551E-02	-3.4501E-05	192	508
166	C3H5Cl3	1,2,3-TRICHLOROPROPANE	-1.7913	6.4440E+02	3.8924E-04	-1.4969E-06	258	652
167	C3H5I	3-IODO-1-PROPENE	-6.5801	9.4055E+02	1.5487E-02	-1.5127E-05	225	578
168	C3H5N	PROP IONITRILE	-5.6142	8.0233E+02	1.2446E-02	-1.3286E-05	250	564
169	C3H5NO	ACRYLAMIDE	2.7157	2.5375E+02	-1.1286E-02	7.4172E-06	358	710
170	C3H5NO	HYDRACRYLONITRILE	-13.0827	1.9718E+03	2.6820E-02	-2.0038E-05	227	690
171	C3H5NO	LACTONITRILE	-13.0054	2.6255E+03	2.1406E-02	-1.4674E-05	233	643
172	C3H5N3O9	NITROGLYCERINE	-30.0495	5.6062E+03	5.2649E-02	-3.2609E-05	286	680
173	C3H6	CYCLOPROPANE	-3.2541	3.2192E+02	9.9766E-03	-1.8191E-05	146	398
174	C3H6	PROPYLENE	-5.1758	4.2982E+02	1.8611E-02	-3.1662E-05	90	365
175	C3H6Br2	1,2-DIBROMOPROPANE	-2.6053	5.9927E+02	3.7360E-03	-4.8006E-06	218	580
176	C3H6Cl2	1,1-DICHLOROPROPANE	-3.5820	6.1920E+02	6.6598E-03	-7.8836E-06	200	560
177	C3H6Cl2	1,2-DICHLOROPROPANE	-2.8218	5.9927E+02	3.7360E-03	-4.8006E-06	173	572
178	C3H6Cl2	1,3-DICHLOROPROPANE	-2.8361	6.0541E+02	4.0515E-03	-5.0439E-06	174	603
179	C3H6Cl2	2,2-DICHLOROPROPANE	-3.6167	6.1920E+02	6.6598E-03	-7.8836E-06	240	539
180	C3H6I2	1,2-DI IODOPROPANE	-2.2369	5.9927E+02	3.7360E-03	-4.8006E-06	254	700
181	C3H6O	ACETONE	-7.2126	9.0305E+02	1.8385E-02	-2.0353E-05	223	508
182	C3H6O	ALLYL ALCOHOL	-11.8248	1.9173E+03	2.5034E-02	-2.2322E-05	281	545
183	C3H6O	METHYL VINYL ETHER	-5.8282	5.4577E+02	1.8540E-02	-2.5458E-05	151	437
184	C3H6O	n-PROPIONALDEHYDE	-9.8172	1.2714E+03	2.4587E-02	-2.5572E-05	280	496
185	C3H6O	1,2-PROPYLENE OXIDE	-7.2842	9.7539E+02	1.7425E-02	-1.9160E-05	200	482
186	C3H6O	1,3-PROPYLENE OXIDE	-10.8675	1.2901E+03	2.7838E-02	-2.7265E-05	255	520
187	C3H6O2	ETHYL FORMATE	-6.3477	8.5383E+02	1.5404E-02	-1.7222E-05	245	508

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
188	C3H6O3	METHYL ACETATE	-7.0933	9.3074E+02	1.7481E-02	-1.9038E-05	250	507
189	C3H6O4	PROPIONIC ACID	-5.0177	8.7365E+02	1.0302E-02	-1.0883E-05	252	604
190	C3H6O2S	3-MERCAPTOPROPIONIC ACID	-18.6383	3.2116E+03	3.5095E-02	-2.3670E-05	291	729
191	C3H6O3	LACTIC ACID						
192	C3H6O3	METHOXYACETIC ACID	-16.1627	2.5857E+03	3.2785E-02	-2.4094E-05	281	691
193	C3H6O3	TRIOXANE						
194	C3H6S	THIACYCLOBUTANE	-4.3146	7.8482E+02	6.6650E-03	-7.5606E-06	290	555
195	C3H7Br	1-BROMOPROPANE	-6.3524	8.3429E+02	1.5963E-02	-1.6934E-05	200	544
196	C3H7Br	2-BROMOPROPANE	-11.4833	1.4831E+03	2.9203E-02	-2.8268E-05	250	532
197	C3H7Cl	ISOPROPYL CHLORIDE	-8.3740	1.0583E+03	2.1296E-02	-2.2963E-05	250	489
198	C3H7Cl	n-PROPYL CHLORIDE	-6.4801	8.5514E+02	1.5738E-02	-1.7463E-05	250	503
199	C3H7F	1-F LUOROPROPANE	-6.7921	8.5514E+02	1.5738E-02	-1.7463E-05	250	422
200	C3H7F	2-FLUOROPROPANE	-6.7749	8.5514E+02	1.5738E-02	-1.7463E-05	250	415
201	C3H7I	ISOPROPYL IODIDE	-6.6205	9.4055E+02	1.5487E-02	-1.5127E-05	225	578
202	C3H7I	n-PROPYL IODIDE	-7.8304	1.1203E+03	1.8135E-02	-1.6845E-05	240	593
203	C3H7N	ALLYLAMINE	-6.2650	9.0217E+02	1.4036E-02	-1.5335E-05	185	505
204	C3H7N	PROPYLENEIMINE	-22.2367	2.5333E+03	6.0497E-02	-5.6947E-05	229	529
205	C3H7NO	N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	-5.3292	8.9547E+02	1.0559E-02	-1.0088E-05	240	647
206	C3H7NO	N-METHYLACETAMIDE	-12.0806	2.3614E+03	2.0484E-02	-1.3984E-05	301	718
207	C3H7NO2	1-NITROPROPANE	-6.5870	1.0437E+03	1.4009E-02	-1.3397E-05	240	605
208	C3H7NO2	2-NITROPROPANE	-3.5405	6.1915E+02	6.7366E-03	-7.8310E-06	182	594
209	C3H7NO3	PROPYL-NITRATE						
210	C3H7NO3	ISOPROPYL-NITRATE						
211	C3H8	PROPANE	-3.1759	2.9712E+02	9.5453E-03	-1.8781E-05	85	370
212	C3H8O	ISOPROPANOL	-0.7009	8.4150E+02	-8.6068E-03	8.2964E-06	187	508
213	C3H8O	METHYL ETHYL ETHER	-23.8621	2.2331E+03	8.0478E-02	-9.3416E-05	233	438
214	C3H8O	n-PROPANOL	-3.7702	9.9151E+02	4.0836E-03	-5.4586E-06	220	537
215	C3H8O2	2-METHOXYETHANOL	15.1858	2.4914E+03	3.0625E-02	-2.4291E-05	250	564
216	C3H8O2	METHYLAL	-3.9255	5.1395E+02	1.0108E-02	-1.4478E-05	168	481
217	C3H8O2	1,2-PROPYLENE GLYCOL	-29.4920	5.2456E+03	5.8169E-02	-4.2343E-05	233	626
218	C3H8O2	1,3-PROPYLENE GLYCOL	-7.9787	1.9800E+03	1.1850E-02	-9.3205E-06	246	658
219	C3H8O3	GLYCEROL	-18.2152	4.2305E+03	2.8705E-02	-1.8648E-05	293	723
220	C3H8S	n-PROPYLMERCAPTAN	-4.1495	5.8084E+02	9.1407E-03	-1.0824E-05	160	536
221	C3H8S	ISOPROPYL MERCAPTAN	-2.7739	4.3005E+02	5.2653E-03	-7.6377E-06	143	517
222	C3H8S	ETHYL-METHYL-SULFIDE	-2.7867	4.3005E+02	5.2653E-03	-7.6377E-06	168	517
223	C3H9N	n-PROPYLAMINE	-4.9620	7.9761E+02	9.5072E-03	-1.0844E-05	190	497
224	C3H9N	ISOPROPYLAMINE	-3.6769	6.8343E+02	3.4740E-03	-1.5653E-06	273	472
225	C3H9N	TRIMETHYLAMINE	-3.9726	4.4221E+02	1.0657E-02	-1.6134E-05	200	433
226	C3H9NO	1-AMINO-2-PROPANOL	-31.3874	5.5522E+03	5.9514E-02	-4.0875E-05	275	614
227	C3H9NO	3-AMINO-1-PROPANOL	-26.7477	4.7518E+03	5.0500E-02	-3.4638E-05	284	649
228	C3H9NO	METHYLETHANOLAMINE	-10.5527	2.3490E+03	1.5490E-02	-1.0492E-05	269	630
229	C3H9O4P	TRIMETHYL PHOSPHATE	-6.0196	1.2096E+03	9.3929E-03	-6.3749E-06	240	764
230	C3H10N2	1,2-PROPANEDIAMINE	-13.3632	2.2430E+03	2.6624E-02	-2.1292E-05	237	587
231	C3H10Si	TRIMETHYL SILANE						
232	C4Cl4S	TETRACHLOROTHIOPHENE						
233	C4Cl6	HEXACHLORO-1,3-BUTADIENE	-0.1976	5.7506E+02	-3.8913E-03	2.1134E-06	252	741
234	C4F8	OCTAFLUORO-2-BUTENE	-1.9732	4.6632E+02	3.5001E-05	-2.1423E-08	174	392
235	C4F8	OCTAFLUOROCYCLOBUTANE	-2.0637	4.9325E+02	3.8652E-05	-2.0508E-08	245	388
236	C4F10	DECAFLUOROBUTANE	-2.0446	6.0604E+02	-2.3464E-05	1.3468E-08	210	386
237	C4H2	BUTADIENE(BIACETYLENE)	0.6495	7.9658E+01	-5.8889E-03	2.9221E-06	250	425
238	C4H2O3	MALEIC ANHYDRIDE	-1.0811	5.5616E+02	-1.2536E-03	4.1553E-07	326	721
239	C4H4	VINYLACETYLENE						
240	C4H4N2	SUCCINONITRILE	-1.1564	5.9038E+02	-6.9203E-04	2.1818E-07	331	770
241	C4H4O	FURAN	-3.6715	5.5958E+02	7.4026E-03	-9.7493E-06	220	490
242	C4H4O2	DIKETENE						
243	C4H8O3	SUCCINIC ANHYDRIDE	-1.7466	5.0881E+02	-9.6474E-05	2.7683E-08	393	811
244	C4H4O4	FUMARIC ACID	-3.0627	1.1080E+03	6.7047E-04	-1.6982E-07	560	771
245	C4H4O4	MALEIC ACID	-52.9808	9.9837E+03	9.2110E-02	-5.4257E-05	403	773
246	C4H4S	THIOPHENE	-6.5928	1.0206E+03	1.3826E-02	-1.3089E-05	273	579
247	C4H5Cl	CH LOROPHENE	-1.8266	4.2271E+02	2.5963E-05	-1.2880E-08	174	525
248	C4H5N	trans-CROTONITRILE	-5.6497	8.2828E+02	1.2430E-02	-1.2891E-05	222	586
249	C4H5N	cis-CROTONITRILE	-4.1893	6.5278E+02	8.7208E-03	-1.0178E-05	201	568
250	C4H5N	METHACRYLONITRILE	-9.9472	1.3376E+03	2.3416E-02	-2.2227E-05	237	554
251	C4H5N	PYRROLE	-7.8869	1.3872E+03	1.4837E-02	-1.2263E-05	250	640
252	C4H5N	VINYLACETONITRILE	-4.3272	6.6740E+02	8.9861E-03	-1.0067E-05	186	584
253	C4H5NO2	METHYL CYANOACETATE	-8.0928	1.5829E+03	1.4063E-02	-1.0951E-05	260	687
254	C4H6	CYCLOBUTENE	0.4832	7.9658E+01	-5.8889E-03	2.9221E-06	250	425
255	C4H6	1,2-BUTADIENE	-3.5214	4.0958E+02	7.8148E-03	-1.0143E-05	181	444
256	C4H6	1,3-BUTADIENE	0.3772	7.9658E+01	-5.8889E-03	2.9221E-06	250	425

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
257	C4H6	DIMETHYLACETYLENE						
258	C4H6	ETHYLACETYLENE	-6.9326	7.0136E+02	2.1415E-02	-2.7943E-05	193	443
259	C4H6Cl2	1,3-DICHLORO-trans-2-BUTENE	-6.0849	1.0588E+03	1.1364E-02	-1.0201E-05	276	618
260	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-cis-2-BUTENE	-6.4731	1.0734E+03	1.2744E-02	-1.1246E-05	225	640
261	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-trans-2-BUTENE	-9.9634	1.5750E+03	2.0497E-02	-1.6731E-05	274	646
262	C4H6Cl2	3,4-DICHLORO-1-BUTENE	-3.9073	7.5340E+02	6.5569E-03	-7.0911E-06	212	589
263	C4H6O	trans-CROTONALDEHYDE	-5.2285	7.3316E+02	1.1862E-02	-1.2777E-05	197	571
264	C4H6O	2,5-DIHYDROFURAN	-25.4792	3.2299E+03	6.1867E-02	-5.1933E-05	273	542
265	C4H6O	DIVINYL ETHER	-7.2676	7.4786E+02	2.1778E-02	-2.6886E-05	172	463
266	C4H6O	METHACROLEIN	-2.0243	4.1152E+02	2.2500E-03	-4.4668E-06	192	530
267	C4H6O2	2-BUTYNE-1,4-DIOL						
268	C4H6O2	gamma-BUTYROLACTONE						
269	C4H6O2	cis-CROTONIC ACID	-13.7877	2.2066E+03	2.8706E-02	-2.2671E-05	289	647
270	C4H6O2	trans-CROTONIC ACID	-23.6229	3.8043E+03	4.8126E-02	-3.4867E-05	345	666
271	C4H6O2	METHACRYLIC ACID	-4.2607	8.4654E+02	7.6050E-03	-7.7782E-06	295	643
272	C4H6O2	METHYL ACRYLATE	-12.1755	1.6859E+03	2.8551E-02	-2.6324E-05	273	536
273	C4H6O2	VINYL ACETATE	-9.0671	1.1863E+03	2.2663E-02	-2.3208E-05	250	524
274	C4H6O3	ACETIC ANHYDRIDE	-17.3580	2.3611E+03	4.2734E-02	-3.8202E-05	265	569
275	C4H6O4	SUCCINIC ACID	-62.8791	1.2466E+04	1.0404E-01	-5.8132E-05	461	806
276	C4H6O5	DIGLYCOLIC ACID	-55.7461	1.1066E+04	9.1535E-02	-5.0702E-05	421	820
277	C4H6O5	MALIC ACID	-3.4665	1.2435E+03	-1.4020E-03	4.0266E-07	403	781
278	C4H6O6	TARTARIC ACID						
279	C4H7N	n-BUTYRONITRILE	-3.4336	5.8884E+02	6.3219E-03	-7.7312E-06	161	582
280	C4H7N	ISOBUTYRONITRILE	-4.9492	7.8421E+02	9.9363E-03	-1.0712E-05	202	565
281	C4H7NO	ACETONE CYANOHYDRIN						
282	C4H7NO	2-METHACRYLAMIDE	-2.3289	1.0046E+03	2.8308E-04	-8.1490E-07	384	741
283	C4H7NO	3-METHOXYPROPIONITRILE	-7.4121	1.1519E+03	1.5220E-02	-1.3361E-05	210	638
284	C4H7NO	2-PYRROLIDONE	-14.3974	2.9106E+03	2.3755E-02	-1.4858E-05	298	792
285	C4H8	1-BUTENE	-4.9218	4.9503E+02	1.4390E-02	-2.0853E-05	160	420
286	C4H8	cis-2-BUTENE	-6.3837	6.8524E+02	1.8356E-02	-2.3949E-05	200	439
287	C4H8	trans-2-BUTENE	-7.9461	8.1334E+02	2.4583E-02	-3.2036E-05	200	429
288	C4H8	CYCLOBUTANE	-3.3295	3.8110E+02	9.4773E-03	-1.5146E-05	182	460
289	C4H8	ISOBUTENE	-5.1190	3.4126E+02	1.9893E-02	-3.1057E-05	240	418
290	C4H8Br2	1,2-DIBROMOBUTANE	-2.2194	5.7867E+02	2.4157E-03	-3.6109E-06	236	641
291	C4H8Br2	2,3-DIBROMOBUTANE	-2.1848	5.7867E+02	2.4157E-03	-3.6109E-06	239	641
292	C4H8Cl2	1,4-DICHLOROBUTANE	-2.2175	5.7867E+02	2.4157E-03	-3.6109E-06	236	641
293	C4H8I2	1,2-DIODOBUTANE	-1.9185	5.7867E+02	2.4157E-03	-3.6109E-06	280	660
294	C4H8O	n-BUTYRALDEHYDE	-4.6882	6.8181E+02	1.0648E-02	-1.2871E-05	275	525
295	C4H8O	ISOBUTYRALDEHYDE	-4.9534	7.1084E+02	1.1385E-02	-1.3812E-05	208	507
296	C4H8O	1,2-EPDXYBUTANE	0.1130	3.6921E+01	-1.3654E-03	-2.8143E-06	180	526
297	C4H8O	METHYL ETHYL KETONE	-0.8761	2.9257E+02	-1.9833E-03	9.4354E-07	189	536
298	C4H8O	ETHYL VINYL ETHER	-5.7800	6.6206E+02	1.5513E-02	-1.9072E-05	157	475
299	C4H8O	TETRAHYDROFURAN	-2.7860	4.7681E+02	4.9173E-03	-6.8815E-06	165	540
300	C4H8O2	cis-2-BUTENE-1,4-DIOL	-13.7194	2.7695E+03	2.4403E-02	-1.7709E-05	284	678
301	C4H8O2	trans-2-BUTENE-1,4-DIOL						
302	C4H8O2	ISOBUTYRIC ACID	-6.5789	1.1041E+03	1.3998E-02	-1.3690E-05	250	609
303	C4H8O2	n-BUTYRIC ACID	-7.9846	1.3636E+03	1.6315E-02	-1.4511E-05	268	628
304	C4H8O2	1,4-DIOXANE	-7.5724	1.3813E+03	1.3556E-02	-1.1464E-05	288	587
305	C4H8O2	ETHYL ACETATE	-3.6861	5.5228E+02	8.0018E-03	-1.0439E-05	220	523
306	C4H8O2	METHYL PROPIONATE	-9.4254	1.2618E+03	2.3072E-02	-2.3116E-05	274	531
307	C4H8O2	n-PROPYL FORMATE	-5.9614	8.7189E+02	1.3431E-02	-1.4452E-05	250	538
308	C4H8O2S	SULFOLANE	-2.6246	9.0825E+02	2.7366E-03	-2.7441E-06	301	849
309	C4H8S	TETRAHYDROTHIOPHENE	-20.0809	3.0608E+03	4.2486E-02	-3.2296E-05	293	632
310	C4H9Br	1-BROMOBUTANE	-8.1638	1.1342E+03	1.9376E-02	-1.8526E-05	240	577
311	C4H9Br	2-BROMOBUTANE	-6.8783	9.5838E+02	1.6202E-02	-1.6077E-05	220	567
312	C4H9Cl	n-BUTYL CHLORIDE	-5.5792	7.8795E+02	1.2714E-02	-1.3909E-05	250	537
313	C4H9Cl	sec-BUTYL CHLORIDE	-9.9788	1.3237E+03	2.4470E-02	-2.4390E-05	250	521
314	C4H9Cl	tert-BUTYL CHLORIDE	-10.2240	1.5480E+03	2.1671E-02	-1.9828E-05	280	507
315	C4H9I	2-1000-2-METHYLPROPANE	-6.6956	9.5838E+02	1.6202E-02	-1.6077E-05	235	570
316	C4H9N	PYRROLIDINE	-7.7495	1.2386E+03	1.6051E-02	-1.4879E-05	215	569
317	C4H9NO	N,N-DIMETHYLACETAMIDE	-4.6530	8.3643E+02	8.3151E-03	-7.8272E-06	253	658
318	C4H9NO	MORPHOLINE	-5.0308	1.1150E+03	7.3378E-03	-6.5955E-06	280	618
319	C4H9NO2	1-NITROBUTANE	-6.6823	1.0437E+03	1.4009E-02	-1.3397E-05	240	605
320	C4H9NO2	2-NITROBUTANE	-3.6817	6.1915E+02	6.7366E-03	-7.8310E-06	182	594
321	C4H10	n-BUTANE	-6.8590	6.7393E+02	2.1973E-02	-3.0686E-05	180	425
322	C4H10	ISOBUTANE	-13.4207	1.3131E+03	4.4329E-02	-5.5793E-05	190	408
323	C4H10N2	PIPERAZINE	-19.4532	2.7745E+03	4.3501E-02	-3.4220E-05	379	638
324	C4H10O	n-BUTANOL	-5.3970	1.3256E+03	6.2223E-03	-5.5062E-06	250	563
325	C4H10O	sec-BUTANOL	-20.6736	3.5493E+03	4.0352E-02	-3.0937E-05	288	536

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
326	C4H10O	tert-BUTANOL	-35.2655	5.4737E+03	7.7742E-02	-6.3499E-05	298	506
327	C4H10O	DIETHYL ETHER	-8.5066	1.0020E+03	2.2753E-02	-2.5780E-05	233	467
328	C4H10O	METHYL-PROPYL-ETHER	-8.4519	1.0020E+03	2.2753E-02	-2.5780E-05	233	467
329	C4H10O	METHYL ISOPROPYL ETHER	-5.1341	5.5878E+02	1.4090E-02	-1.8212E-05	128	465
330	C4H10O	ISOBUTANOL	-11.9687	2.1770E+03	2.3767E-02	-2.1427E-05	211	548
331	C4H10O2	1,3-BUTANEDIOL	-24.0994	4.6841E+03	4.4009E-02	-3.0862E-05	293	643
332	C4H10O2	1,4-BUTANEDIOL	-14.3559	3.1423E+03	2.4253E-02	-1.7544E-05	293	667
333	C4H10O2	2,3-BUTANEDIOL	-6.0949	2.1560E+03	2.8597E-03	-1.0083E-06	281	611
334	C4H10O2	t-BUTYL HYDROPEROXIDE						
335	C4H10O2	1,2-DIMETHOXYETHANE	-5.7926	8.1316E+02	1.3579E-02	-1.5006E-05	215	536
336	C4H10O2	2-ETHOXYETHANOL	-10.1080	1.8207E+03	1.9143E-02	-1.6143E-05	210	569
337	C4H10O3	DIETHYLENE GLYCOL	-14.7942	3.1502E+03	2.3543E-02	-1.4786E-05	270	745
338	C4H10O4S	DIETHYL SULFATE						
339	C4H10S	n-BUTYL MERCAPTAN	-6.3227	8.9344E+02	1.4252E-02	-1.4396E-05	225	569
340	C4H10S	ISOBUTYL MERCAPTAN	-4.3170	6.6031E+02	8.9698E-03	-1.0136E-05	225	559
341	C4H10S	sec-BUTYL MERCAPTAN	-4.1544	6.4242E+02	8.5141E-03	-9.8036E-06	225	554
342	C4H10S	tert-BUTYL MERCAPTAN	-1.7534	5.2688E+02	-6.2337E-04	-5.9282E-07	274	530
343	C4H10S	DIETHYL SULFIDE	-6.1635	8.4801E+02	1.4306E-02	-1.4925E-05	225	557
344	C4H10S	ISOPROPYL-METHYL-SULFIDE	-6.1506	8.4801E+02	1.4306E-02	-1.4925E-05	225	551
345	C4H10S	METHYL-PROPYL-SULFIDE	-6.0984	8.4801E+02	1.4306E-02	-1.4925E-05	225	557
346	C4H10S2	DIETHYL DISULFIDE	-8.6196	1.3497E+03	1.7682E-02	-1.4750E-05	225	642
347	C4H11N	n-BUTYLAMINE	-7.6575	1.2106E+03	1.5854E-02	-1.5448E-05	278	532
348	C4H11N	ISOBUTYLAMINE	-6.3000	1.0270E+03	1.2630E-02	-1.3256E-05	250	514
349	C4H11N	sec-BUTYLAMINE	-4.7287	8.5139E+02	7.7286E-03	-8.3765E-06	225	514
350	C4H11N	tert-BUTYLAMINE	-8.3011	1.3490E+03	1.5924E-02	-1.5016E-05	260	484
351	C4H11N	DIETHYLAMINE	-9.2189	1.2133E+03	2.2638E-02	-2.3633E-05	240	497
352	C4H11NO	DIMETHYLETHANOLAMINE						
353	C4H11NO2	DIETHANOLAMINE	-27.9385	5.9547E+03	4.4120E-02	-2.5871E-05	301	715
354	C4H11NO2	N-AMINOETHYL ETHANOLAMINE	-30.0369	5.6570E+03	5.2553E-02	-3.2716E-05	293	699
355	C4H12N2O	2-AMINOETHOXYETHANOL	-32.0709	6.2908E+03	5.4172E-02	-3.2693E-05	298	698
356	C4H12Si	TETRAMETHYLSILANE						
357	C4H13N3	DIETHYLENE TRIAMINE	-6.9597	1.4821E+03	1.1547E-02	-9.3746E-06	234	676
358	C5C16	HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE	-10.4172	2.1941E+03	1.6514E-02	-1.0745E-05	298	746
359	C5H4O2	FURFURAL	-0.6087	2.8604E+02	4.5345E-04	-3.0939E-06	273	657
360	C5H5N	PYRIDINE	-6.8100	1.1496E+03	1.3229E-02	-1.1661E-05	232	620
361	C5H6	CYCLOPENTADIENE	-5.6949	6.5093E+02	1.5245E-02	-1.7940E-05	188	507
362	C5H6	2-METHYL-1-BUTENE-3-YNE	-2.9024	3.8325E+02	6.6626E-03	-1.0295E-05	160	492
363	C5H6	1-PENTENE-3-YNE	-3.6138	4.8914E+02	7.2390E-03	-8.8128E-06	150	520
364	C5H6	1-PENTENE-4-YNE	-3.0207	3.9788E+02	7.0631E-03	-1.0509E-05	150	503
365	C5H6N2	GLUTARONITRILE	-8.1374	1.8110E+03	1.1719E-02	-7.6393E-06	244	782
366	C5H6O2	FURFURYL ALCOHOL	-12.3697	2.2704E+03	2.3717E-02	-1.8564E-05	259	632
367	C5H6O3	GLUTARIC ANHYDRIDE	-8.9237	1.7641E+03	1.2843E-02	-7.1214E-06	328	838
368	C5H6O4	CITRACON IC ACID	-26.2612	5.2278E+03	4.2998E-02	-2.4625E-05	356	829
369	C5H6O4	ITACONIC ACID	-10.8903	2.8916E+03	1.1869E-02	-5.2006E-06	439	821
370	C5H6S	2-METHYLTHIOPHENE	-6.6049	1.0206E+03	1.3826E-02	-1.3089E-05	273	579
371	C5H6S	3-METHYLTHIOPHENE	-6.6134	1.0206E+03	1.3826E-02	-1.3089E-05	273	579
372	C5H7N	N-METHYLPYRROLE	-0.0619	3.6968E+02	-1.1876E-03	-3.1716E-06	217	610
373	C5H7NO2	ETHYL CYANOACETATE	-14.7933	2.5859E+03	2.7355E-02	-1.9234E-05	251	679
374	C5H8	CYCLOPENTENE	-3.1576	3.8500E+02	6.8491E-03	-9.1013E-06	138	507
375	C5H8	ISOPRENE	-9.9164	1.0172E+03	2.9353E-02	-3.2692E-05	273	484
376	C5H8	3-METHYL-1,2-BUTADIENE	-5.0944	5.6342E+02	1.3413E-02	-1.6605E-05	160	490
377	C5H8	2-METHYL-1,3-BUTADIENE	-5.0725	5.6342E+02	1.3413E-02	-1.6605E-05	160	483
378	C5H8	1,2-PENTADIENE	-3.7920	4.2763E+02	9.2560E-03	-1.2181E-05	136	500
379	C5H8	cis-1,3-PENTADIENE	-5.3378	5.8984E+02	1.3932E-02	-1.6748E-05	186	499
380	C5H8	trans-1,3-PENTADIENE	-5.8162	6.5547E+02	1.4971E-02	-1.7425E-05	222	500
381	C5H8	1,4-PENTADIENE	-2.6680	3.3442E+02	5.2518E-03	-8.2626E-06	125	479
382	C5H8	2,3-PENTADIENE	-4.7505	5.1167E+02	1.2667E-02	-1.5930E-05	148	497
383	C5H8	1-PENTYNE	-2.8855	3.9387E+02	7.4684E-03	-1.2463E-05	167	481
384	C5H8	2-PENTYNE	-2.9691	3.9387E+02	7.4684E-03	-1.2463E-05	167	481
385	C5H8	3-METHYL-1-BUTYNE	-2.6844	3.6528E+02	7.3057E-03	-1.3270E-05	183	463
386	C5H8	SPIROPENTANE	-2.7924	3.6528E+02	7.3057E-03	-1.3270E-05	183	463
387	C5H8N4O12	PENTAERYTHRITOL TETRANITRATE						
388	C5H8O	CYCLOPENTANONE	-53.1880	8.1650E+03	1.1041E-01	-7.9251E-05	288	626
389	C5H8O	METHYL ISOPROPENYL KETONE	-7.3581	1.0035E+03	1.7021E-02	-1.6781E-05	220	566
390	C5H8O2	ACETYLACETONE	-8.8988	1.3244E+03	2.0022E-02	-1.8365E-05	273	602
391	C5H8O2	ALLYL ACETATE	-8.8594	1.2199E+03	2.1012E-02	-2.0417E-05	240	559
392	C5H8O2	ETHYL ACRYLATE	-5.5960	8.1055E+02	1.2995E-02	-1.4271E-05	250	553
393	C5H8O2	METHYL METHACRYLATE	-4.7825	7.3478E+02	1.0258E-02	-1.1343E-05	260	564
394	C5H8O2	VINYL PROPIONATE	-6.3902	9.2664E+02	1.4476E-02	-1.5129E-05	230	546

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
395	C5H8O3	2-HYDROXYETHYL ACRYLATE	-20.5844	3.8501E+03	3.6430E-02	-2.4036E-05	260	662
396	C5H8O3	LEVULINIC ACID	-21.8785	3.8805E+03	4.0538E-02	-2.6906E-05	308	723
397	C5H8O3	METHYL ACETOACETATE	-4.8619	9.5371E+02	8.8042E-03	-8.6041E-06	210	642
398	C5H8O4	GLUTARIC ACID	-23.2118	4.5522E+03	3.9304E-02	-2.3667E-05	371	807
399	C5H9N	VALERONITRILE	-4.9993	8.1288E+02	1.0342E-02	-1.0939E-05	275	603
400	C5H9NO	n-BUTYL ISOCYANATE						
401	C5H9NO	N-METHYL-2-PYRROLIDONE	-11.7394	2.0342E+03	2.1569E-02	-1.5109E-05	249	724
402	C5H9NO4	L-GLUTAMIC ACID	-60.7700	1.4128E+04	8.4987E-02	-4.0318E-05	497	886
403	C5H10	CYCLOPENTANE	-0.5385	2.5255E+02	-2.3007E-03	-2.3062E-07	225	512
404	C5H10	2-METHYL-1-BUTENE	-3.3641	4.2134E+02	7.7836E-03	-1.1733E-05	136	465
405	C5H10	2-METHYL-2-BUTENE	-3.9960	4.7505E+02	9.9954E-03	-1.3953E-05	139	471
406	C5H10	3-METHYL-1-BUTENE	-8.7648	1.0250E+03	2.3732E-02	-2.7510E-05	273	450
407	C5H10	1-PENTENE	-5.5640	6.1906E+02	1.5123E-02	-1.9316E-05	175	465
408	C5H10	cis-2-PENTENE	-3.4667	4.1022E+02	8.4927E-03	-1.2319E-05	122	476
409	C5H10	trans-2-PENTENE	-3.7334	4.3487E+02	9.3927E-03	-1.3291E-05	133	475
410	C5H10Br2	2,3-DIBROMO-2-METHYLBUTANE	-2.7815	6.8497E+02	3.8366E-03	-4.5639E-06	289	663
411	C5H10Cl2	1,5-DICHLOROPENTANE	-2.8380	6.8497E+02	3.8366E-03	-4.5639E-06	200	663
412	C5H10O	METHYL ISOPROPYL KETONE	-5.5433	7.9650E+02	1.2368E-02	-1.3239E-05	181	553
413	C5H10O	2-PENTANONE	-7.4145	1.0492E+03	1.6999E-02	-1.6941E-05	250	561
414	C5H10O	DIETHYL KETONE	-9.2905	1.2716E+03	2.1925E-02	-2.1036E-05	274	561
415	C5H10O	VALERALDEHYDE	-2.4006	4.6830E+02	4.0666E-03	-6.6593E-06	182	554
416	C5H10O2	n-BUTYL FORMATE	-6.2873	9.9161E+02	1.3347E-02	-1.3623E-05	250	559
417	C5H10O2	ETHYL PROPIONATE	-7.3410	1.0413E+03	1.7121E-02	-1.7582E-05	250	546
418	C5H10O2	ISOBUTYL FORMATE	-9.8983	1.4374E+03	2.2751E-02	-2.1524E-05	289	551
419	C5H10O2	ISOPROPYL ACETATE	-5.3287	8.2209E+02	1.1484E-02	-1.2697E-05	216	538
420	C5H10O2	n-PROPYL ACETATE	-8.7395	1.3076E+03	1.9248E-02	-1.8348E-05	293	549
421	C5H10O2	METHYL n-BUTYRATE	-5.2565	8.0396E+02	1.1391E-02	-1.2415E-05	200	555
422	C5H10O2	2-METHYLBUTYRIC ACID	-9.1382	1.6081E+03	1.7951E-02	-1.5001E-05	298	643
423	C5H10O2	ISOVALERIC ACID	-6.7507	1.2740E+03	1.2636E+02	-1.1318E-05	244	634
424	C5H10O2	VALERIC ACID	-7.9425	1.4583E+03	1.5088E-02	-1.2781E-05	288	651
425	C5H10O2	TETRAHYDROFURFURYL ALCOHOL	-19.7007	3.4266E+03	3.7490E-02	-2.6468E-05	250	639
426	C5H10O2S	3-METHYL SULFOLANE	-5.1223	1.4211E+03	5.9806E-03	-4.0278E-06	290	817
427	C5H10O3	DIETHYL CARBONATE	-6.9038	1.0458E+03	1.5802E-02	-1.6047E-05	250	576
428	C5H10O3	ETHYL LACTATE	-20.0105	3.2123E+03	4.1891E-02	-3.2733E-05	247	588
429	C5H10S	THIACYCLOHEXANE	-5.7132	8.4801E+02	1.4306E-02	-1.4925E-05	293	600
430	C5H10S	CYCLOPENTANETHIOL	-6.0385	8.4801E+02	1.4306E-02	-1.4925E-05	225	557
431	C5H11Br	1-BROMOPENTANE	-3.9431	6.5614E+02	7.6907E-03	-8.8986E-06	186	564
432	C5H11Cl	1-CHLOROPENTANE	-3.9553	6.5614E+02	7.6907E-03	-8.8986E-06	174	568
433	C5H11Cl	1-CHLORO-3-METHYLBUTANE	-4.1014	6.5614E+02	7.6907E-03	-8.8986E-06	174	558
434	C5H11Cl	2-CHLORO-2-METHYLBUTANE	-4.0734	6.5614E+02	7.6907E-03	-8.8986E-06	200	548
435	C5H11N	N-METHYLPYRROLIDINE	-5.2640	8.7099E+02	9.7493E-03	-9.7536E-06	183	550
436	C5H11N	PIPERIDINE	-0.5054	4.9531E+02	-4.1258E-03	2.5391E-06	285	594
437	C5H11NO	tert-BUTYLFORMAMIDE	11.3399	-1.0643E+03	-2.8136E-02	1.7528E-05	289	692
438	C5H12	ISOPENTANE	-5.8108	7.0656E+02	1.4826E-02	-1.8547E-05	210	460
439	C5H12	NEOPENTANE	-4.6261	7.8569E+02	6.8775E-03	-8.1947E-06	258	434
440	C5H12	n-PENTANE	-7.1711	7.4736E+02	2.1697E-02	-2.7176E-05	143	470
441	C5H12O	2,2-DIMETHYL-1-PROPANOL	-21.3537	4.0439E+03	3.7271E-02	-2.5735E-05	327	550
442	C5H12O	tert-PENTYL-ALCOHOL						
443	C5H12O	2-METHYL-1-BUTANOL	-13.3823	2.5243E+03	2.4256E-02	-1.9091E-05	273	565
444	C5H12O	2-METHYL-2-BUTANOL	-25.3557	4.2312E+03	5.0802E-02	-3.8373E-05	264	545
445	C5H12O	3-METHYL-1-BUTANOL	-7.9943	1.7691E+03	1.1475E-02	-8.9300E-06	273	579
446	C5H12O	3-METHYL-2-BUTANOL	-4.7191	1.3883E+03	1.6744E-03	2.9612E-07	250	574
447	C5H12O	1-PENTANOL	-6.9286	1.5609E+03	9.9633E-03	-8.3534E-06	253	586
448	C5H12O	2-PENTANOL	-21.4761	3.5740E+03	4.3957E-02	-3.4712E-05	250	552
449	C5H12O	3-PENTANOL	-2.8804	1.1077E+03	-1.8779E-03	2.1199E-06	222	547
450	C5H12O	METHYL sec-BUTYL ETHER	-5.0497	6.4203E+02	1.2303E-02	-1.4886E-05	150	498
451	C5H12O	METHYL tert-BUTYL ETHER	-9.7896	1.2002E+03	2.6168E-02	-2.8297E-05	219	497
452	C5H12O	METHYL ISOBUTYL ETHER	-4.3736	5.8318E+02	1.0287E-02	-1.3123E-05	150	497
453	C5H12O	ETHYL PROPYL ETHER	-5.7475	7.2196E+02	1.4621E-02	-1.7401E-05	200	500
454	C5H12O2	ETHYLENE GLYCOL MONOPROPYL ETHER	-7.7167	1.6490E+03	1.1781E-02	-9.5068E-06	224	582
455	C5H12O2	NEOPENTYL GLYCOL	-70.1674	1.2205E+04	1.3211E-01	-8.4759E-05	400	643
456	C5H12O2	1,5-PENTANEDIOL	-7.0464	2.3070E+03	5.2107E-03	-2.3581E-06	263	673
457	C5H12O3	2-(2-METHOXYETHOXY)ETHANOL	-9.0628	1.7101E+03	1.7174E-02	-1.4454E-05	240	630
458	C5H12O4	PENTAERYTHRITOL	50.8517	-1.1053E+04	-7.2356E-02	3.0441E-05	534	780
459	C5H12S	n-PENTYL MERCAPTAN	-4.6076	7.4223E+02	9.1728E-03	-9.5706E-06	197	598
460	C5H12S	BUTYL-METHYL-SULFIDE	-4.5547	7.4223E+02	9.1728E-03	-9.5706E-06	197	591
461	C5H12S	ETHYL-PROPYL-SULFIDE	-4.5784	7.4223E+02	9.1728E-03	-9.5706E-06	197	584
462	C5H12S	2-METHYL-2-BUTANETHIOL	-4.7261	7.4223E+02	9.1728E-03	-9.5706E-06	197	566
463	C5H13N	n-PENTYLAMINE	-6.7617	1.1650E+03	1.3126E-02	-1.2846E-05	218	555

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	D	Tmin	Tmax
464	C5H13NO2	METHYL DIETHANOLAMINE	-12.0930	2.9675E+03	1.6516E-02	-1.0129E-05	252	678
465	C6Cl6	HEXACHLOROBENZENE	-33.4785	7.1609E+03	5.2053E-02	-2.8454E-05	502	825
466	C6F6	HEXAFLUOROBENZENE	26.0147	-2.4756E+03	-7.7839E-02	6.7076E-05	278	517
467	C6H3Cl2O4	1-CHLORO-2,4-DINITROBENZENE	-18.8604	3.8454E+03	3.0491E-02	-1.7891E-05	327	814
468	C6H3Cl2NO2	1,2-DICHLORO-4-NITROBENZENE	-16.9196	3.2771E+03	2.9025E-02	-1.8435E-05	316	758
469	C6H3Cl3	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	-7.5691	1.4901E+03	1.3010E-02	-9.7071E-06	290	725
470	C6H3N3O6	1,3,5-TRINITROBENZENE	-25.8759	6.0592E+03	3.4686E-02	-1.5994E-05	398	1005
471	C6H4Br2	m-DIBROMOBENZENE	-11.7673	2.1521E+03	2.0981E-02	-1.3972E-05	266	761
472	C6H4ClNO2	m-CHLORONITROBENZENE	-7.4607	1.4381E+03	1.3542E-02	-1.0431E-05	318	742
473	C6H4ClNO2	o-CHLORONITROBENZENE	-15.4421	2.8372E+03	2.7503E-02	-1.8034E-05	306	757
474	C6H4ClNO2	p-CHLORONITROBENZENE	-20.9286	3.7707E+03	3.8037E-02	-2.4642E-05	357	751
475	C6H4Cl2	m-DICHLOROBENZENE	-4.6414	8.2076E+02	8.8567E-03	-8.1810E-06	248	684
476	C6H4Cl2	o-DICHLOROBENZENE	-3.8623	7.8030E+02	6.3271E-03	-5.8508E-06	256	705
477	C6H4Cl2	p-DICHLOROBENZENE	-6.6362	1.1967E+03	1.2224E-02	-9.9914E-06	326	685
478	C6H4F2	m-DIFLUOROBENZENE	-4.8543	8.2076E+02	8.8567E-03	-8.1810E-06	250	552
479	C6H4F2	o-DIFLUOROBENZENE	-4.1929	7.8030E+02	6.3271E-03	-5.8508E-06	256	554
480	C6H4F2	p-DIFLUOROBENZENE	-4.1583	7.8030E+02	6.3271E-03	-5.8508E-06	261	556
481	C6H4N2O4	m-DINITROBENZENE	-8.5112	1.8823E+03	1.3972E-02	-9.7139E-06	364	805
482	C6H4N2O4	o-DINITROBENZENE	-22.2948	4.6876E+03	3.5439E-02	-2.0308E-05	390	831
483	C6H4N2O4	p-DINITROBENZENE	-25.9514	5.3986E+03	4.2022E-02	-2.4436E-05	447	803
484	C6H5Br	BROMOBENZENE	-6.5135	1.0984E+03	1.2749E-02	-1.0749E-05	242	670
485	C6H5Cl	MONOCHLOROBENZENE	-4.8717	8.2340E+02	9.1981E-03	-8.6530E-06	250	632
486	C6H5ClO	m-CHLOROPHENOL	-39.6221	6.8879E+03	7.3543E-02	-4.6375E-05	306	729
487	C6H5ClO	o-CHLOROPHENOL	-15.0741	2.6314E+03	2.9170E-02	-2.1317E-05	282	675
488	C6H5ClO	p-CHLOROPHENOL	-16.6697	3.2044E+03	2.9330E-02	-1.9280E-05	316	738
489	C6H5Cl2N	3,4-DICHLOROANILINE	-15.9808	3.1009E+03	2.4746E-02	-1.3793E-05	345	800
490	C6H5F	FLUOROBENZENE	-6.5062	9.7585E+02	1.4152E-02	-1.4056E-05	232	560
491	C6H5I	IODOBENZENE	-6.7338	1.2140E+03	1.2409E-02	-9.6198E-06	242	721
492	C6H5NO2	NITROBENZENE	-7.7710	1.4019E+03	1.4653E-02	-1.1512E-05	273	719
493	C6H6	BENZENE	-7.4005	1.1815E+03	1.4888E-02	-1.3713E-05	285	562
494	C6H6ClN	m-CHLOROANILINE	-14.2377	2.6141E+03	2.4952E-02	-1.6249E-05	263	751
495	C6H6ClN	o-CHLOROANILINE	-12.7917	2.3163E+03	2.3202E-02	-1.6047E-05	271	722
496	C6H6ClN	p-CHLOROANILINE	-10.8969	2.0918E+03	1.9036E-02	-1.3102E-05	328	754
497	C6H6N2	cis-DICYANO-1-BUTENE	-9.4027	2.0397E+03	1.4323E-02	-9.9881E-06	249	691
498	C6H6N2	trans-DICYANO-1-BUTENE	-10.3176	2.1809E+03	1.6236E-02	-1.1299E-05	260	689
499	C6H6N2	1,4-DICYANO-2-BUTENE	-30.6811	5.7439E+03	5.3148E-02	-3.2357E-01	349	755
500	C6H6N2O2	m-NITROANILINE	-21.4002	4.5473E+03	3.0755E-02	-1.5638E-05	387	815

Fuente: Acondicionamiento de la Base de Datos del ChemCAD 5.2.

ANEXO 13

Conductividad térmica de líquidos

$$\text{Log}_{10}(kL) = A + B \left(1 - \frac{T}{C}\right)^{27}$$

Donde:

- kL = Conductividad térmica de líquido (W/m.K)
- A, B, C = Coeficiente de regresión de compuestos químico
- T = Temperatura (K)
- Tmin = Temperatura mínima (K)
- Tmax = Temperatura máxima (K)

Tabla A.4. Conductividad térmica de líquidos

Nº	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
1	CBrClF2	BROMOCHLORODIFLUOROMETHANE	-1.1059	0.2320	426.15	114	405
2	CBrCl3	BROMOTRICHLOROMETHANE	-1.8873	1.0168	606.00	252	576
3	CBrF3	BROMOTRIFLUOROMETHANE	-2.0074	1.1951	340.15	105	323
4	CB2F2	DIBROMODIFLUOROMETHANE	-1.6881	0.9967	478.00	163	454
5	CClF3	CHLOROTRIFLUOROMETHANE	-1.6922	0.9350	301.96	92	287
6	CClN	CYANOGEN CHLORIDE	-1.5416	1.0380	449.00	267	427
7	CCl2F2	DICHLORODIFLUOROMETHANE	-1.8990	1.1855	384.95	115	366
8	CCl2O	PHOSGENE	-1.4013	0.7045	455.00	145	432
9	CCl3F	TRICHLOROFLUOROMETHANE	-1.9663	1.2354	471.20	162	448
10	CCl4	CARBON TETRACHLORIDE	-1.8791	1.0875	556.35	250	529
11	CF2O	CARBONYL FLUORIDE	-1.4494	1.0257	297.00	162	282
12	CF4	CARBON TETRAFLUORIDE	-1.7559	0.9890	227.50	90	216
13	CHBr3	TRIBROMOMETHANE	-1.9473	1.1088	696.00	281	661
14	CHClF2	CHLORODIFLUOROMETHANE	-1.6896	1.0163	369.30	116	351
15	CHCl2F	DICHLOROFLUOROMETHANE	-1.8416	1.1592	451.58	138	429
16	CHCl3	CHLOROFORM	-1.5271	0.7577	536.40	210	510
17	CHF3	TRIFLUOROMETHANE	-1.6073	0.9937	298.89	118	284
18	CHI3	TRIIODOMETHANE	-1.7076	0.5740	794.55	396	755
19	CHN	HYDROGEN CYANIDE	-1.4117	1.0351	456.65	260	434
20	CHNS	ISOTH IOCY AN IC-ACID					
21	CH2BrCl	BROMOCHLOROMETHANE	-1.7805	0.9975	557.00	185	529
22	CH2Br2	DIBROMOMETHANE	-1.9470	1.1902	611.00	221	580
23	CH2ClF	CHLOROFLUOROMETHANE	-1.1872	0.3845	424.91	140	404
24	CH2Cl2	DICHLOROMETHANE	-1.8069	1.2216	510.00	178	485
25	CH2F2	DIFLUOROMETHANE	-1.5190	1.0688	351.60	137	334
26	CH2I2	DIIODOMETHANE	-2.3257	1.5226	747.00	279	710
27	CH2O	FORMALDEHYDE					
28	CH2O2	FORMIC ACID	-0.8626	0.3692	580.00	282	551
29	CH3Br	METHYL BROMIDE	-1.7379	1.0082	467.00	180	444
30	CH3Cl	METHYL CHLORIDE	-1.7528	1.3686	416.25	175	395
31	CH3Cl3Si	METHYL TRICHLOROSILANE	-1.6182	0.9960	517.00	195	491
32	CH3F	METHYL FLUORIDE	-1.2953	0.9173	317.70	131	302
33	CH3I	METHYL IODIDE	-1.8201	0.9896	528.00	207	502
34	CH3NO	FORMAMIDE	-0.6492	0.2262	771.00	276	732
35	CH3NO2	NITROMETHANE	-1.5364	1.0441	588.15	245	559
36	CH3NO2	METHYL-NITRITE					
37	CH3NO3	METHYL-NITRATE					
38	CH4	METHANE	-1.0976	0.5387	190.58	91	181
39	CH4Cl2Si	METHYL DICHLOROSILANE	-1.6664	0.9997	483.00	183	459
40	CH4O	METHANOL	-1.1793	0.6191	512.58	175	487
41	CH4O3S	METHANESULFONIC ACID					
42	CH4S	METHYL MERCAPTAN					
43	CH5ClSi	METHYL CHLOROSILANE	-1.6000	0.9860	442.00	139	420
44	CH5N	METHYLAMINE	-1.0947	0.5539	430.05	180	409
45	CH6Si	METHYL SILANE	-1.5494	0.9862	352.50	116	335
46	CN4O8	TETRANITROMETHANE	-1.7461	1.0399	540.00	287	513
47	CO	CARBON MONOXIDE	-1.7115	1.1359	132.92	68	126

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
48	COS	CARBONYL SULFIDE	-1.5784	0.9882	378.80	134	360
49	CO2	CARBON DIOXIDE	-1.3679	0.8092	304.19	217	289
50	CS2	CARBON DISULFIDE	-1.2917	0.5809	552.00	162	524
51	C2BrF3	BROMOTRIFLUOROETHYLENE	-1.8388	0.9861	432.00	162	410
52	C2Br2F4	1,2-DIBROMOTETRAFLUOROETHANE	-1.9334	0.9638	487.80	163	463
53	C2ClF3	CHLOROTRIFLUOROETHYLENE	-1.3362	0.5001	379.15	115	360
54	C2ClF5	CHLOROPENTAFLUOROETHANE	-1.8980	1.0488	353.15	174	335
55	C2Cl2F4	1,2-DICHLOROTETRAFLUOROETHANE	-1.7806	0.8820	418.85	179	398
56	C2Cl3F3	1,1,2-TRICHLOROTRIFLUOROETHANE	-1.9265	1.0580	487.25	238	463
57	C2Cl4	TETRACHLOROETHYLENE	-2.0968	1.3739	620.00	251	589
58	C2Cl4F2	1,1,2,2-TETRACHLORODIFLUOROETHANE	-1.6650	0.7165	551.00	299	523
59	C2Cl4O	TRICHLOROACETYL CHLORIDE	-1.7653	1.0299	590.00	273	561
60	C2Cl6	HEXACHLOROETHANE					
61	C2F4	TETRAFLUOROETHYLENE					
62	C2F6	HEXAFLUOROETHANE	-1.7571	0.9052	292.80	172	278
63	C2HBrClF3	HALOTHANE	-1.8115	1.0047	521.00	223	495
64	C2HClF5	2-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHYLENE	-1.7408	0.9926	400.55	135	381
65	C2HCl3	TRICHLOROETHYLENE	-2.1042	1.4428	571.00	188	542
66	C2HCl3O	DICHLOROACETYL CHLORIDE	-1.7322	1.0211	579.00	298	550
67	C2HCl3O	TRICHLOROACETALDEHYDE	-1.7155	0.9989	565.00	216	537
68	C2HCl5	PENTACHLOROETHANE	-1.8582	0.9887	665.00	244	632
69	C2HF3	TRIFLUOROETHENE	-1.2321	0.3890	347.22	95	330
70	C2HF3O2	TRIFLUOROACETIC ACID	-1.5757	1.0271	491.25	258	467
71	C2HF5	PENTAFLUOROETHANE	-1.7216	0.9650	342.00	170	325
72	C2H2	ACETYLENE					
73	C2H2Br4	1,1,2,2-TETRABROMOETHANE	-1.5070	0.4990	824.00	273	783
74	C2H2Cl2	1,1-DICHLOROETHYLENE	-1.7266	0.9964	482.00	151	458
75	C2H2Cl2	cis-1,2-DICHLOROETHYLENE	-1.7165	0.9901	527.00	193	501
76	C2H2Cl2	trans-1,2-DICHLOROETHYLENE	-1.7117	0.9782	508.00	223	483
77	C2H2Cl2O	CHLOROACETYL CHLORIDE	-1.6852	1.0377	581.00	251	552
78	C2H2Cl2O	DICHLOROACETALDEHYDE	-1.6851	0.9984	555.00	223	527
79	C2H2Cl2O2	DICHLOROACETIC ACID	-1.5872	1.0111	686.00	287	652
80	C2H2Cl3F	1,1,1-TRICHLOROFLUOROETHANE	-1.8131	0.9980	565.00	220	537
81	C2H2Cl4	1,1,1,2-TETRACHLOROETHANE	-1.9394	1.1331	624.00	203	593
82	C2H2Cl4	1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	-1.7916	1.0073	645.00	229	613
83	C2H2F2	1,1-DIFLUOROETHYLENE	-1.6721	0.9990	302.80	129	288
84	C2H2F2	cis-1,2-DIFLUOROETHENE	-1.1268	0.3281	394.67	108	375
85	C2H2F2	trans-1,2-DIFLUOROETHENE	-1.1268	0.3281	394.67	108	375
86	C2H2F4	1,1,1,2-TETRAFLUOROETHANE	-1.7425	0.9769	380.00	172	361
87	C2H2O	KETENE	-1.5301	0.9860	370.00	122	352
88	C2H2O4	OXALIC ACID					
89	C2H3Br	VINYL BROMIDE	-1.7532	1.0010	473.00	135	449
90	C2H3Cl	VINYL CHLORIDE	-1.7110	0.9777	432.00	119	410
91	C2H3ClF2	1-CHLORO-1,1-DIFLUOROETHANE	-1.7037	0.9591	410.20	142	390
92	C2H3ClO	ACETYL CHLORIDE	-1.6413	0.9858	508.00	160	483
93	C2H3ClO	CHLOROACETALDEHYDE	-1.6434	1.0212	555.00	293	527
94	C2H3ClO2	CHLOROACETIC ACID	-1.3157	0.5349	686.00	333	652
95	C2H3ClO2	METHYL CHLOROFORMATE	-1.6454	0.9973	525.00	192	499
96	C2H3Cl3	1,1,1-TRICHLOROETHANE	-1.7352	0.9286	545.00	243	518
97	C2H3Cl3	1,1,2-TRICHLOROETHANE	-2.6567	2.1686	602.00	237	572
98	C2H3F	VINYL FLUORIDE	-1.1468	0.4921	327.80	113	311
99	C2H3F3	1,1,1-TRIFLUOROETHANE	-1.7049	0.9726	346.25	162	329
100	C2H3N	ACETONITRILE	-1.5248	1.0023	545.50	229	518
101	C2H3NO	METHYL ISOCYANATE	-1.6639	1.0134	505.00	256	480
102	C2H4	ETHYLENE	-1.3314	0.8527	282.36	104	268
103	C2H4Br2	1,1-DIBROMOETHANE	-1.8696	1.0151	628.00	210	597
104	C2H4Br2	1,2-DIBROMOETHANE	-1.5732	0.6869	650.15	283	618
105	C2H4Cl2	1,1-DICHLOROETHANE	-1.7265	0.9930	523.00	176	497
106	C2H4Cl2	1,2-DICHLOROETHANE	-1.6509	0.9701	561.00	237	533
107	C2H4Cl2O	BIS(CHLOROMETHYL)ETHER	-1.7290	0.9999	579.00	232	550
108	C2H4F2	1,1-DIFLUOROETHANE	-1.6971	1.0889	386.60	156	367
109	C2H4F2	1,2-DIFLUOROETHANE	-1.6318	0.9762	476.00	215	452
110	C2H4I2	1,2-DI-IODOETHANE	-1.4948	0.3995	749.91	356	712
111	C2H4O	ACETALDEHYDE	-1.4826	0.9821	461.00	150	438
112	C2H4O	ETHYLENE OXIDE	-1.4656	0.8777	469.15	161	446
113	C2H4OS	THIOACETIC-ACID	-1.0457	0.1872	577.34	150	548
114	C2H4O2	ACETIC ACID	-1.2836	0.5893	592.71	290	563
115	C2H4O2	METHYL FORMATE	-1.4729	0.9778	487.20	174	463
116	C2H4S	THIACYCLOPROPANE	-1.0471	0.2475	555.00	165	527

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
117	C2H5Br	BROMOETHANE	-1.7584	1.0024	503.80	155	479
118	C2H5Cl	ETHYL CHLORIDE	-2.0001	1.4496	460.35	137	437
119	C2H5ClO	2-CHLOROETHANOL	-1.6860	0.9969	585.00	206	556
120	C2H5F	ETHYL FLUORIDE	-1.5942	0.9970	375.31	130	357
121	C2H5I	ETHYL IODIDE	-1.8611	1.0025	561.00	162	533
122	C2H5N	ETHYLENEIMINE	-1.5062	0.9900	537.00	195	510
123	C2H5NO	ACETAMIDE	-2.1785	1.9059	761.00	354	723
124	C2H5NO	N-METHYLFORMAMIDE	-0.9309	0.2775	721.00	269	685
125	C2H5NO2	NITROETHANE	-1.5543	0.9394	593.00	184	563
126	C2H5NO3	ETHYL-NITRATE					
127	C2H6	ETHANE	-1.3474	0.7003	305.42	90	290
128	C2H6AlCl	DIMETHYLALUMINUM CHLORIDE	-1.6842	0.9995	619.00	252	588
129	C2H6O	DIMETHYL ETHER	-1.5099	0.9936	400.10	132	380
130	C2H6O	ETHANOL	-1.3172	0.6987	516.25	159	490
131	C2H6OS	DIMETHYL SULFOXIDE	-2.3306	1.7746	726.00	292	690
132	C2H6O2	ETHYLENE GLYCOL	-0.5918		645.00	260	613
133	C2H6O4S	DIMETHYL SULFATE	-1.6460	0.9860	758.00	241	720
134	C2H6S	DIMETHYL SULFIDE	-1.6145	0.9868	503.04	175	478
135	C2H6S	ETHYL MERCAPTAN					
136	C2H6S2	DIMETHYL DISULFIDE	-1.6601	0.9837	606.00	188	576
137	C2H7N	DIMETHYLAMINE	-1.2557	0.6069	437.65	181	416
138	C2H7N	ETHYLAMINE	-0.7418	0.0838	456.15	192	433
139	C2H7NO	MONOETHANOLAMINE	-1.3743	1.0185	638.00	284	606
140	C2H8N2	ETHYLENEDIAMINE	-1.4651	1.0149	593.00	284	563
141	C2H8Si	DIMETHYL SILANE	-1.5839	0.9852	402.00	123	382
142	C2N2	CYANOGEN	-1.3833	1.0380	400.15	245	380
143	C3F6	HEXAFLUOROPROPYLENE	-1.8426	0.9978	368.00	117	350
144	C3F6O	HEXAFLUOROACETONE	-1.8604	0.9867	357.14	151	339
145	C3F8	OCTAFLUOROPROPANE	-1.8913	0.9905	345.05	125	328
146	C3H2N2	MALONONITRILE	-0.9680	0.4645	715.00	305	679
147	C3H3Cl	PROPARGYL CHLORIDE	-1.6852	1.0209	541.00	293	514
148	C3H3N	ACRYLONITRILE	-2.1221	1.7052	535.00	190	508
149	C3H3NO	OXAZOLE	-1.7525	0.9870	554.00	200	526
150	C3H4	METHYLACETYLENE	-1.6189	1.0028	402.39	170	382
151	C3H4	PROPADIENE	-1.6287	0.9897	393.15	137	373
152	C3H4Cl2	2,3-DICHLOROPROPENE	-1.7388	0.9897	577.00	192	548
153	C3H4O	ACROLEIN	-1.5489	0.9977	506.00	185	481
154	C3H4O	PROPARGYL ALCOHOL	-1.5717	0.9908	580.00	221	551
155	C3H4O2	ACRYLIC ACID	-1.6101	0.9742	615.00	287	584
156	C3H4O2	beta-PROPIOLACTONE	-1.5242	0.9924	686.00	240	652
157	C3H4O2	VINYL FORMATE	-1.5429	0.9761	498.00	200	473
158	C3H4O3	ETHYLENE CARBONATE					
159	C3H4O4	PYRUVIC ACID	-1.6684	1.0168	634.52	287	603
160	C3H5Br	3-BROMO-1-PROPENE	-1.1684	0.2156	540.20	154	513
161	C3H5Cl	2-CHLOROPROPENE	-1.6818	1.0038	478.00	136	454
162	C3H5Cl	3-CHLOROPROPENE	-1.6775	1.0055	514.15	139	488
163	C3H5ClO	alpha-EPICHLOROHYDRIN	-1.7020	0.9936	610.00	216	580
164	C3H5ClO2	METHYL CHLOROACETATE	-1.6783	1.0052	600.00	241	570
165	C3H5ClO2	ETHYL CHLOROFORMATE	-1.5969	1.0052	508.15	192	483
166	C3H5Cl3	1,2,3-TRICHLOROPROPANE	-1.7903	0.9867	652.00	258	619
167	C3H5I	3-iodo-1-propene	-1.2243	0.1967	595.81	174	566
168	C3H5N	PROPIONITRILE	-1.5733	0.9918	564.40	180	536
169	C3H5NO	ACRYLAMIDE	-1.7139	1.0196	710.00	358	675
170	C3H5NO	HYDRACRYLONITRILE	-1.3772	0.9962	690.00	227	656
171	C3H5NO	LACTONITRILE	-1.4913	1.0030	643.00	233	611
172	C3H5N3O9	NITROGLYCERINE					
173	C3H6	CYCLOPROPANE	-1.5958	0.9876	397.91	146	378
174	C3H6	PROPYLENE	-1.4376	0.7718	364.76	88	347
175	C3H6Br2	1,2-DIBROMOPROPANE	-1.2694	0.2067	634.11	218	602
176	C3H6Cl2	1,1-DICHLOROPROPANE	-1.7409	0.9837	560.00	200	532
177	C3H6Cl2	1,2-DICHLOROPROPANE	-2.3301	1.7507	572.00	173	543
178	C3H6Cl2	1,3-DICHLOROPROPANE	-1.7461	1.0000	603.00	174	573
179	C3H6Cl2	2,2-DICHLOROPROPANE	-1.3921	0.5137	539.46	239	512
180	C3H6I2	1,2-DIIODOPROPANE	-1.3093	0.1522	780.49	253	741
181	C3H6O	ACETONE	-1.3857	0.7643	508.20	178	483
182	C3H6O	ALLYL ALCOHOL	-1.5961	0.9943	545.05	144	518
183	C3H6O	METHYL VINYL ETHER	-1.5601	0.9963	437.00	151	415
184	C3H6O	n-PROPIONALDEHYDE	-1.5067	0.9267	496.00	193	471
185	C3H6O	1,2-PROPYLENE OXIDE	-1.5287	1.0014	482.25	161	458

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
186	C3H6O	1,3-PROPYLENE OXIDE	-1.6834	1.0446	520.00	255	494
187	C3H6O2	ETHYL FORMATE	-1.4474	0.8436	508.40	194	483
188	C3H6O3	METHYL ACETATE	-1.6616	1.0979	506.80	175	481
189	C3H6O4	PROPIONIC ACID	-1.2207	0.4764	604.00	252	574
190	C3H6O2S	3-MERCAPTOPROPIONIC ACID	-1.5614	1.0081	729.00	291	693
191	C3H6O3	LACTIC ACID	-0.3904	0.0057	616.00	291	585
192	C3H6O3	METHOXYACETIC ACID	-1.5621	1.0070	691.00	281	656
193	C3H6O3	TRIOXANE	-1.6457	1.0284	604.00	335	574
194	C3H6S	THIACYCLOBUTANE	-1.0826	0.2390	603.00	200	573
195	C3H7Br	1-BROMOPROPANE	-1.6989	0.8779	544.00	163	517
196	C3H7Br	2-BROMOPROPANE	-1.8087	0.9932	532.00	184	505
197	C3H7Cl	ISOPROPYL CHLORIDE	-1.6811	0.9975	489.00	156	465
198	C3H7Cl	n-PROPYL CHLORIDE	-1.4818	0.7346	503.15	150	478
199	C3H7F	1-FLUOROPROPANE	-1.0825	0.2855	422.00	114	401
200	C3H7F	2-FLUOROPROPANE	-1.1685	0.3901	415.68	140	395
201	C3H7I	ISOPROPYL IODIDE	-1.8432	0.9338	578.00	183	549
202	C3H7I	n-PROPYL IODIDE	-1.8930	1.0239	593.00	172	563
203	C3H7N	ALLYLAMINE	-1.1389	0.5366	505.00	185	480
204	C3H7N	PROPYLENIMINE	-1.6207	1.0022	529.00	229	503
205	C3H7NO	N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	-1.4326	0.8321	647.00	213	615
206	C3H7NO	N-METHYLACETAMIDE	-1.6399	1.0055	718.00	301	682
207	C3H7NO2	1-NITROPROPANE	-1.5785	0.9348	605.00	169	575
208	C3H7NO2	2-NITROPROPANE	-1.5223	0.8227	594.00	182	564
209	C3H7NO3	PROPYL-NITRATE					
210	C3H7NO3	ISOPROPYL-NITRATE					
211	C3H8	PROPANE	-1.2127	0.6611	369.82	85	351
212	C3H8O	ISOPROPANOL	-1.3721	0.6580	508.31	185	483
213	C3H8O	METHYL ETHYL ETHER	-1.5603	0.9786	437.80	160	416
214	C3H8O	n-PROPANOL	-1.2131	0.5097	536.71	147	510
215	C3H8O2	2-METHOXYETHANOL	-1.0528	0.4122	564.00	188	536
216	C3H8O2	METHYLAL	-1.5966	0.9909	480.60	168	457
217	C3H8O2	1,2-PROPYLENE GLYCOL	-0.8118	0.1372	626.00	213	595
218	C3H8O2	1,3-PROPYLENE GLYCOL	-0.4653	-0.2405	658.00	250	390
219	C3H8O3	GLYCEROL	-0.3550	-0.2097	723.00	293	550
220	C3H8S	n-PROPYLMERCAPTAN	-1.6489	0.9858	536.00	160	509
221	C3H8S	ISOPROPYL MERCAPTAN	-1.6600	0.9791	517.00	143	491
222	C3H8S	ETHYL-METHYL-SULFIDE	-1.0885	0.2416	532.80	167	506
223	C3H9N	n-PROPYLAMINE	-1.1416	0.4932	496.95	190	472
224	C3H9N	ISOPROPYLAMINE	-1.5363	0.9005	471.85	178	448
225	C3H9N	TRIMETHYLAMINE	-1.6174	0.9865	433.25	156	412
226	C3H9NO	1-AMINO-2-PROPANOL	-1.5902	1.0148	614.00	275	583
227	C3H9NO	3-AMINO-1-PROPANOL	-1.5366	1.0157	649.00	284	617
228	C3H9NO	METHYLETHANOLAMINE	-1.5791	1.0121	630.00	269	599
229	C3H9O4P	TRIMETHYL PHOSPHATE					
230	C3H10N2	1,2-PROPANEDIAMINE	-1.5008	1.0033	587.00	237	558
231	C3H10Si	TRIMETHYL SILANE	-1.6641	0.9872	432.00	137	410
232	C4Cl4S	TETRACHLOROTHIOPHENE					
233	C4Cl6	HEXACHLORO-1,3-BUTADIENE	-1.9958	0.9923	741.00	252	704
234	C4F8	OCTAFLURO-2-BUTENE	-1.8993	0.9952	392.00	138	372
235	C4F8	OCTAFLUROCYCLOBUTANE	-1.9271	1.1242	388.37	233	369
236	C4F10	DECAFLUROBUTANE	-1.9336	0.9892	386.35	145	367
237	C4H2	BUTADIYNE(BIACETYLENE)	-1.8537	1.2964	478.02	237	454
238	C4H2O3	MALEIC ANHYDRIDE	-1.6158	1.0110	721.00	326	685
239	C4H4	VINYLACETYLENE					
240	C4H4N2	SUCCINONITRILE	-1.4849	1.0114	770.00	331	732
241	C4H4O	FURAN	-1.6602	0.9948	490.15	188	466
242	C4H4O2	DIKETENE	-1.6106	1.0085	616.00	267	585
243	C4H8O3	SUCCINIC ANHYDRIDE	-1.5742	1.0180	811.00	393	770
244	C4H4O4	FUMARIC ACID	-1.6471	0.8844	771.00	560	732
245	C4H4O4	MALEIC ACID	-1.5672	0.9720	773.00	403	734
246	C4H4S	THIOPHENE	-1.4069	0.7030	579.35	235	550
247	C4H5Cl	CHLOROPRENE	-2.5064	2.0553	525.00	143	499
248	C4H5N	trans-CROTONITRILE	-1.6587	1.0017	586.00	222	557
249	C4H5N	cis-CROTONITRILE	-1.6238	1.0033	568.00	201	540
250	C4H5N	METHACRYLONITRILE	-1.5773	1.0053	554.00	237	526
251	C4H5N	PYRROLE	-1.6178	0.9977	639.75	250	608
252	C4H5N	VINYLACETONITRILE	-1.6149	0.9895	584.00	186	555
253	C4H5NO2	METHYL CYANOACETATE	-1.5042	0.9878	687.00	260	653
254	C4H6	CYCLOBUTENE	-1.1401	0.3900	446.33	154	424

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
255	C4H6	1,2-BUTADIENE	-1.6517	0.9876	444.00	137	422
256	C4H6	1,3-BUTADIENE	-1.6512	0.9899	425.37	164	404
257	C4H6	DIMETHYLACETYLENE	-1.6900	1.0114	488.15	241	464
258	C4H6	ETHYLACETYLENE	-1.6463	0.9884	443.20	147	421
259	C4H6Cl2	1,3-DICHLORO-trans-2-BUTENE	-1.7525	0.9775	618.00	276	587
260	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-cis-2-BUTENE	-1.7539	0.9849	640.00	225	608
261	C4H6Cl2	1,4-DICHLORO-trans-2-BUTENE	-1.7509	0.9805	646.00	274	614
262	C4H6Cl2	3,4-DICHLORO-1-BUTENE	-1.7639	0.9906	589.00	212	560
263	C4H6O	trans-CROTONALDEHYDE	-1.9879	1.6110	571.00	197	542
264	C4H6O	2,5-DIHYDROFURAN	-1.6927	1.0187	542.00	273	515
265	C4H6O	DIVINYL ETHER	-1.5983	0.9879	463.00	172	440
266	C4H6O	METHACROLE IN	-1.6470	0.9896	530.00	192	504
267	C4H6O2	2-BUTYNE-1,4-DIOL	-1.5373	1.0296	695.00	331	660
268	C4H6O2	gamma-BUTYROLACTONE	-1.6401	0.9843	739.00	230	702
269	C4H6O2	cis-CROTONIC ACID	-1.6538	1.0211	647.00	289	615
270	C4H6O2	trans-CROTONIC ACID	-1.5922	0.9597	666.00	345	633
271	C4H6O2	METHACRYLIC ACID	-1.6272	0.9747	643.00	288	611
272	C4H6O2	METHYL ACRYLATE	-1.5867	0.9925	536.00	196	509
273	C4H6O2	VINYL ACETATE	-1.7519	1.1895	524.00	180	498
274	C4H6O3	ACETIC ANHYDRIDE	-1.3593	0.7106	569.15	200	541
275	C4H6O4	SUCCINIC ACID	-1.5555	0.9783	806.00	461	766
276	C4H6O5	DIGLYCOLIC ACID	-1.5871	1.0334	820.00	421	779
277	C4H6O5	MALIC ACID	-1.5921	1.0366	781.00	403	742
278	C4H6O6	TARTARIC ACID	-1.5788	1.0606	828.00	479	787
279	C4H7N	n-BUTYRONITRILE	-1.5713	0.9796	582.25	161	553
280	C4H7N	ISOBUTYRONITRILE	-1.5949	0.9952	565.00	202	537
281	C4H7NO	ACETONE CYANOHYDRIN	-1.4284	0.9965	647.00	253	615
282	C4H7NO	2-METHACRYLAMIDE	-1.6405	1.0253	741.00	384	704
283	C4H7NO	3-METHOXYPROPIONITRILE	-1.6418	0.9917	638.00	210	606
284	C4H7NO	2-PYRROLIDONE	-1.5852	1.0000	792.00	298	752
285	C4H8	1-BUTENE	-1.6539	0.9786	419.59	88	399
286	C4H8	cis-2-BUTENE	-1.6584	0.9867	435.58	134	414
287	C4H8	trans-2-BUTENE	-1.6736	0.9990	428.63	168	407
288	C4H8	CYCLOBUTANE	-1.6584	0.9979	459.93	182	437
289	C4H8	ISOBUTENE	-1.4902	0.8491	417.90	133	397
290	C4H8Br2	1,2-DIBROMOBUTANE	-1.2556	0.1727	659.28	208	626
291	C4H8Br2	2,3-DIBROMOBUTANE	-1.2832	0.2074	656.96	239	624
292	C4H8Cl2	1,4-DICHLOROBUTANE	-1.7598	0.9887	641.00	236	609
293	C4H8I2	1,2-DIODOBUTANE	-1.3561	0.2007	726.41	279	690
294	C4H8O	n-BUTYRALDEHYDE	-1.4504	0.7790	525.00	177	499
295	C4H8O	ISOBUTYRALDEHYDE	-2.4296	2.0609	507.00	208	482
296	C4H8O	1,2-EPDXYBUTANE	-1.5694	0.9987	526.00	123	500
297	C4H8O	METHYL ETHYL KETONE	-1.4647	0.7938	535.50	186	509
298	C4H8O	ETHYL VINYL ETHER	-1.6073	0.9976	475.15	157	451
299	C4H8O	TETRAHYDROFURAN	-1.7003	0.9827	540.15	165	513
300	C4H8O2	cis-2-BUTENE-1,4-DIOL	-1.5334	0.9829	677.88	284	644
301	C4H8O2	trans-2-BUTENE-1,4-DIOL	-1.5265	0.9756	681.00	300	647
302	C4H8O2	ISOBUTYRIC ACID	-1.6358	0.9707	609.15	227	579
303	C4H8O2	n-BUTYRIC ACID	-1.3420	0.6161	628.00	268	597
304	C4H8O2	1,4-DIOXANE	-2.1607	1.6668	587.00	285	558
305	C4H8O2	ETHYL ACETATE	-1.6938	1.0862	523.30	190	497
306	C4H8O2	METHYL PROPIONATE	-1.4504	0.7831	530.60	186	504
307	C4H8O2	n-PROPYL FORMATE	-1.4604	0.7949	538.00	180	511
308	C4H8O2S	SULFOLANE	-1.4179	0.8122	849.00	301	807
309	C4H8S	TETRAHYDROTHIOPHENE	-1.6093	0.9128	631.95	177	600
310	C4H9Br	1-BROMOBUTANE	-1.7651	0.9645	577.00	161	548
311	C4H9Br	2-BROMOBUTANE	-1.7934	1.0012	567.00	161	539
312	C4H9Cl	n-BUTYL CHLORIDE	-1.7147	1.0040	537.00	150	510
313	C4H9Cl	sec-BUTYL CHLORIDE	-1.7136	1.0008	520.60	142	495
314	C4H9Cl	tert-BUTYL CHLORIDE	-1.6946	0.9670	507.00	248	482
315	C4H9I	2-IODO-2-METHYLPROPANE	-1.3411	0.3191	587.90	235	559
316	C4H9N	PYRROLIDINE	-1.2920	0.6432	568.55	215	540
317	C4H9NO	N,N-DIMETHYLACETAMIDE	-2.1127	1.5857	658.00	253	625
318	C4H9NO	MORPHOLINE	-1.6196	1.0089	618.00	270	587
319	C4H9NO2	1-NITROBUTANE	-1.0965	0.1760	624.00	192	593
320	C4H9NO2	2-NITROBUTANE	-1.0771	0.1493	615.00	141	584
321	C4H10	n-BUTANE	-1.8929	1.2885	425.18	135	404
322	C4H10	ISOBUTANE	-1.6862	0.9802	408.14	114	388
323	C4H10N2	PIPERAZINE	-1.7185	1.0393	638.00	379	606

N°	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
324	C4H10O	n-BUTANOL	-1.3120	0.6190	562.93	184	535
325	C4H10O	sec-BUTANOL	-1.4633	0.7473	536.01	158	509
326	C4H10O	tert-BUTANOL	-1.2018	0.3521	506.20	299	481
327	C4H10O	DIETHYL ETHER	-1.5629	0.9357	466.70	157	443
328	C4H10O	METHYL-PROPYL-ETHER	-1.1184	0.2872	476.20	157	452
329	C4H10O	METHYL ISOPROPYL ETHER	-1.6271	1.0013	464.50	128	441
330	C4H10O	ISOBUTANOL	-1.3936	0.6487	547.73	165	520
331	C4H10O2	1,3-BUTANEDIOL	-1.5828	1.0140	643.00	196	611
332	C4H10O2	1,4-BUTANEDIOL	-0.7958	0.1404	667.00	293	634
333	C4H10O2	2,3-BUTANEDIOL	-1.5826	0.9730	611.00	281	580
334	C4H10O2	t-BUTYL HYDROPEROXIDE	-1.7927	1.0205	576.00	277	547
335	C4H10O2	1,2-DIMETHOXYETHANE	-1.6301	0.9871	536.15	215	509
336	C4H10O2	2-ETHOXYETHANOL	-1.2079	0.5565	569.00	210	541
337	C4H10O3	DIETHYLENE GLYCOL	-0.4818	-0.2372	744.60	263	400
338	C4H10O4S	DIETHYL SULFATE					
339	C4H10S	n-BUTYL MERCAPTAN	-1.6638	0.9832	569.00	157	541
340	C4H10S	ISOBUTYL MERCAPTAN	-1.6629	0.9755	559.00	128	531
341	C4H10S	sec-BUTYL MERCAPTAN	-1.6637	0.9747	554.00	133	526
342	C4H10S	tert-BUTYL MERCAPTAN	-1.7045	1.0228	530.00	274	504
343	C4H10S	DIETHYL SULFIDE	-1.6613	0.9782	557.15	169	529
344	C4H10S	ISOPROPYL-METHYL-SULFIDE	-1.1085	0.2226	551.00	172	523
345	C4H10S	METHYL-PROPYL-SULFIDE	-1.0868	0.1962	563.00	160	535
346	C4H10S2	DIETHYL DISULFIDE	-1.6821	0.9805	642.00	172	610
347	C4H11N	n-BUTYLAMINE	-1.5519	0.9377	531.90	224	505
348	C4H11N	ISOBUTYLAMINE	-1.5874	0.9991	513.73	189	488
349	C4H11N	sec-BUTYLAMINE	-1.6162	0.9862	514.30	169	489
350	C4H11N	tert-BUTYLAMINE	-1.5830	1.0085	483.90	206	460
351	C4H11N	DIETHYLAMINE	-1.5768	0.9190	496.60	223	472
352	C4H11NO	DIMETHYLETHANOLAMINE	-1.5964	1.0056	571.82	214	543
353	C4H11NO2	DIETHANOLAMINE	-1.6192	1.0212	715.00	301	679
354	C4H11NO2	2-AMINOETHOXYETHANOL	-1.5931	1.0189	699.00	293	664
355	C4H12N2O	N-AMINOETHYL ETHANOLAMINE	-1.5861	1.0126	698.00	273	663
356	C4H12Si	TETRAMETHYLSILANE	-1.6714	0.9974	450.40	174	428
357	C4H13N3	DIETHYLENE TRIAMINE	-1.6950	0.9997	676.00	234	642
358	C5C16	HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE	-2.0979	1.0017	746.00	284	709
359	C5H4O2	FURFURAL	-1.3650	0.7132	657.00	237	624
360	C5H5N	PYRIDINE	-1.2083	0.5146	619.95	232	589
361	C5H6	CYCLOPENTADIENE	-1.6475	0.9973	507.00	188	482
362	C5H6	2-METHYL-1-BUTENE-3-YNE	-1.6815	0.9844	492.00	160	467
363	C5H6	1-PENTENE-3-YNE	-1.6450	0.9830	520.00	150	494
364	C5H6	1-PENTENE-4-YNE	-1.6388	0.9803	503.00	150	478
365	C5H6N2	GLUTARONITRILE	-1.5769	0.9950	782.00	244	743
366	C5H6O2	FURFURYL ALCOHOL	-1.5466	0.9860	632.00	259	600
367	C5H6O3	GLUTARIC ANHYDRIDE	-1.6387	1.0022	838.00	328	796
368	C5H6O4	CITRACON IC ACID	-1.5583	0.9722	829.00	356	788
369	C5H6O4	ITACON IC ACID	-1.5617	0.9687	821.00	439	780
370	C5H6S	2-METHYLTHIOPHENE	-1.1341	0.2305	610.00	210	580
371	C5H6S	3-METHYLTHIOPHENE	-1.1236	0.2174	615.00	204	584
372	C5H7N	N-METHYLPYRROLE	-1.6575	0.9879	610.00	217	580
373	C5H7NO2	ETHYL CYANOACETATE	-1.6092	1.0012	679.00	251	645
374	C5H8	CYCLOPENTENE	-1.6455	0.9742	507.00	138	482
375	C5H8	ISOPRENE	-1.7942	1.1542	484.00	127	460
376	C5H8	3-METHYL-1,2-BUTADIENE	-1.6967	0.9872	490.00	160	466
377	C5H8	2-METHYL-1,3-BUTADIENE	-1.0588	0.2330	483.30	127	459
378	C5H8	1,2-PENTADIENE	-1.6591	0.9799	500.00	136	475
379	C5H8	cis-1,3-PENTADIENE	-1.6566	0.9769	499.00	132	474
380	C5H8	trans-1,3-PENTADIENE	-1.6774	0.9895	500.00	186	475
381	C5H8	1,4-PENTADIENE	-1.6611	0.9748	479.00	125	455
382	C5H8	2,3-PENTADIENE	-1.6589	0.9840	497.00	148	472
383	C5H8	1-PENTYNE	-1.6530	0.9898	481.20	167	457
384	C5H8	2-PENTYNE	-1.0755	0.2541	521.99	164	496
385	C5H8	3-METHYL-1-BUTYNE	-1.6968	0.9963	463.20	183	440
386	C5H8	SPIROPENTANE	-1.1127	0.2986	499.74	166	475
387	C5H8N4O12	PENTAERYTHRITOL TETRANITRATE					
388	C5H8O	CYCLOPENTANONE	-1.5890	0.9910	626.00	222	595
389	C5H8O	METHYL ISOPROPENYL KETONE	-1.6154	0.9767	566.00	220	538
390	C5H8O2	ACETYLACETONE	-1.5987	0.9872	602.00	250	572
391	C5H8O2	ALLYL ACETATE	-1.6316	1.0083	559.00	138	531
392	C5H8O2	ETHYL ACRYLATE	-1.6195	0.9830	553.00	202	525

Nº	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
393	C5H8O2	METHYL METHACRYLATE	-1.8863	1.3001	564.00	225	536
394	C5H8O2	VINYL PROPIONATE	-1.6247	0.9733	546.00	250	519
395	C5H8O3	2-HYDROXYETHYL ACRYLATE	-1.6645	0.9995	662.00	213	629
396	C5H8O3	LEVULIN IC ACID	-1.6097	0.9783	723.00	308	687
397	C5H8O3	METHYL ACETOACETATE	-2.0207	1.4479	642.00	193	610
398	C5H8O4	GLUTARIC ACID	-1.5710	0.9737	807.00	371	767
399	C5H9N	VALERONITRILE	-1.5914	0.9869	603.00	177	573
400	C5H9NO	n-BUTYL ISOCYANATE	-1.6928	0.9947	568.00	193	540
401	C5H9NO	N-METHYL-2-PYRROLIDONE	-1.1284	0.4817	724.00	249	688
402	C5H9NO4	L-GLUTAMIC ACID					
403	C5H10	CYCLOPENTANE	-1.6175	0.9240	511.76	179	486
404	C5H10	2-METHYL-1-BUTENE	-1.7016	0.9847	465.00	136	442
405	C5H10	2-METHYL-2-BUTENE	-1.7011	0.9879	471.00	139	447
406	C5H10	3-METHYL-1-BUTENE	-1.7016	0.9808	450.37	105	428
407	C5H10	1-PENTENE	-1.6663	0.9787	464.78	108	442
408	C5H10	cis-2-PENTENE	-1.2021	0.4769	475.93	122	452
409	C5H10	trans-2-PENTENE	-1.6694	0.9777	475.37	133	452
410	C5H10Br2	2,3-DIBROMO-2-METHYLBUTANE	-1.3483	0.2744	668.37	288	635
411	C5H10Cl2	1,5-DICHLOROPENTANE	-1.7054	0.8846	663.00	200	630
412	C5H10O	METHYL ISOPROPYL KETONE	-1.6608	1.0197	553.00	181	525
413	C5H10O	2-PENTANONE	-1.5427	0.8664	561.08	196	533
414	C5H10O	DIETHYL KETONE	-1.5868	0.9252	560.95	234	533
415	C5H10O	VALERALDEHYDE	-1.3874	0.6935	554.00	182	526
416	C5H10O2	n-BUTYL FORMATE	-1.4694	0.7764	559.00	181	531
417	C5H10O2	ETHYL PROPIONATE	-1.4559	0.7611	546.00	199	519
418	C5H10O2	ISOBUTYL FORMATE	-1.6401	0.9975	551.35	177	524
419	C5H10O2	ISOPROPYL ACETATE	-1.6674	1.0117	538.00	200	511
420	C5H10O2	n-PROPYL ACETATE	-1.6554	1.0143	549.40	178	522
421	C5H10O2	METHYL n-BUTYRATE	-1.6416	0.9912	554.50	187	527
422	C5H10O2	2-METHYLBUTYRIC ACID	-1.6505	0.9761	643.00	357	611
423	C5H10O2	ISOVALERIC ACID	-1.8111	1.1217	634.00	244	602
424	C5H10O2	VALERIC ACID	-1.3306	0.5788	651.00	239	618
425	C5H10O2	TETRAHYDROFURFURYL ALCOHOL	-1.6621	0.9895	639.00	193	607
426	C5H10O2S	3-METHYL SULFOLANE	-1.6930	0.9946	817.00	274	776
427	C5H10O3	DIETHYL CARBONATE					
428	C5H10O3	ETHYL LACTATE	-1.5767	1.0176	588.00	247	559
429	C5H10S	THIACYCLOHEXANE	-1.2567	0.3748	657.12	292	624
430	C5H10S	CYCLOPENTANETHIOL	-1.0828	0.1565	629.00	155	598
431	C5H11Br	1-BROMOPENTANE	-1.1971	0.2023	564.76	185	537
432	C5H11Cl	1-CHLOROPENTANE	-1.7334	0.9954	568.00	174	540
433	C5H11Cl	1-CHLORO-3-METHYLBUTANE	-1.1290	0.2050	558.87	169	531
434	C5H11Cl	2-CHLORO-2-METHYLBUTANE	-1.1829	0.2715	548.97	200	522
435	C5H11N	N-METHYLPYRROLIDINE	-1.7236	0.9865	550.00	183	523
436	C5H11N	PIPERIDINE	-1.5720	1.0072	594.05	263	564
437	C5H11NO	tert-BUTYLFORMAMIDE	-1.6969	1.0088	692.00	289	657
438	C5H12	ISOPENTANE	-1.6824	0.9955	460.43	113	437
439	C5H12	NEOPENTANE	-1.7534	1.0306	433.78	257	412
440	C5H12	n-PENTANE	-1.2287	0.5322	469.65	143	446
441	C5H12O	2,2-DIMETHYL-1-PROPANOL	-1.6332	0.9395	550.00	327	523
442	C5H12O	tert-PENTYL-ALCOHOL	-3.1715	2.9426	549.00	327	522
443	C5H12O	2-METHYL-1-BUTANOL	-1.6474	0.9911	565.00	203	537
444	C5H12O	2-METHYL-2-BUTANOL	-1.6654	0.9673	545.15	264	518
445	C5H12O	3-METHYL-1-BUTANOL	-0.8268		579.45	156	550
446	C5H12O	3-METHYL-2-BUTANOL	-1.6753	0.9967	574.00	188	545
447	C5H12O	1-PENTANOL	-1.2628	0.5481	586.15	196	557
448	C5H12O	2-PENTANOL	-1.6591	0.9915	552.00	200	524
449	C5H12O	3-PENTANOL	-1.6616	0.9893	547.00	204	520
450	C5H12O	METHYL sec-BUTYL ETHER	-1.6565	0.9938	498.00	150	473
451	C5H12O	METHYL tert-BUTYL ETHER	-1.3554	0.5475	497.10	165	472
452	C5H12O	METHYL ISOBUTYL ETHER	-1.6565	0.9932	497.00	150	472
453	C5H12O	ETHYL PROPYL ETHER	-1.6520	0.9987	500.23	146	475
454	C5H12O2	ETHYLENE GLYCOL MONOPROPYL ETHER	-1.7081	0.9992	582.00	183	553
455	C5H12O2	NEOPENTYL GLYCOL	-1.6595	1.0611	643.00	400	611
456	C5H12O2	1,5-PENTANEDIOL	-1.5818	1.0119	673.00	257	639
457	C5H12O3	2-(2-METHOXYETHOXY)ETHANOL	-1.0049	0.3242	630.00	197	599
458	C5H12O4	PENTAERYTHRITOL	-1.4744	0.9034	780.00	534	741
459	C5H12S	n-PENTYL MERCAPTAN	-1.6804	0.9923	598.00	197	568
460	C5H12S	BUTYL-METHYL-SULFIDE	-1.1081	0.1860	591.00	175	561
461	C5H12S	ETHYL-PROPYL-SULFIDE	-1.0992	0.1743	584.00	156	555

Nº	FORMULA	NAME	A	B	C	Tmin	Tmax
462	C5H12S	2-METHYL-2-BUTANETHIOL	-1.1231	0.2028	566.00	169	538
463	C5H13N	n-PENTYLAMINE	-1.2926	0.6093	555.00	218	527
464	C5H13NO2	METHYL DIETHANOLAMINE	-1.5918	1.0074	678.00	252	644
465	C6Cl6	HEXACHLOROBENZENE	-1.9240	1.1177	825.00	502	784
466	C6F6	HEXAFLUOROBENZENE	-1.8030	0.9591	516.73	278	491
467	C6H3Cl2O4	1-CHLORO-2,4-DINITROBENZENE					
468	C6H3Cl2NO2	1,2-DICHLORO-4-NITROBENZENE					
469	C6H3Cl3	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	-1.4962	0.6264	725.00	290	689
470	C6H3N3O6	1,3,5-TRINITROBENZENE					
471	C6H4Br2	m-DIBROMOBENZENE	-1.6606	0.7907	761.00	266	723
472	C6H4ClNO2	m-CHLORONITROBENZENE	-1.7455	1.0121	742.00	318	705
473	C6H4ClNO2	o-CHLORONITROBENZENE	-1.7359	1.0095	757.00	306	719
474	C6H4ClNO2	p-CHLORONITROBENZENE	-1.7481	1.0167	751.00	357	713
475	C6H4Cl2	m-DICHLOROBENZENE	-1.7344	0.9478	683.95	248	650
476	C6H4Cl2	o-DICHLOROBENZENE	-1.7480	0.9729	705.00	256	670
477	C6H4Cl2	p-DICHLOROBENZENE	-1.7572	0.9659	684.75	326	651
478	C6H4F2	m-DIFLUOROBENZENE	-1.3276	0.4374	552.94	249	525
479	C6H4F2	o-DIFLUOROBENZENE	-1.2813	0.3786	554.46	239	527
480	C6H4F2	p-DIFLUOROBENZENE	-1.4037	0.5319	556.00	260	528
481	C6H4N2O4	m-DINITROBENZENE	-1.5895	1.0176	805.00	364	765
482	C6H4N2O4	o-DINITROBENZENE	-1.6661	1.0237	831.00	390	789
483	C6H4N2O4	p-DINITROBENZENE	-1.7864	1.0389	803.00	447	763
484	C6H5Br	BROMOBENZENE	-1.9541	1.1821	670.15	242	637
485	C6H5Cl	MONOCHLOROBENZENE	-1.6502	0.9051	632.35	228	601
486	C6H5ClO	m-CHLOROPHENOL	-1.7797	1.0094	729.00	306	693
487	C6H5ClO	o-CHLOROPHENOL	-1.6755	0.9728	675.00	282	641
488	C6H5ClO	p-CHLOROPHENOL	-1.7607	1.0072	738.00	316	701
489	C6H5Cl2N	3,4-DICHLOROANILINE	-1.7220	1.0139	800.00	345	760
490	C6H5F	FLUOROBENZENE	-1.7815	1.0969	560.09	231	532
491	C6H5I	IODOBENZENE	-2.8339	2.2319	721.15	242	685
492	C6H5NO2	NITROBENZENE	-1.3942	0.6571	719.00	279	683
493	C6H6	BENZENE	-1.6846	1.0520	562.16	279	534
494	C6H6ClN	m-CHLOROANILINE	-1.6657	0.9933	751.00	263	713
495	C6H6ClN	o-CHLOROANILINE	-1.7082	1.0368	722.00	482	686
496	C6H6ClN	p-CHLOROANILINE	-1.7198	1.0152	754.00	343	716
497	C6H6N2	cis-DICYANO-1-BUTENE	-1.5501	1.0055	691.00	249	656
498	C6H6N2	trans-DICYANO-1-BUTENE	-1.5408	1.0035	689.00	260	655
499	C6H6N2	1,4-DICYANO-2-BUTENE	-1.5254	1.0202	755.00	349	717
500	C6H6N2O2	m-NITROANILINE	-1.6637	1.0250	815.00	387	774

Fuente: Acondicionamiento de la Base de Datos del ChemCAD 5.2.

ANEXO 14

Conductividad térmica de materiales

Tabla A.5. Conductividad térmica de materiales

Nº	Material	kw	Nº	Material	kw
1	Carbonsteel	29.20	24	Ni-Mo Alloy B	6.40
2	304 Stainlesssteel	9.30	25	Ni-Mo-Cr Alloy C-276	6.40
3	309 Stainlesssteel	29.00	26	Ni-Cu Alloy 400	13.90
4	310 Stainlesssteel	8.00	27	Ni-Cr-Fe Alloy 600	9.10
5	316 Stainlesssteel	8.40	28	Ni-Cr-Mo-CbAlloy 625	6.25
6	317 Stainlesssteel	8.40	29	Ni-Fe-Cr Alloy 800	7.40
7	321 Stainlesssteel	8.80	30	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu Alloy 825	7.10
8	347 Stainlesssteel	8.80	31	Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-CbAlloy 20Cb	7.60
9	25Cr-12Ni Steel	8.30	32	Alloy 904L	8.25
10	22Cr-5Ni-3Mo Steel	9.50	33	Alloy 28	7.60
11	3.5Ni Steel	23.50	34	Cr-Mo Alloy XM-27	11.30
12	C-1/2 Moly Steel	25.20	35	Copper	225.00
13	1 Cr-1/2 Mo Steel	21.50	36	90-10 Cu-Ni	30.00
14	11/4 Cr-1/2 Mo Steel	21.90	37	70-30 Cu-Ni	18.00
15	2-1/4 Cr-1 Mo Steel	21.30	38	Admiraltybrass	70.00
16	5 Cr1/2 Mo Steel	18.10	39	Naval brass	71.00
17	7 Cr1/2 Mo Steel	15.30	40	Muntz metal (60Cu-40Zn)	71.00
18	9 Cr-1 Mo Steel	14.00	41	Aluminumbronze	71.00
19	12Cr Steel	15.20	42	Al-Ni Bronze	72.00
20	13Cr Steel	15.50	44	Aluminumalloy 6061	99.00
21	15Cr Steel	14.40	45	Titanium	12.00
22	17Cr Steel	12.80	46	Zirconium	12.00
23	Nickel 200	38.80			

Fuente: Acondicionamiento de la Base de Datos del ChemCAD 5.2.

Donde:

$$kw = (\text{Btu/h.ft.}^\circ\text{F}) \text{a } 100^\circ\text{F}$$

ANEXO 15

Dimensiones de tubería estándar de acero IPS

Tabla A.6. Dimensiones de tubería estándar de acero IPS

Nº	DN (IPS pulg)	Cédula Nº	ID (pulg)	OD (pulg)
1	1/8	40	0.269	0.405
2	1/8	80	0.215	0.405
3	1/4	40	0.364	0.540
4	1/4	80	0.302	0.540
5	3/8	40	0.493	0.675
6	3/8	80	0.423	0.675
7	1/2	40	0.622	0.840
8	1/2	80	0.546	0.840
9	3/4	40	0.824	1.050
10	3/4	80	0.742	1.050
11	1	40	1.049	1.315
12	1	80	0.957	1.315
13	1-1/4	40	1.380	1.660
14	1-1/4	80	1.278	1.660
15	1-1/2	40	1.610	1.900
16	1-1/2	80	1.500	1.900
17	2	40	2.067	2.375
18	2	80	1.939	2.375
19	2-1/2	40	2.469	2.875
20	2-1/2	80	2.323	2.875
21	3	40	3.068	3.500
22	3	80	2.900	3.500
23	3-1/2	40	3.548	4.000
24	3-1/2	80	3.364	4.000
25	4	40	4.026	4.500
26	4	80	3.826	4.500
27	5	40	5.047	5.563
28	5	80	4.813	5.563
29	6	40	6.065	6.625
30	6	80	5.761	6.625
31	8	40	7.981	8.625
32	8	80	7.625	8.625
33	10	40	10.020	10.750
34	10	80	9.564	10.750
35	12	40	11.938	12.750
36	12	80	11.376	12.750

Fuente: Donald Q. Kern, "Procesos de Transferencia de Calor", pág. 949

ANEXO 16

Dimensiones de tubería estándar de acero BWG

Tabla A.7. Dimensiones de tubería estándar de acero BWG

Nº	DE (in)	Calibre BWG	ID (in)	OD (in)
1	1/4	22	0.194	0.250
2	1/4	24	0.206	0.250
3	1/4	26	0.214	0.250
4	1/4	27	0.218	0.250
5	3/8	18	0.277	0.375
6	3/8	20	0.305	0.375
7	3/8	22	0.319	0.375
8	3/8	24	0.331	0.375
9	1/2	12	0.282	0.500
10	1/2	14	0.334	0.500
11	1/2	16	0.370	0.500
12	1/2	18	0.402	0.500
13	1/2	20	0.430	0.500
14	1/2	22	0.444	0.500
15	5/8	12	0.407	0.625
16	5/8	13	0.435	0.625
17	5/8	14	0.459	0.625
18	5/8	15	0.481	0.625
19	5/8	16	0.495	0.625
20	5/8	17	0.509	0.625
21	5/8	18	0.527	0.625
22	5/8	19	0.541	0.625
23	5/8	20	0.555	0.625
24	3/4	10	0.482	0.750
25	3/4	11	0.510	0.750
26	3/4	12	0.532	0.750
27	3/4	13	0.560	0.750
28	3/4	14	0.584	0.750
29	3/4	15	0.606	0.750
30	3/4	16	0.620	0.750
31	3/4	17	0.634	0.750
32	3/4	18	0.652	0.750
33	3/4	20	0.680	0.750
34	7/8	10	0.607	0.875
35	7/8	11	0.635	0.875
36	7/8	12	0.657	0.875
37	7/8	13	0.685	0.875
38	7/8	14	0.709	0.875
39	7/8	15	0.731	0.875
40	7/8	16	0.745	0.875
41	7/8	17	0.759	0.875
42	7/8	18	0.777	0.875

Nº	DE (in)	Calibre BWG	ID (in)	OD (in)
43	7/8	20	0.805	0.875
44	1	8	0.670	1.000
45	1	9	0.704	1.000
46	1	10	0.732	1.000
47	1	11	0.760	1.000
48	1	12	0.782	1.000
49	1	13	0.810	1.000
50	1	14	0.834	1.000
51	1	15	0.856	1.000
52	1	16	0.870	1.000
53	1	17	0.884	1.000
54	1	18	0.902	1.000
55	1	20	0.930	1.000
56	1-1/4	7	0.890	1.250
57	1-1/4	8	0.920	1.250
58	1-1/4	9	0.954	1.250
59	1-1/4	10	0.982	1.250
60	1-1/4	11	1.010	1.250
61	1-1/4	12	1.032	1.250
62	1-1/4	13	1.060	1.250
63	1-1/4	14	1.084	1.250
64	1-1/4	15	1.110	1.250
65	1-1/4	16	1.120	1.250
66	1-1/4	17	1.130	1.250
67	1-1/4	18	1.152	1.250
68	1-1/4	20	1.180	1.250
69	1-1/2	8	1.170	1.500
70	1-1/2	9	1.200	1.500
71	1-1/2	10	1.232	1.500
72	1-1/2	11	1.260	1.500
73	1-1/2	12	1.282	1.500
74	1-1/2	13	1.310	1.500
75	1-1/2	14	1.334	1.500
76	1-1/2	15	1.360	1.500
77	1-1/2	16	1.370	1.500
78	1-1/2	17	1.380	1.500
79	1-1/2	18	1.400	1.500
80	2	11	1.760	2.000
81	2	12	1.782	2.000
82	2	13	1.810	2.000
83	2	14	1.834	2.000

Fuente: Donald Q. Kern, "Procesos de Transferencia de Calor", pág. 948

ANEXO 17

Número (Nt) y distribución de tubos en el haz, y ID para intercambiadores de casco y tubos estándar normalizados por la TEMA. Arreglo cuadrado

Tabla A.8. Disposición de los espejos de tubos (cuenta de tubos). Arreglo cuadrado

Coraza ID (in)	Tubos de 3/4", 1" Pitch					Tubos de 1", 1 1/4" Pitch				
	1P	2P	4P	6P	8P	1P	2P	4P	6P	8P
8	32	26	20	20		21	16	14		
10	52	52	40	36		32	32	26	24	
12	81	76	68	68	60	48	45	40	38	36
13-1/4	97	90	82	76	70	61	56	52	48	44
15-1/4	137	124	116	108	108	81	76	68	68	64
17-1/4	177	166	158	150	142	112	112	96	90	82
19-1/4	224	220	204	192	188	138	132	128	122	116
21-1/4	277	270	246	240	234	177	166	158	152	148
23-1/4	341	324	308	302	292	213	208	192	184	184
25	413	394	370	356	346	260	252	238	226	222
27	481	460	432	420	408	300	288	278	268	260
29	553	526	480	468	456	341	326	300	294	286
31	657	640	600	580	560	406	398	380	368	358
33	749	718	688	676	648	465	460	432	420	414
35	845	824	780	766	748	522	518	488	484	472
37	934	914	886	866	838	596	574	562	544	532
39	1049	1024	982	968	948	665	644	624	612	600

Coraza ID (in)	Tubos de 1/4", 1 9/16" Pitch					Tubos de 1/2", 1 7/8" Pitch				
	1P	2P	4P	6P	8P	1P	2P	4P	6P	8P
8										
10	16	12	10							
12	30	24	22	16	16	16	16	12	12	
13-1/4	32	30	30	22	22	22	22	16	16	
15-1/4	44	40	37	35	31	29	29	25	24	22
17-1/4	56	53	51	48	44	39	39	34	32	29
19-1/4	78	73	71	64	56	50	48	45	43	39
21-1/4	96	90	86	82	78	62	60	57	54	50
23-1/4	127	112	106	102	96	78	74	70	66	62
25	140	135	127	123	115	94	90	86	84	78
27	166	160	151	146	140	112	108	102	98	94
29	193	188	178	174	166	131	127	120	116	112
31	226	220	209	202	193	151	146	141	138	131
33	258	252	244	238	226	176	170	164	160	151
35	293	287	275	268	258	202	196	188	182	176
37	334	322	311	304	293	224	220	217	210	202
39	370	362	348	342	336	252	246	267	230	224

Fuente: Donald Q. Kern, "Procesos de Transferencia de Calor", pág. 946

ANEXO 18

Número (Nt) y distribución de tubos en el haz, y Ds para intercambiadores de casco y tubos estándar normalizados por la TEMA. Arreglo triangular

Tabla A.9. Disposición de los espejos de tubos (cuenta de tubos). Arreglo triangular

Coraza ID (in)	Tubos de 3/4", 15/16" Pitch					Tubos de 3/4", 1" Pitch				
	1P	2P	4P	6P	8P	1P	2P	4P	6P	8P
8	36	32	26	24	18	37	30	24	24	
10	62	56	47	42	36	61	52	40	36	
12	109	98	86	82	78	92	82	76	74	70
13-1/4	127	114	96	90	86	109	106	86	82	74
15-1/4	170	160	140	136	128	151	138	122	118	110
17-1/4	239	224	194	188	178	203	196	178	172	166
19-1/4	301	282	252	244	234	262	250	226	216	210
21-1/4	361	342	314	306	290	316	302	278	272	260
23-1/4	442	420	386	378	364	384	376	352	342	328
25	532	506	468	446	434	470	452	422	394	382
27	637	602	550	536	524	559	534	488	474	464
29	721	692	640	620	594	630	604	556	538	508
31	847	822	766	722	720	745	728	678	666	640
33	974	938	878	852	826	856	830	774	760	732
35	1102	1068	1004	988	958	970	938	882	864	848
37	1240	1200	1144	1104	1072	1074	1044	1012	986	870
39	1377	1330	1258	1248	1212	1206	1176	1128	1100	1078

Coraza ID (in)	Tubos de 1", 1 1/4" Pitch					Tubos de 1 1/4", 1 9/16" Pitch				
	1P	2P	4P	6P	8P	1P	2P	4P	6P	8P
8	21	16	16	14						
10	32	32	26	24		20	18	14		
12	55	52	48	46	4	32	30	26	22	20
13-1/4	68	66	58	54	50	38	36	32	28	26
15-1/4	91	86	80	74	72	54	51	45	42	38
17-1/4	131	118	106	104	94	69	66	62	58	54
19-1/4	163	152	140	136	128	95	91	86	78	69
21-1/4	199	188	170	164	160	117	112	105	101	95
23-1/4	241	232	212	212	202	140	136	130	123	117
25	294	282	256	252	242	170	164	155	150	140
27	349	334	302	296	286	202	196	185	179	170
29	397	376	338	334	316	235	228	217	212	202
31	472	454	430	424	400	275	270	255	245	235
33	538	522	486	470	454	315	305	297	288	275
35	608	592	562	546	532	357	348	335	327	315
37	674	664	632	614	598	407	390	380	374	357
39	766	736	700	688	672	449	436	425	419	407

Coraza	Tubos de 1 1/2", 1 7/8" Pitch				
ID (in)	1P	2P	4P	6P	8P
8					
10					
12	18	14	14	12	12
13-1/4	27	22	18	16	14
15-1/4	36	34	32	30	27
17-1/4	48	44	42	38	36
19-1/4	61	58	55	51	48
21-1/4	76	72	70	66	61
23-1/4	95	91	86	80	76
25	115	110	105	98	95
27	136	131	125	118	115
29	160	154	147	141	136
31	184	177	172	165	160
33	215	206	200	190	184
35	246	238	230	220	215
37	275	268	260	252	246
39	307	299	290	284	275

Fuente: Donald Q. Kern, "Procesos de Transferencia de Calor", pág. 947

ANEXO 19

Características de las placas estándar “Alfa Laval”

Tabla A.10. Características de las placas estándar “Alfa Laval”

Nº	TIPO	ap	aup	nmp	am	ep	dp	Qpc	Qm	Pm
1	P0	180	0.032	75	2.4	0.6	2.5	0.14 - 0.25	11	16
2	P2	320	0.12	250	30	0.6	3.0	0.45 - 0.7	50	16
3	P3	500	0.32	400	128	0.6	3.0	0.7 - 1.25	140	16
4	P4	844	0.75	500	375	0.6	2.7	1.1 - 2.5	260	12
5	P5	350	0.14	200	28	0.8	2.9	0.36 - 0.9	16	10
6	P13	630	0.18	318	57	0.9	3.1	0.9 - 2.2	30	11
7	P14	670	0.32	275	88	0.7	5.0	1.8 - 2.9	140	16
8	P15	800	0.53	320	170	1.0	5.2	1.45 - 4.0	65	11
9	P16	1080	0.81	300	243	1.1	5.0	5 - 12.5	400	6
10	P20	280	0.031	175	5.4	0.5	1.7	0.05 - 0.15	2.5	10
11	P25	1000	0.61	600	366	1.0	5.0	4-10	450	12
12	P45	800	0.55	350	193	0.6	4.9	3-5	125	12

Fuente: Moncada A. L., “Diseño de Plantas de Procesos Químicos”, pág. 134

Donde:

- ap = Ancho de las placas (mm)
- aup = Área de intercambio/placa (m²)
- nmp = Número máximo de placas
- am = Área de intercambio máximo (m²)
- ep = Espesor de las placas (mm)
- dp = Espacio entre placas (mm)
- Qpc = Flujo/canal (m³/h)
- Qm = Flujo total máximo (m³/h)
- Pm = Presión máxima de diseño (atm)

ANEXO 20

Factor de incrustación

Tabla A.11. Resistencias a la incrustación sugeridas para diseño de intercambiadores de placas

Fluido	$r \times 10^5 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$
Agua	
Desmineralizada o destilada	0.17
Blanda	0.34
Dura	0.86
De enfriamiento (tratada)	0.7
De mar	0.86
De río	0.86
Aceites lubricantes	0.34 a 0.86
Aceites vegetales	0.34 a 1.03
Solventes orgánicos	0.17 a 0.51
Vapor	0.17
Fluidos de proceso en general	0.34 a 1.03

Fuente: Moncada A. L., "Diseño de Plantas de Procesos Químicos", pág. 25

Tabla A.12. Resistencias a la incrustación sugeridas para diseño de intercambiadores tubulares

Fluido	$[r = \text{m}^2 \cdot \text{°C/W}]$	
	$v > 1.2 \text{ m/s}$	$v < 1.2 \text{ m/s}$
Agua de río	0.00008	0.00034
Agua de mar	0.00033	0.00101
Agua de enfriamiento (torres)	0.0002	0.00034
Agua potable (blanda)	0.0002	0.00034
Agua potable (dura)	0.0005	0.00101
Condensado	0.0002	0.00068
Vapor (libre de aceite)	0.0001	0.00026
Vapor (con trazas de aceite)	0.0002	0.00051
Salmuera	0.0002	0.00034
Aire y gases industriales	0.00067	0.00021
Gases de chimenea	0.0002	0.00051
Vapores orgánicos	0.0002	0.0002
Líquidos orgánicos	0.0002	0.0002
Hidrocarburos ligeros	0.0002	0.0002
Hidrocarburos pesados	0.0005	0.0005
Orgánicos en ebullición	0.0004	0.0004
Orgánicos condensando	0.0002	0.0002
Fluidos de transferencia de calor	0.0002	0.0002
Soluciones acuosas de sales	0.00020	0.00033

Fuente: Moncada A. L., "Diseño de Plantas de Procesos Químicos", pág. 56

