



Manual del usuario



CONTENIDO

Capítulo 1

Introducción	1
¿Qué es INTER-EIQ?.....	1
¿Cómo fue creado INTER-EIQ?	1
¿Qué tipos de intercambiador de calor pueden ser evaluados a través de INTER-EIQ?.....	2

Capítulo 2

Conexión entre INTER-EIQ y la base de datos Access	3
¿Qué es una base de datos?	3
¿Qué debo hacer para que el programa funcione con la base de datos?.....	5

Capítulo 3

Uso de INTER-EIQ.....	10
¿Cómo abrir el programa?.....	10
¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en estado estacionario?.....	10
¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en estado estacionario?.....	17
¿Cómo evaluar un intercambiador de placas lisas en estado estacionario?.....	19
¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en estado estacionario? ..	20
¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en condiciones dinámicas a lazo abierto?	22
¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en condiciones dinámicas a lazo cerrado?	24
¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en condiciones dinámicas a lazo abierto?	25
¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en condiciones dinámicas a lazo cerrado?.....	25
¿Cómo evaluar un intercambiador de placas lisas en condiciones dinámicas a lazo abierto?	27

¿Cómo evaluar un intercambiador de placas lisas en condiciones dinámicas a lazo cerrado?	28
¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en condiciones dinámicas a lazo abierto?	30
¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en condiciones dinámicas a lazo cerrado?.....	31
¿Puedo cambiar el rango de la escala de los gráficos?.....	33
¿Qué puedo hacer si los cambios en las variables de salida se presentan muy rápido o muy lentamente?.....	33
Capítulo 4	
Ampliación de la base de datos	34
¿Se puede ampliar la base de datos creada en Microsoft Access?	34
¿Qué debo hacer para ampliar esta base de datos?.....	34
Capítulo 5	
Apéndices	¡Error! Marcador no definido.
Lista de símbolos.....	36

Capítulo 1

Introducción

¿Qué es INTER-EIQ?

INTER-EIQ es un programa que permite realizar la evaluación de intercambiadores de calor industriales con la finalidad de que el usuario pueda realizar estudios de evaluación, operación y control. El programa fue desarrollado para evaluar corrientes de componentes puros o mezclas. Para realizar la evaluación de un intercambiador de calor el usuario debe conocer las variables de entrada al intercambiador, así como la geometría del mismo y permite conocer las temperaturas de salida y las caídas de presión generadas en el mismo. Por medio de la simulación dinámica se puede evaluar cómo se comportan las variables más importantes en el proceso, tanto a lazo cerrado como abierto.

¿Cómo fue creado INTER-EIQ?

INTER-EIQ fue creado haciendo uso de la programación gráfica. Para esto, se utilizó el lenguaje de programación LabView. El simulador puede comunicarse con una base de datos creada en Microsoft Access, para poder calcular propiedades físico-químicas de componentes puros o mezclas. El programa fue desarrollado haciendo uso de los modelos matemáticos, tanto en estado estacionario como dinámico, que rigen la evaluación de los intercambiadores de calor.

Adicionalmente, la interfaz del programa fue creada de manera que el usuario pueda entender sin problema los pasos que se deben seguir para realizar la simulación.

¿Qué tipos de intercambiador de calor pueden ser evaluados a través de INTER-EIQ?

INTER-EIQ permite evaluar intercambiadores de calor de doble tubo o tubos concéntricos, intercambiadores de carcasa y tubo, placas lisas y placas corrugadas tipo chevron, tanto en estado estacionario como en dinámico.

Capítulo 2

Conexión entre INTER-EIQ y la base de datos Access

¿Qué es una base de datos?

Una base de datos en líneas generales, es un conjunto de información estructurada y organizada independientemente de su utilización. Puede considerarse como un almacén, que nos permite guardar grandes cantidades de información de forma organizada, para que posteriormente pueda ser utilizada y encontrada fácilmente.

En términos computacionales, una base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos, que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos. Cada base de datos se compone de una o más tablas que guarda un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más filas y columnas.

Base de datos que utiliza el INTER-EIQ

INTER-EIQ para la obtención de las propiedades físico-químicas de los compuestos o mezclas, utiliza una base de datos que contiene, para cada componente que maneja el programa, las propiedades dependientes y no dependientes de la temperatura.

Las no dependientes de la temperatura son almacenadas en la base de datos como su propio valor, por otro lado, las no dependientes de la temperatura, son obtenidas por el programa a través de una serie de correlaciones. Por lo tanto, en la base de datos se encuentran todas las constantes que forman parte de las correlaciones dependientes de la temperatura para cada propiedad.

Base de datos de propiedades físico-químicas

Advertencia de seguridad Se ha deshabilitado parte del contenido de la base de datos. Opciones...

Component	PM	TC	PC	OMEGA	CPVA	CPVB	CPVC	CPVD	VLC1	VLC2
1-Decanol	158.285	700	22	0	3.48	0.2137	-0.000094	0	-80.656	6325.5
1-Heptanol	116.204	633	30	0.56	1.172	0.1619	-0.000082	0	-78.843	5957.3
1-Hexanol	102.177	610	40	0.56	1.149	0.1407	-0.000072	0	-43.289	4041.2
1-Nonanol	144.2572	668.9	25.66	0.62667	0.305978077960075	0.21077598370928	-1.14532416236167E-04	2.34292187150069E-08	-7.1348	2776.3
1-Octanol	130.231	58	34	0.53	1.474	0.1817	-0.000091	0	-50.674	4725.1
1-Pentanol	88.15	586	38	0.58	0.924	0.1205	-0.000063	0	-22.758	2916.9
1-Propanol	60.096	586	38	0.58	0.924	0.1205	-0.000063	0	-175.28	6104.4
2-Butanol	74.1228	536	41.4	0.576	1.374	0.1014	-0.000056	0	-106.38	7434.3
2-Hexanol	102.177	586.2	33.555	0.56546	1.14934398433344	0.140735858595444	-7.19084571040306E-05	1.2962243496006E-08	-124.44	8342.5
2-Pentanol	88.15	560.4	36.615	0.56247	0.548933229924	0.1276173309193	-7.41964556541E-05	1.694822713186E-08	-108.09	7518.2
Agua	18.015	647.3	217.6	0.344	7.701	0.00046	0.000003	0	-52.843	3703.6
Aire	28.9505	132.45	37.24	0.035	0.941462	0.0001364	0.00000108	0	-20.077	285.15
Anilina	93.129	699	52.4	0.382	9.677	0.1525	-0.000123	0	-171.87	9889.6
Benceno	78.114	562.1	48.3	0.212	-0.409322	0.077620168	-0.000026429087	0	-7.3703	1037.6
Etano	46.069	305.4	48.2	0.098	1.292	0.04254	-0.000017	0	-7.0046	276.38
Etolol	46.069	516.2	63	0.635	6.990266	0.039741987	-0.000011925974	0	7.875	781.98
Metano	16.043	190.6	45.4	0.008	4.598	0.01245	0.000003	0	-6.1572	178.15
Metanol	32.042	512.6	79.9	0.559	5.052	0.01694	0.000006	0	-25.317	1789.2
N-Butano	58.124	425.2	37.5	0.193	2.266	0.07913	-0.000026	0	-7.2471	534.82
N-Decano	142.286	617.6	20.8	0.49	-1.89	0.2295	-0.000126	0	-16.468	1533.5
N-Heptano	100.205	540.2	27	0.351	-1.229	0.1615	-0.000087	0	-24.451	1533.1
N-Hexano	86.178	507.4	29.3	0.296	-1.054	0.139	-0.000074	0	-20.715	1207.5
N-Nonano	128.259	594.6	22.8	0.444	0.751	0.1618	-0.000046	0	-21.149	1658
N-Octano	114.232	568.8	24.5	0.394	-1.456	0.1842	-0.0001	0	-20.463	1497.4
N-Pentano	72.151	469.6	33.3	0.251	-0.866	0.1164	-0.000062	0	-20.383	1050.4

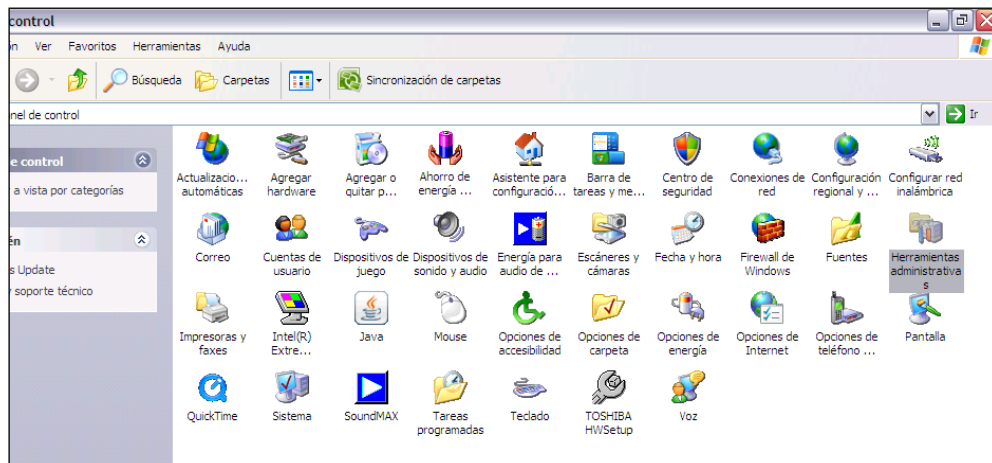
Registro: 1 de 27 Sin filtro Buscar Bloq Num

¿Qué debo hacer para que el programa funcione con la base de datos?

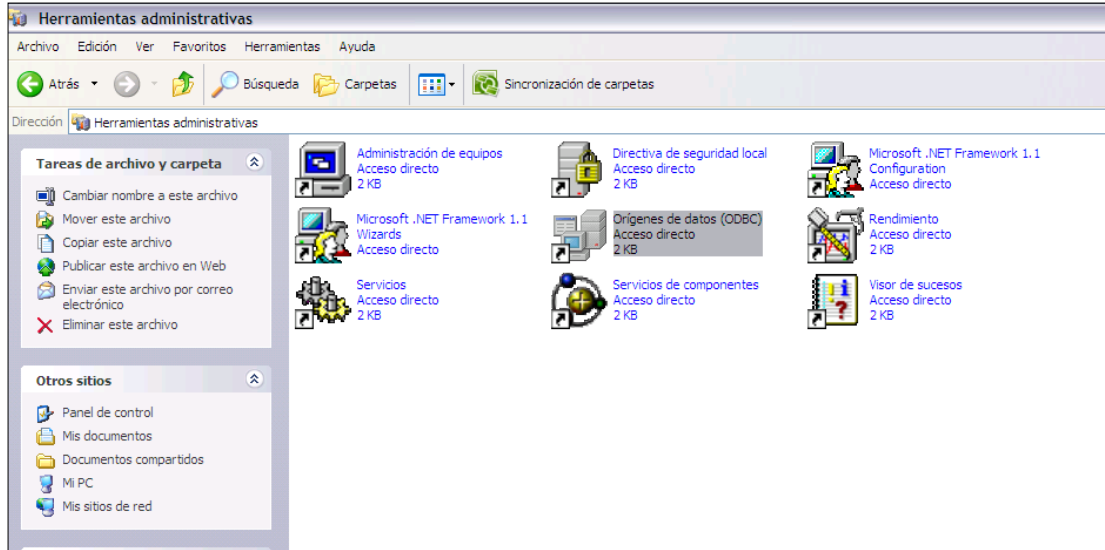
Antes de utilizar el programa en cualquier computadora debe habilitarse la comunicación entre la base de datos y el programa. Adicionalmente de poseer el archivo de LabView que contiene el programa principal, en el CD existen otros archivos que deben utilizarse para que el programa pueda leer la base de datos.

Por lo tanto, deben seguirse una serie de pasos para que el programa sea capaz de reconocer la base de datos que contiene las propiedades físico-químicas de los componentes. A continuación se presentan los pasos para usuarios de Windows XP:

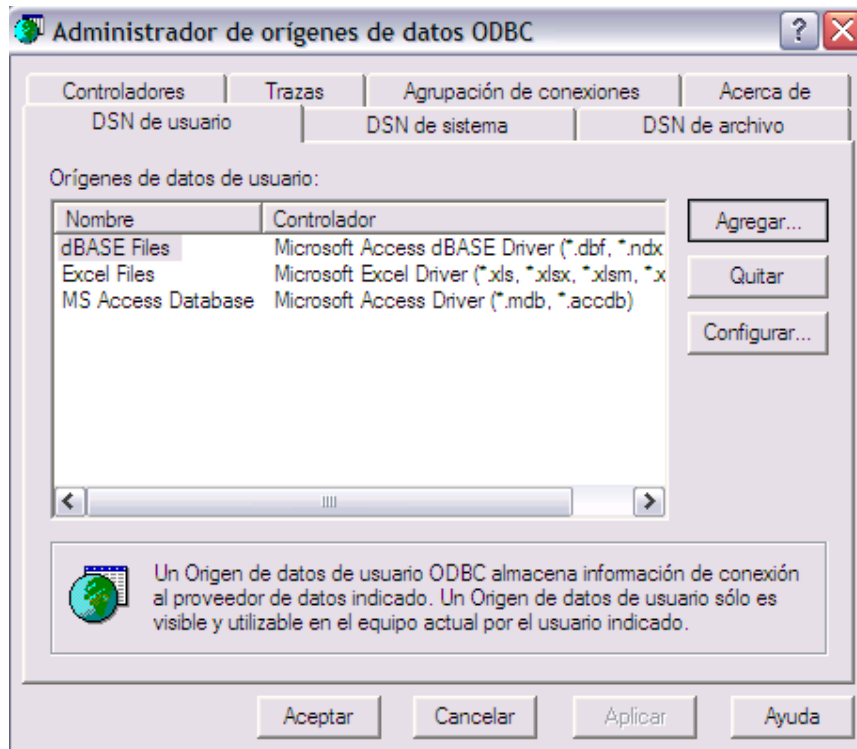
1. Crear una carpeta en cualquier directorio de la computadora, que sea de fácil acceso.
2. Deben copiarse todos los archivos que corresponden al programa desde el CD que lo contiene a la carpeta recientemente creada en la computadora.
3. Ahora procederemos a crear un usuario en ODBC (Open Database Connectivity) en Windows, este usuario va a ser relacionado con la base de datos existente en el CD denominada “BDTEG.mdb” de la siguiente manera:
 - Seleccionar Inicio/ Panel de Control (Control Panel)/ Herramientas Administrativas (Administrative Tools):



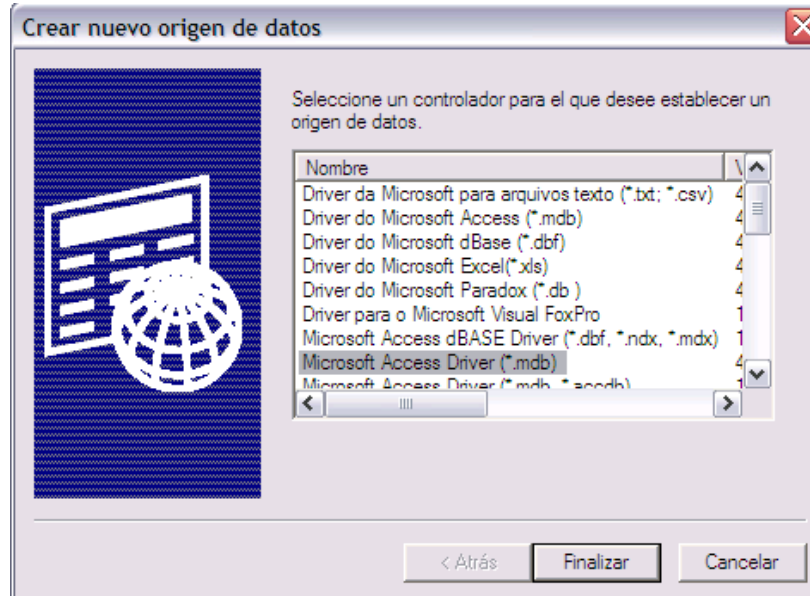
- Luego seleccionar Orígenes de datos (ODBC) (Data Sources (ODBC)).



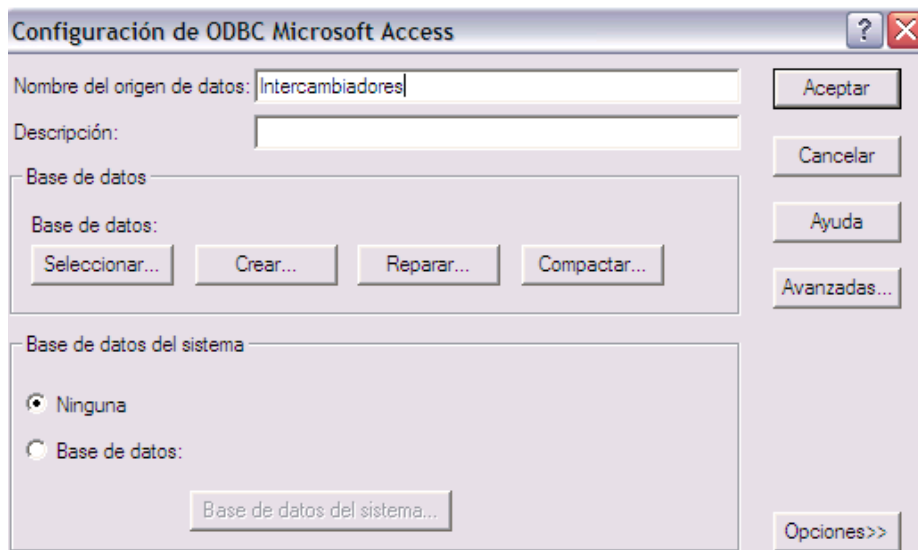
- Se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:



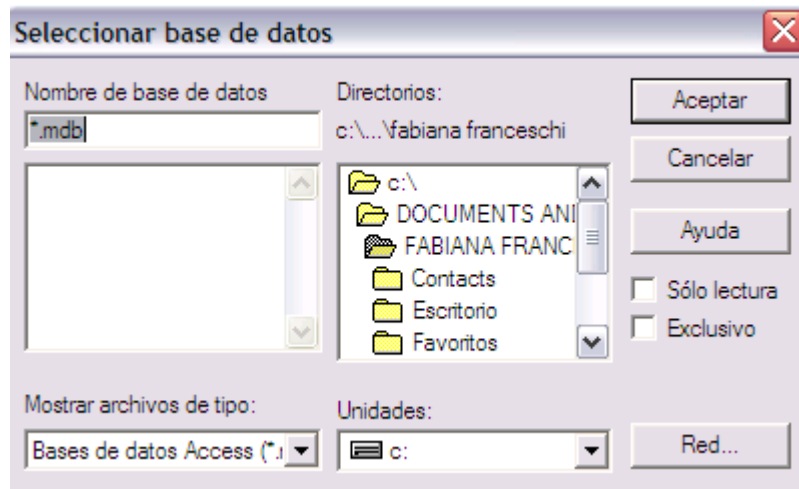
- Presionar el botón “Agregar” en la pestaña perteneciente a DSN de Usuario (User DSN) y aparecerá una ventana como la que se presenta a continuación:



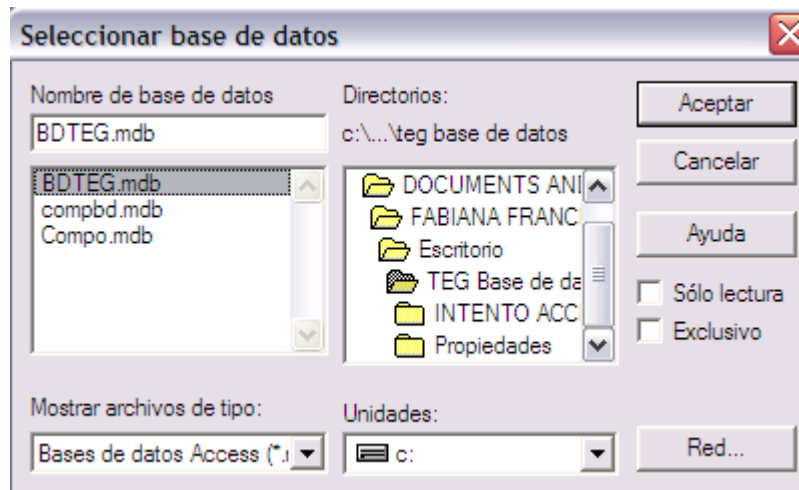
- Darle doble click a “Microsoft Access Driver (*.mdb), se abrirá una ventana como esta:



- Colocar en donde dice “Nombre del origen de datos” la palabra “Intercambiadores” y luego darle click al botón “seleccionar”, aparecerá una ventana como la que se presenta a continuación:



- Luego en donde aparece la palabra “Directorios” se debe buscar la ubicación en donde se creó la carpeta, en ella se debe buscar el archivo denominado “BDTEG.mdb” y cuando aparezca debajo de “Nombre de la base de datos” el archivo .mdb, como se presenta a continuación, entonces presionar el botón de Aceptar.



Para usuarios de Windows Vista se debe ubicar el ODBC de 32 bits y se realiza de la siguiente manera:

- Se debe ubicar el archivo odbcad32 en la siguiente dirección:
c:\windows\syswow64, abrirlo y continuar con los pasos anteriores.

Capítulo 3

Uso de INTER-EIQ

¿Cómo abrir el programa?




Para iniciar el programa sólo debe abrirse el archivo de LabView llamado INTER-EIQ.vi.

¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en estado estacionario?

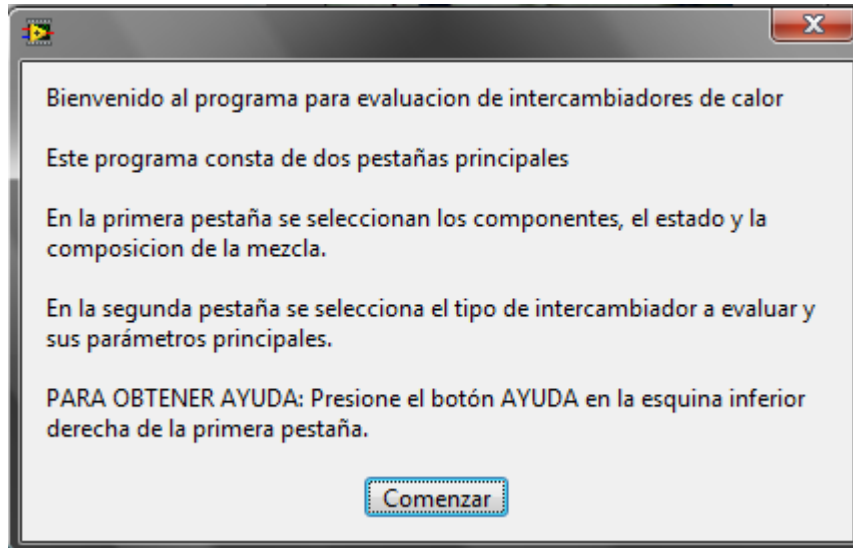
Pasos Iniciales

Al abrir el programa aparece una pestaña como la que se presenta en la imagen a continuación:

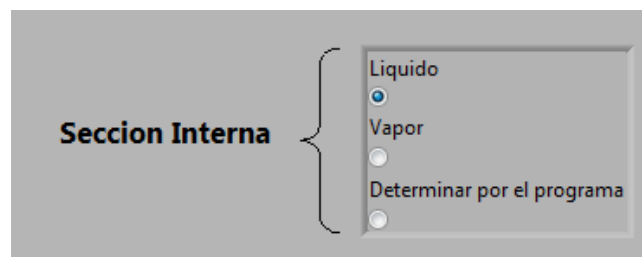


Inicialmente se debe correr el programa pulsando la flecha blanca que aparece en el menú de LabView . Para pausar el programa debe presionarse el botón  y para detenerlo una vez que ya se haya corrido se presiona el botón .

Al darle a la flecha para correr el programa, aparece un mensaje como el que se presenta a continuación, el cual, en líneas generales explica los tips para el buen funcionamiento del programa



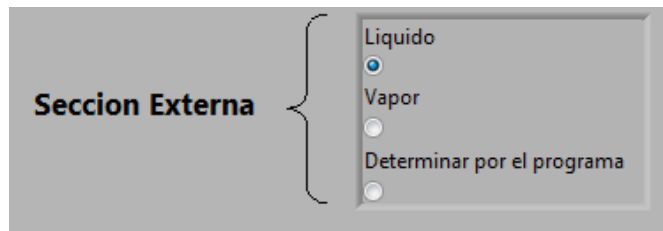
Luego se debe seleccionar el estado de cada sección del intercambiador, esto se realiza en la parte inferior de la pestaña principal. Allí se pueden encontrar dos cuadros como los que se presentan en la imagen a continuación:



En este cuadro se selecciona el estado de la corriente que circula por:

- El tubo interno en el caso de los intercambiadores de doble tubo.
- Los tubos en el caso de los intercambiadores de carcasa y tubo.
- El fluido caliente en el caso del intercambiador de placas lisas o corrugadas.

Del lado derecho de ese cuadro, se encuentra otro como el que se presenta a continuación:

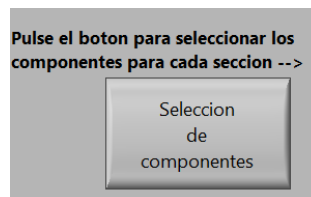


En este cuadro se selecciona el estado de la corriente que circula por:

- El ánulo en el caso de los intercambiadores de doble tubo.
- La carcasa en el caso de los intercambiadores de carcasa y tubo.
- El fluido frío en el caso del intercambiador de placas lisas o corrugadas.

El usuario, si conoce el estado de las corrientes lo selecciona en los cuadros presentados anteriormente, por otro lado, si los desconoce debe seleccionar la opción “Determinar por el programa” y el programa se encargará de calcular el estado de la corriente.

Posteriormente se debe pasar a la selección de componentes, esto se realiza pulsando el botón que se encuentra del lado derecho de la pestaña:



Al presionar este botón se abre una ventana que permite seleccionar, tanto los componentes que circulan por cada sección del intercambiador, como la composición de los componentes en la mezcla.



Del lado derecho se deben seleccionar los componentes que circulan por el tubo interno, tubos o fluido caliente. Esto se realiza dándole doble click a los componentes que se encuentran en la lista de componentes. Luego de darle doble click el componente aparece en la lista de componentes seleccionados.

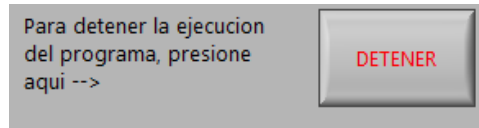
De igual manera se realiza del lado derecho para los componentes que circulan por el ánulo, carcasa o fluido frío. También se debe seleccionar la composición de la mezcla. Luego de seleccionar los componentes y llenar la composición se puede salir de la ventana.

NOTA: SI NO SELECCIONA LOS COMPONENTES O LAS COMPOSICIONES Y SALE DE LA VENTANA EL PROGRAMA NO FUNCIONARÁ CORRECTAMENTE.

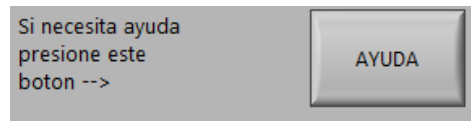
Si está seguro de haber llenado todos los campos pertenecientes a esta ventana presione el botón "Aceptar". Al presionar este botón el programa recordará los componentes que usted seleccionó y las composiciones.

Al cerrarse esa ventana, vuelve a aparecer la pestaña inicial. En este punto usted ya ha llenado todos los datos de entrada que deben ser completados en esta

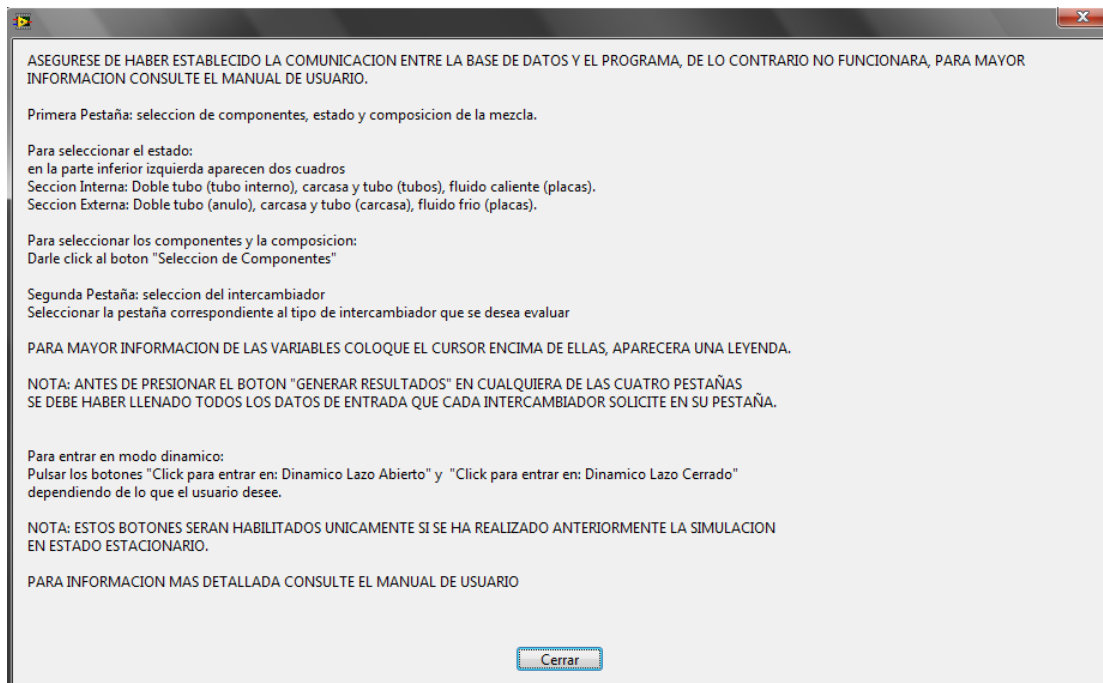
pestaña. En la parte inferior derecha se presentan dos botones que pueden ser presionados si se desea. El primer botón es el de “DETENER”, usted puede presionar este botón en cualquier momento para detener el programa.



El segundo botón es el de “AYUDA”, usted puede presionar este botón en cualquier momento de la evaluación mientras que el programa esté corriendo.

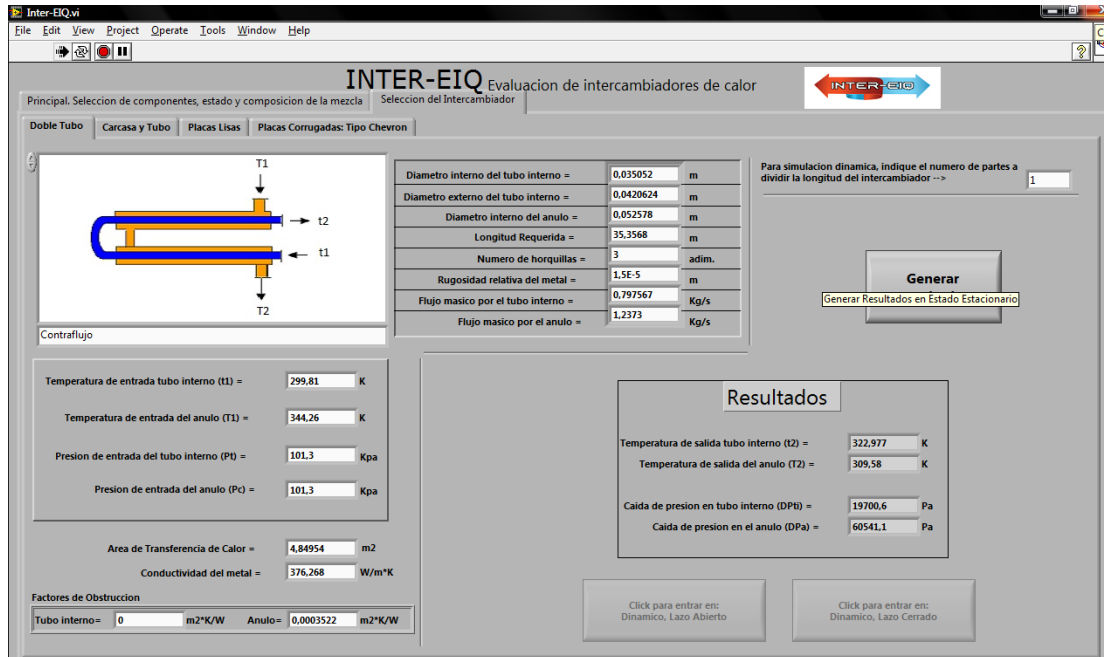


Al presionar este botón se abre una ventana que contiene una serie de notas que pueden servir de guía para el uso del programa.



Introducción de datos de entrada para el intercambiador de doble tubo

Luego de haber introducido todos los datos anteriores puede pasarse a la segunda pestaña llamada “Selección del Intercambiador”. Esta pestaña consta de cuatro pestañas más. Para el intercambiador de doble tubo se selecciona la pestaña “Doble Tubo”.



INTER-EIQ Evaluación de intercambiadores de calor

Principal. Selección de componentes, estado y composición de la mezcla Selección del Intercambiador

Doble Tubo Carcasa y Tubo Placas Lisas Placas Corrugadas: Tipo Chevron

Contraflujo

Diametro interno del tubo interno =	0.035052	m
Diametro externo del tubo interno =	0.0420624	m
Diametro interno del anulo =	0.052578	m
Longitud Requerida =	35.3568	m
Numero de horquillas =	3	adim.
Rugosidad relativa del metal =	1.5E-5	m
Flujo masico por el tubo interno =	0.797567	Kg/s
Flujo masico por el anulo =	1.2373	Kg/s

Para simulación dinamica, indique el numero de partes a dividir la longitud del intercambiador --> 1

Generar
Generar Resultados en Estado Estacionario

Resultados

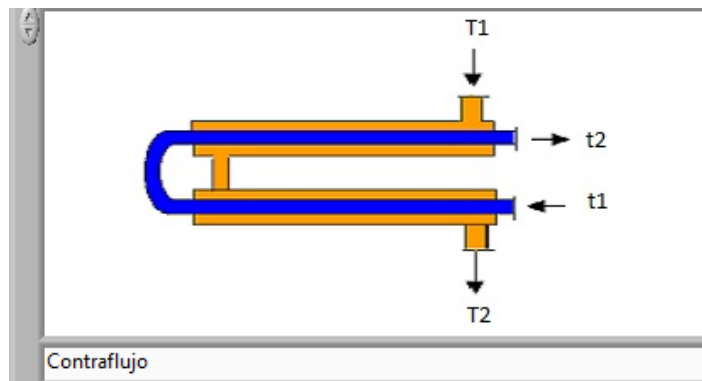
Temperatura de salida tubo interno (t2) =	322.977	K
Temperatura de salida del anulo (T2) =	309.58	K
Caida de presion en tubo interno (DPI) =	19700.6	Pa
Caida de presion en el anulo (DPA) =	60541.1	Pa

Click para entrar en: Dinamico, Lazo Abierto

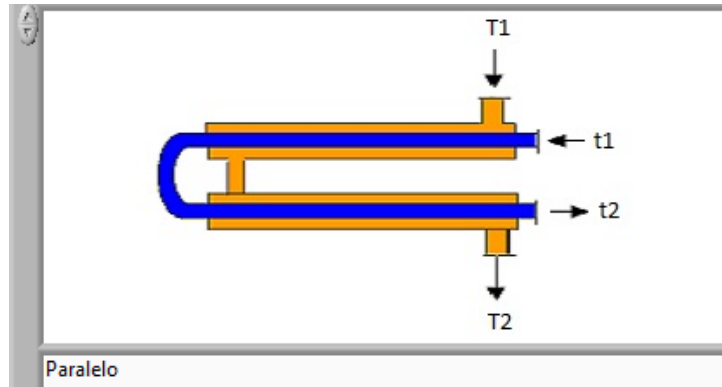
Click para entrar en: Dinamico, Lazo Cerrado

Temperatura de entrada tubo interno (t1) = 299.81 K
Temperatura de entrada del anulo (T1) = 344.26 K
Presion de entrada del tubo interno (PI) = 101.3 Kpa
Presion de entrada del anulo (Pi) = 101.3 Kpa
Area de Transferencia de Calor = 4.84954 m2
Conductividad del metal = 376.268 W/m*K
Factores de Obstruccion
Tubo interno = 0 m2*K/W Anulo = 0.0003522 m2*K/W

Inicialmente se puede observar una imagen del intercambiador doble tubo, en la cual se identifican las temperaturas de entrada y salida del intercambiador. Esta imagen corresponde a la selección del tipo de flujo, bien sea contracorriente o paralelo.



Al darle click a la flecha que aparece en la esquina superior izquierda de esta imagen se puede cambiar el flujo a paralelo.



Luego de haber seleccionado el tipo de flujo se procede a introducir los datos de entrada principales que son las temperaturas y presiones de entrada. Al lado del nombre de la variable se encuentra la nomenclatura usada en el programa y del lado izquierdo del espacio donde se introduce el valor de la variable se presentan las unidades en las cuales deben ser introducidos los datos.

Luego de ser completado este cuadro, se procede a introducir el área de transferencia de calor, la conductividad de la pared y los factores de obstrucción.

Posteriormente en la parte central se deben llenar los flujos másicos y los parámetros geométricos del intercambiador: diámetro interno y externo del tubo interno, diámetro interno del ánulo, longitud requerida, número de horquillas y rugosidad del material.

Del lado izquierdo de la pestaña se presenta el botón "Generar Resultados", el cual debe ser presionado para obtener los resultados de la evaluación en estado estacionario del intercambiador.

NOTA: ESTE BOTÓN NO DEBE SER PRESIONADO HASTA QUE NO HAYAN SIDO LLENADOS TODOS LOS DATOS DE ENTRADA QUE SE PRESENTAN EN LA PESTAÑA ANTERIORMENTE DESCRITA.

Al presionar el botón se llena el cuadro perteneciente a resultados y la evaluación del intercambiador doble tubo en estado estacionario ha sido completada.

¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en estado estacionario?

Para evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en estado estacionario, inicialmente se deben realizar todos los llamados “Pasos Iniciales” descritos en la sección anterior.

Introducción de datos de entrada para el intercambiador de doble tubo

Luego de haber introducido todos los datos anteriores puede pasarse a la segunda pestaña llamada “Selección del Intercambiador”. Esta pestaña consta de cuatro pestañas más. Para el intercambiador de carcasa y tubo se selecciona la pestaña “Carcasa y Tubo”. Esta pestaña funciona de manera similar a la presentada para los intercambiadores de doble tubo.

The screenshot shows the 'Inter-EIQ' software interface. The main window title is 'Inter-EIQ.vi'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Project', 'Operate', 'Tools', 'Window', and 'Help'. The main area is titled 'INTER-EIQ Evaluación de intercambiadores de calor' and 'Selección del Intercambiador'. There are four tabs: 'Doble Tubo', 'Carcasa y Tubo', 'Placas Lisas', and 'Placas Corrugadas: Tipo Chevron'. The 'Carcasa y Tubo' tab is active, showing a schematic of a shell and tube heat exchanger with labels T1, T2, P1, and P2. Below the schematic are input fields for:

- Temperatura de entrada a los tubos (t1) = 297.03 K
- Temperatura de entrada a la carcasa (T1) = 307 K
- Presión de entrada a los tubos (P1) = 101.3 Kpa
- Presión de entrada a la carcasa (Pc) = 101.3 Kpa
- Área de Transferencia de Calor = 46.637 m2
- Conductividad del metal = 376.268 W/m*K
- Factores de Obstrucción: Tubos = 8.805E-5 m2*K/W, Carcasa = 0.0002641 m2*K/W

 A table of parameters is shown:

Diametro externo de los tubos =	0.01905	m
Longitud de los tubos =	4.876	m
Numero de tubos =	160	adim.
Numero de pasos por los tubos =	2	adim.
Diametro interno de los tubos =	0.01656	m
Flujo masico por los tubos =	35.279	Kg/s
Espaciado entre tubos =	0.0238	m
Espaciado entre los deflectores =	0.3048	m
Flujo masico por la carcasa =	22.049	Kg/s
Rugosidad relativa del metal =	1.5E-5	m

 Below the table are:

- Corte de los deflectores = 25 %
- Arreglo de los tubos = Arreglo Cuadrado
- Utilizar deflectores = Si
- Pasos por la carcasa y por los tubos: 1 Paso por la carcasa, pasos pares por los tubos
- N pasos por la carcasa (2N,4N,...) pasos por los tubos
- Valor de N = 0

 On the right side, there is a 'Generar Resultados' button and a 'Resultados' section showing:

- Temperatura de salida de los tubos (t2) = 300.166 K
- Temperatura de salida de la carcasa (T2) = 302.034 K
- Caída de presión en los tubos (DPI) = 44854.3 Pa
- Caída de presión en la carcasa (DPC) = 40792.2 Pa

 At the bottom right, there are two buttons: 'Click para entrar en: Dinamico, Lazo Abierto' and 'Click para entrar en: Dinamico, Lazo Cerrado'.

Inicialmente se puede observar una imagen del intercambiador carcasa y tubo, en la cual se identifican las temperaturas de entrada y salida del intercambiador.

Luego, se procede a introducir los datos de entrada principales que son las temperaturas y presiones de entrada. Al lado del nombre de la variable se encuentra la nomenclatura usada en el programa y del lado izquierdo del espacio donde se introduce el valor de la variable se presentan las unidades en las cuales deben ser introducidos los datos.

Luego de ser completado este cuadro, se procede a introducir el área de transferencia de calor, la conductividad de la pared y los factores de obstrucción.

Posteriormente en la parte central se deben llenar los flujos másicos y los parámetros geométricos del intercambiador: diámetro externo e interno de los tubos, longitud de los tubos, número de tubos, número de pasos por los tubos, espaciado entre los tubos, espaciado de los deflectores y rugosidad relativa.

Se debe seleccionar el arreglo de los tubos, si es triangular o cuadrado. Si el intercambiador a evaluar posee o no deflectores y el número de pasos por la carcasa y por los tubos.

Del lado izquierdo de la pestaña se presenta el botón “Generar Resultados”, el cual debe ser presionado para obtener los resultados de la evaluación en estado estacionario del intercambiador.

NOTA: ESTE BOTÓN NO DEBE SER PRESIONADO HASTA QUE NO HAYAN SIDO LLENADOS TODOS LOS DATOS DE ENTRADA QUE SE PRESENTAN EN LA PESTAÑA ANTERIORMENTE DESCRITA.

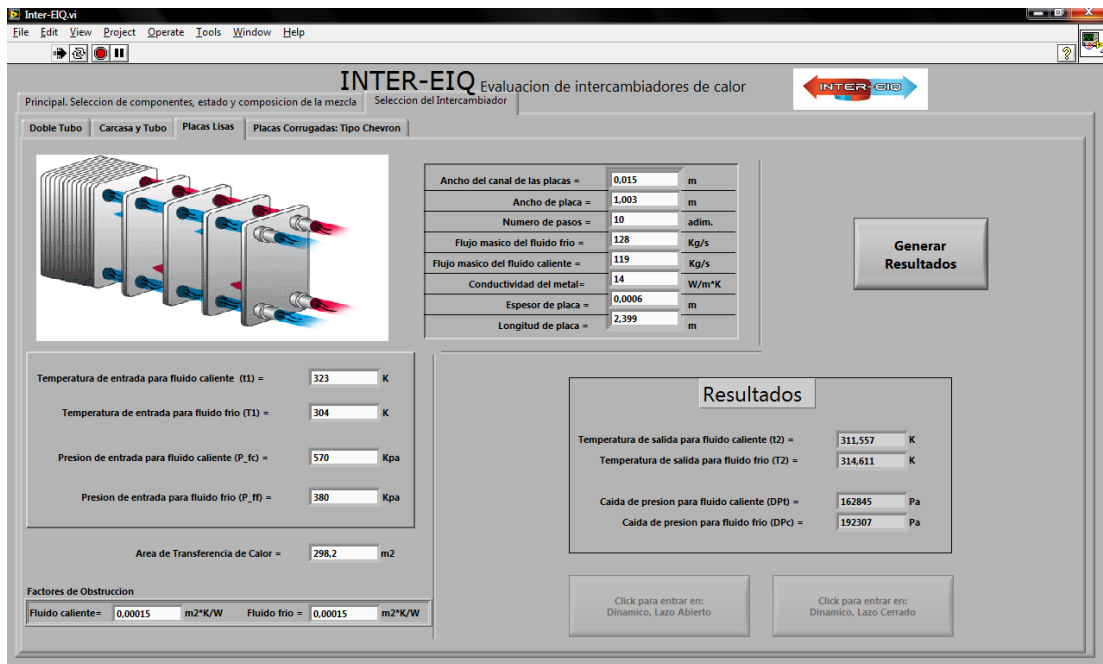
Al presionar el botón se llena el cuadro perteneciente a resultados y la evaluación del intercambiador de carcasa y tubo en estado estacionario ha sido completada.

¿Cómo evaluar un intercambiador de placas lisas en estado estacionario?

Para evaluar un intercambiador de placas lisas en estado estacionario, inicialmente se deben realizar todos los llamados “Pasos Iniciales” descritos en la sección “¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en estado estacionario?”.

Introducción de datos de entrada para el intercambiador de placas lisas

Luego de haber introducido todos los datos anteriores puede pasarse a la segunda pestaña llamada “Selección del Intercambiador”. Esta pestaña consta de cuatro pestañas más. Para el intercambiador de placas lisas se selecciona la pestaña “Placas Lisas”.



The screenshot shows the INTER-EIQ software interface for evaluating a plate heat exchanger. The main window is titled "INTER-EIQ Evaluación de intercambiadores de calor". The interface is divided into several sections:

- Principal. Selección de componentes, estado y composición de la mezcla:** Includes tabs for "Doble Tubo", "Carcasa y Tubo", "Placas Lisas" (selected), and "Placas Corrugadas: Tipo Chevron".
- Diagrama:** A 3D illustration of a plate heat exchanger with smooth plates.
- Parámetros de Entrada:**
 - Ancho del canal de las placas = 0,015 m
 - Ancho de placa = 1,003 m
 - Numero de pasos = 10 adim.
 - Flujo masico del fluido frio = 128 Kg/s
 - Flujo masico del fluido caliente = 119 Kg/s
 - Conductividad del metal = 14 W/m*K
 - Espesor de placa = 0,0006 m
 - Longitud de placa = 2,399 m
- Temperaturas y Presiones de Entrada:**
 - Temperatura de entrada para fluido caliente (T1) = 323 K
 - Temperatura de entrada para fluido frio (T1) = 304 K
 - Presion de entrada para fluido caliente (P_fc) = 570 Kpa
 - Presion de entrada para fluido frio (P_ff) = 380 Kpa
- Area de Transferencia de Calor:** 298,2 m2
- Factores de Obstruccion:** Fluido caliente = 0,00015 m2*K/W, Fluido frio = 0,00015 m2*K/W
- Resultados:**
 - Temperatura de salida para fluido caliente (T2) = 311,557 K
 - Temperatura de salida para fluido frio (T2) = 314,611 K
 - Caída de presión para fluido caliente (DPC) = 162845 Pa
 - Caída de presión para fluido frio (DPC) = 192307 Pa
- Botones:** "Generar Resultados", "Click para entrar en: Dinamico, Lazo Abierto", "Click para entrar en: Dinamico, Lazo Cerrado".

Inicialmente se puede observar una imagen del intercambiador de placas lisas. Luego, se procede a introducir los datos de entrada principales que son las temperaturas y presiones de entrada. Al lado del nombre de la variable se encuentra la nomenclatura usada en el programa y del lado izquierdo del espacio donde se introduce el valor de la variable se presentan las unidades en las cuales deben ser introducidos los datos.

Luego de ser completado este cuadro, se procede a introducir el área de transferencia de calor y los factores de obstrucción.

Posteriormente en la parte central se deben llenar los flujos másicos y los parámetros geométricos del intercambiador: ancho del canal de la placa, ancho de la placa, número de pasos por las placas, espesor de la placa, longitud de la placa y conductividad del material.

Del lado izquierdo de la pestaña se presenta el botón “Generar Resultados”, el cual debe ser presionado para obtener los resultados de la evaluación en estado estacionario del intercambiador.

NOTA: ESTE BOTÓN NO DEBE SER PRESIONADO HASTA QUE NO HAYAN SIDO LLENADOS TODOS LOS DATOS DE ENTRADA QUE SE PRESENTAN EN LA PESTAÑA ANTERIORMENTE DESCRITA.

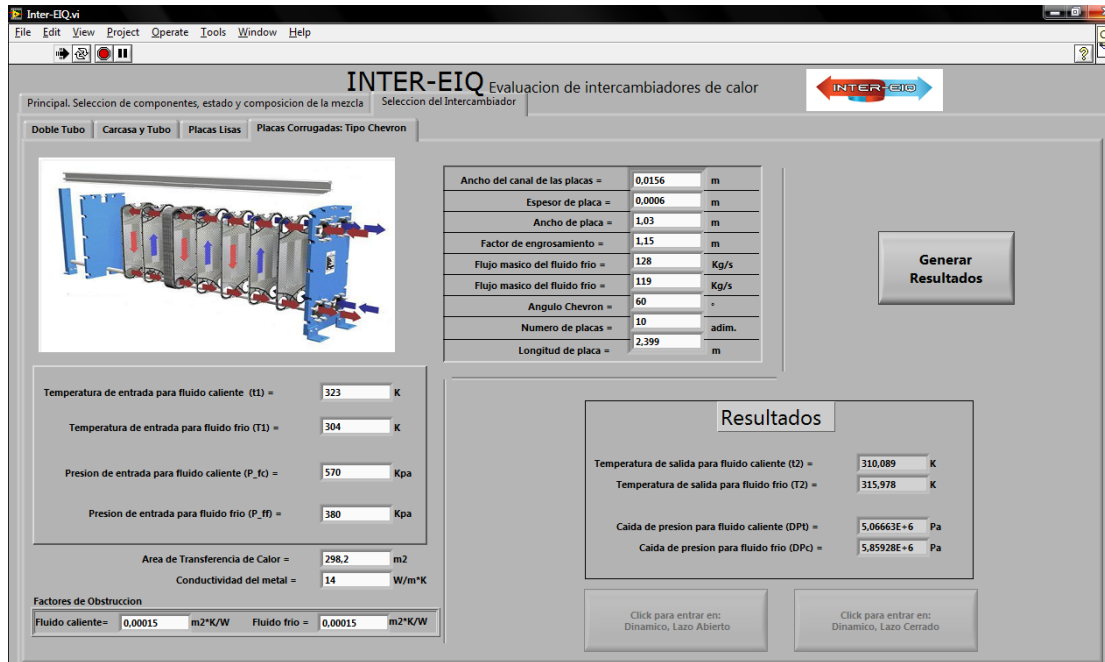
Al presionar el botón se llena el cuadro perteneciente a resultados y la evaluación del intercambiador de placas lisas en estado estacionario ha sido completada.

¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en estado estacionario?

Para evaluar un intercambiador de placas corrugadas en estado estacionario, inicialmente se deben realizar todos los llamados “Pasos Iniciales” descritos en la sección “¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en estado estacionario?”.

Introducción de datos de entrada para el intercambiador de placas lisas

Luego de haber introducido todos los datos anteriores puede pasarse a la segunda pestaña llamada “Selección del Intercambiador”. Esta pestaña consta de cuatro pestañas más. Para el intercambiador de placas corrugadas se selecciona la pestaña “Placas Corrugadas”. Esta pestaña es similar a la descrita para el intercambiador de placas lisas.



Inicialmente se puede observar una imagen del intercambiador de placas corrugadas. Luego, se procede a introducir los datos de entrada principales que son las temperaturas y presiones de entrada. Al lado del nombre de la variable se encuentra la nomenclatura usada en el programa y del lado izquierdo del espacio donde se introduce el valor de la variable se presentan las unidades en las cuales deben ser introducidos los datos.

Luego de ser completado este cuadro, se procede a introducir el área de transferencia de calor, la conductividad térmica del material y los factores de obstrucción.

Posteriormente en la parte central se deben llenar los flujos másicos y los parámetros geométricos del intercambiador: ancho del canal de placa, espesor de la placa, ancho de la placa, factor de engrosamiento, ángulo chevron, número de placas y longitud de las placas.

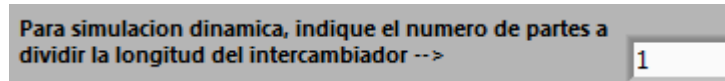
Del lado izquierdo de la pestaña se presenta el botón “Generar Resultados”, el cual debe ser presionado para obtener los resultados de la evaluación en estado estacionario del intercambiador.

NOTA: ESTE BOTÓN NO DEBE SER PRESIONADO HASTA QUE NO HAYAN SIDO LLENADOS TODOS LOS DATOS DE ENTRADA QUE SE PRESENTAN EN LA PESTAÑA ANTERIORMENTE DESCRITA.

Al presionar el botón se llena el cuadro perteneciente a resultados y la evaluación del intercambiador de placas corrugadas en estado estacionario ha sido completada.

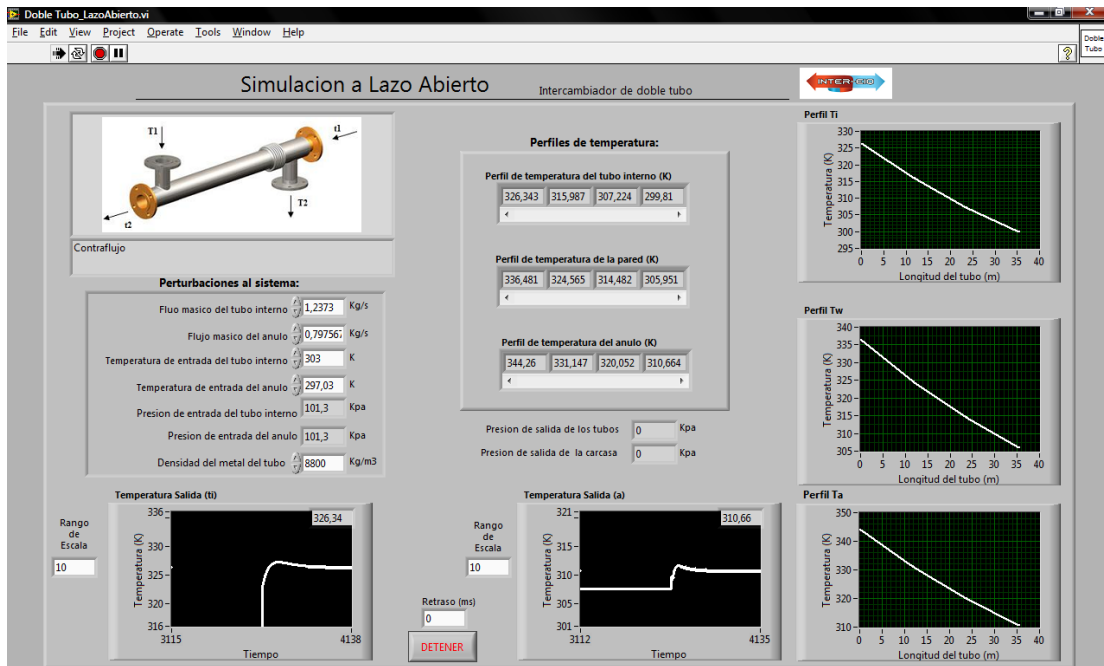
¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en condiciones dinámicas a lazo abierto?

Para evaluar un intercambiador de doble tubo en condiciones dinámicas a lazo abierto inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en estado estacionario?). Además se debe completar el campo “Para simulación dinámica, indique el número de partes a dividir la longitud del intercambiador”. Se recomienda no utilizar un valor mayor a 20, debido a que el lazo puede volverse inestable.



Para simulacion dinamica, indique el numero de partes a dividir la longitud del intercambiador -->

Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Abierto” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de doble tubo en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:



Para realizar entonces la evaluación en condiciones dinámicas a lazo abierto, se pueden realizar variaciones en las variables de perturbación del sistema, que se presentan en el cuadro “Perturbaciones del sistema”. El En cuanto a la densidad del material del tubo, el programa presenta un valor por defecto, que puede ser cambiado si el usuario lo conoce.

En la parte central se presenta el perfil de temperatura del tubo interno, del ánulo y de la pared. Los perfiles cambiarán su dimensión de acuerdo al número de divisiones seleccionadas para la longitud del tubo. La variación de estos perfiles con respecto a la longitud se presenta en los tres gráficos ubicados del lado derecho de la interfaz.

Debajo de los arreglos con los perfiles se presentan las presiones de salida del lado de los tubos y del ánulo. Por último se presentan los gráficos de la variación de las temperaturas de salidas con respecto al tiempo.

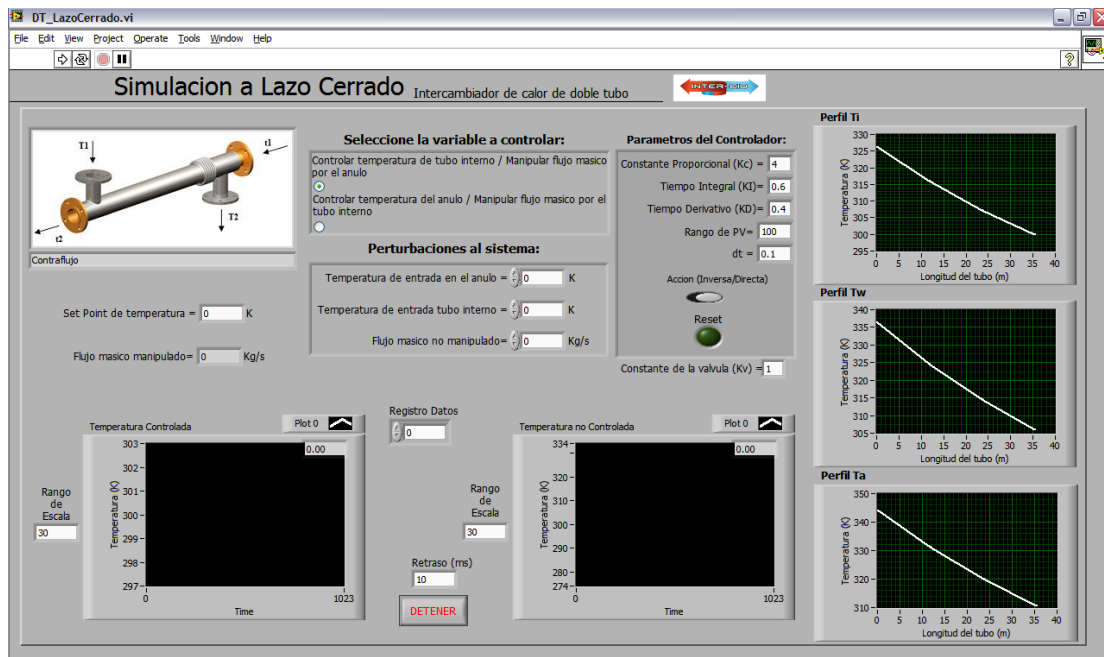
Si el usuario desea, puede modificar el retraso o tiempo que espera el programa para realizar cada iteración. Entonces, se pueden visualizar más rápido o

más lento los cambios en las variables. Además los rangos de temperatura de los gráficos pueden ser variados por el usuario a su gusto y la escala del gráfico se auto ajusta de acuerdo a los valores de las variables de interés.

¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en condiciones dinámicas a lazo cerrado?

Para evaluar un intercambiador de doble tubo en condiciones dinámicas a lazo abierto inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de doble tubo en estado estacionario?)

Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Cerrado” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de doble tubo en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:



¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en condiciones dinámicas a lazo abierto?

Para evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en condiciones dinámicas a lazo abierto inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en estado estacionario?)

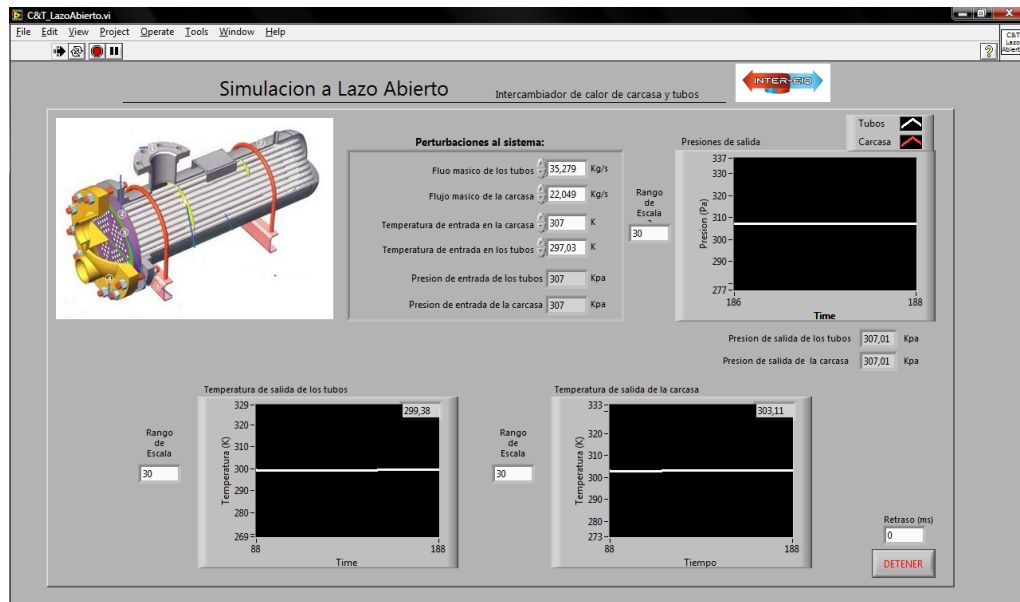
Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Abierto” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de carcasa y tubo en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:

Esta ventana permite estudiar el efecto de las perturbaciones en el sistema sobre las variables de interés. Entonces si se desea por ejemplo estudiar el cambio en las temperaturas de salida del intercambiador, cuando se varía el flujo másico de los tubos, simplemente se debe modificar su valor en el cuadro de perturbaciones al sistema y observar los gráficos de temperatura y presión presentados en la ventana. De igual manera si se desea introducir una perturbación distinta al sistema.

¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en condiciones dinámicas a lazo cerrado?

Para evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en condiciones dinámicas a lazo cerrado inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en estado estacionario?)

Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Cerrado” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de carcasa y tubo en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:



Primero se debe seleccionar la variable a controlar, el usuario tiene dos opciones:

- Controlar la temperatura de salida de los tubos, manipulando el flujo de entrada de la carcasa.
- Controlar la temperatura de salida de la carcasa, manipulando el flujo de entrada de los tubos.

Posteriormente se debe seleccionar los parámetros del controlador y de la válvula, puede utilizarse un controlador proporcional, proporcional integral o proporcional integral derivativo.

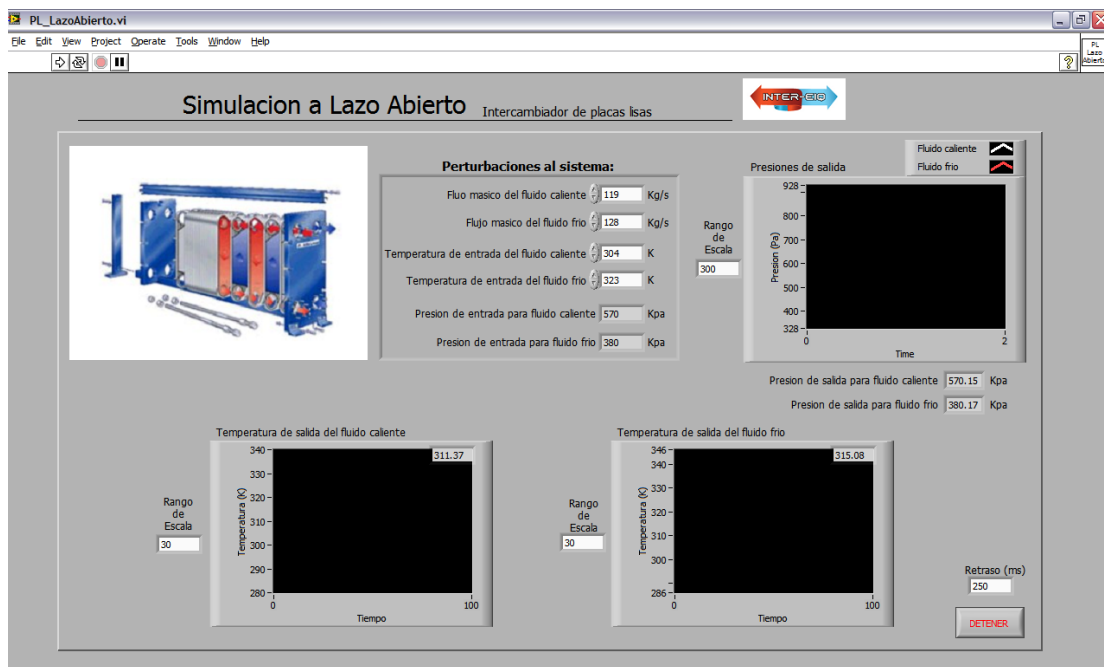
Si bien la entonación de los parámetros del controlador es manual, al lazo cerrado se le coloca una re inicialización o reseteo de los parámetros de acumulación dentro del controlador cada vez que el usuario, de forma manual, manipule alguno de los parámetros del controlador. De igual manera si se desea re inicializar estos parámetros en cualquier momento se puede presionar el botón “Reset” que se encuentra en los parámetros del controlador.

Por último se debe introducir el set point de la variable controlada. Entonces, se puede estudiar los efectos de las perturbaciones sobre la variable controlada y la no controlada modificando los valores de las variables de perturbación en el cuadro de perturbaciones al sistema.

¿Cómo evaluar un intercambiador de placas lisas en condiciones dinámicas a lazo abierto?

Para evaluar un intercambiador de placas lisas en condiciones dinámicas a lazo abierto inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de placas lisas en estado estacionario?)

Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Abierto” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de placas lisas en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:

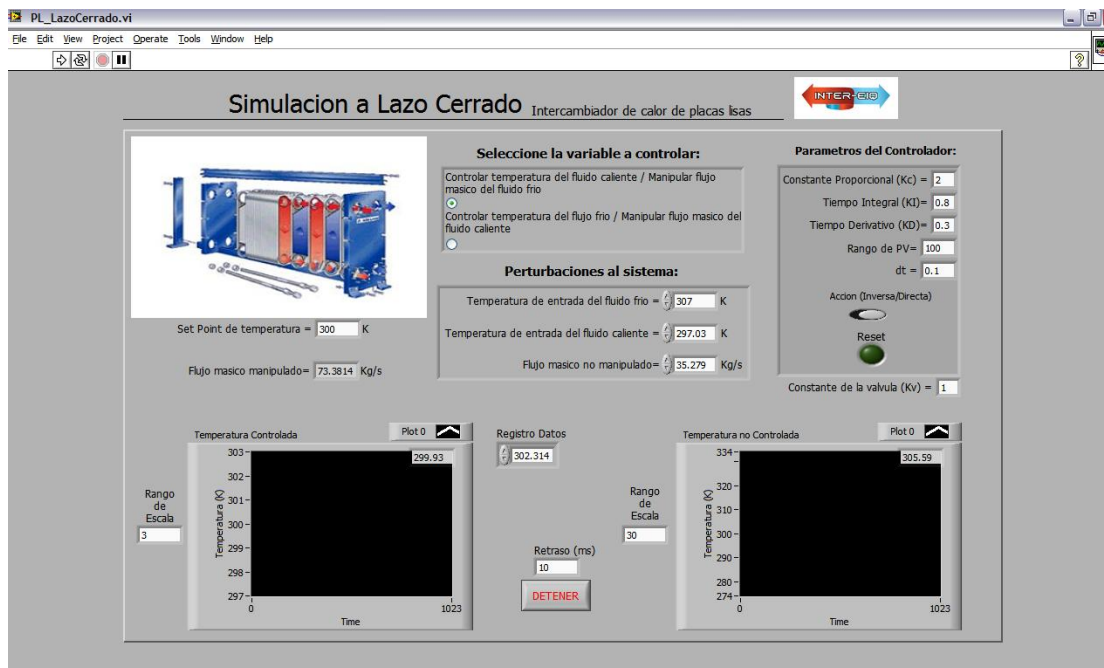


Esta ventana permite estudiar el efecto de las perturbaciones en el sistema sobre las variables de interés. Entonces si se desea por ejemplo estudiar el cambio en las temperaturas de salida del intercambiador, cuando se varía el flujo másico del fluido frío, simplemente se debe modificar su valor en el cuadro de perturbaciones al sistema y observar los gráficos de temperatura y presión presentados en la ventana. De igual manera si se desea introducir una perturbación distinta al sistema.

¿Cómo evaluar un intercambiador de placas lisas en condiciones dinámicas a lazo cerrado?

Para evaluar un intercambiador de placas lisas en condiciones dinámicas a lazo cerrado inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de carcasa y tubo en estado estacionario?)

Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Cerrado” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de placas lisas en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:



Primero se debe seleccionar la variable a controlar, el usuario tiene dos opciones:

- Controlar la temperatura de salida del fluido caliente, manipulando el flujo de entrada del fluido frío.
- Controlar la temperatura de salida del fluido frío, manipulando el flujo de entrada del fluido caliente.

Posteriormente se debe seleccionar los parámetros del controlador y de la válvula, puede utilizarse un controlador proporcional, proporcional integral o proporcional integral derivativo.

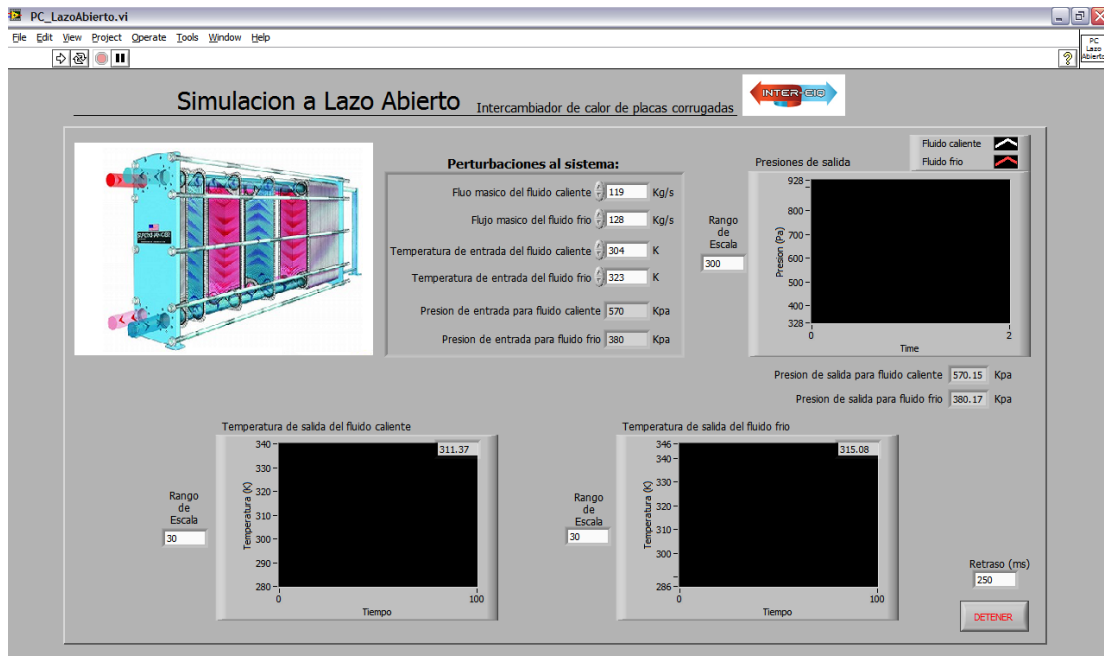
Si bien la entonación de los parámetros del controlador es manual, al lazo cerrado se le coloca una re inicialización o reseteo de los parámetros de acumulación dentro del controlador cada vez que el usuario, de forma manual, manipule alguno de los parámetros del controlador. De igual manera si se desea re inicializar estos parámetros en cualquier momento se puede presionar el botón “Reset” que se encuentra en los parámetros del controlador.

Por último se debe introducir el set point de la variable controlada. Entonces, se puede estudiar los efectos de las perturbaciones sobre la variable controlada y la no controlada modificando los valores de las variables de perturbación en el cuadro de perturbaciones al sistema.

¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en condiciones dinámicas a lazo abierto?

Para evaluar un intercambiador de placas corrugadas en condiciones dinámicas a lazo abierto inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en estado estacionario?)

Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Abierto” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de placas corrugadas en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:

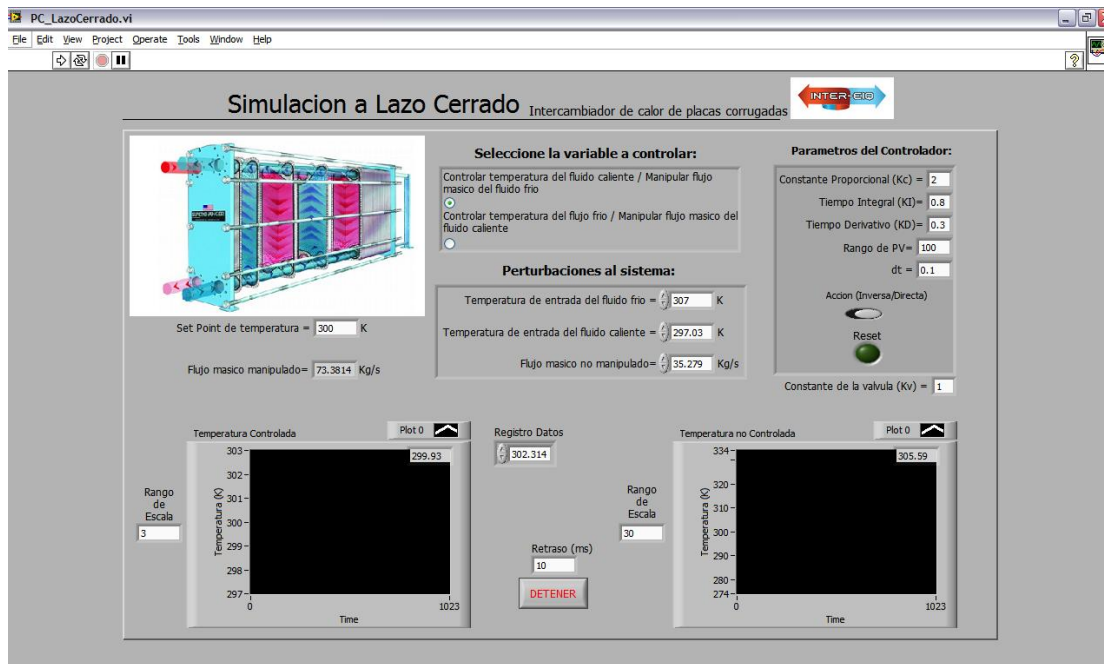


Esta ventana permite estudiar el efecto de las perturbaciones en el sistema sobre las variables de interés. Entonces si se desea por ejemplo estudiar el cambio en las temperaturas de salida del intercambiador, cuando se varía el flujo másico del fluido frío, simplemente se debe modificar su valor en el cuadro de perturbaciones al sistema y observar los gráficos de temperatura y presión presentados en la ventana. De igual manera si se desea introducir una perturbación distinta al sistema.

¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en condiciones dinámicas a lazo cerrado?

Para evaluar un intercambiador de placas corrugadas en condiciones dinámicas a lazo cerrado inicialmente debe ser evaluado en estado estacionario (Ver sección: ¿Cómo evaluar un intercambiador de placas corrugadas en estado estacionario?)

Luego de haber sido evaluado el intercambiador en estado estacionario se debe presionar el botón llamado “Click para entrar en: Dinámico Lazo Cerrado” ubicado en la pestaña perteneciente al intercambiador de placas corrugadas en el programa principal. Al darle click a este botón se abrirá una ventana como la que se presenta a continuación:



Primero se debe seleccionar la variable a controlar, el usuario tiene dos opciones:

- Controlar la temperatura de salida del fluido caliente, manipulando el flujo de entrada del fluido frío.
- Controlar la temperatura de salida del fluido frío, manipulando el flujo de entrada del fluido caliente.

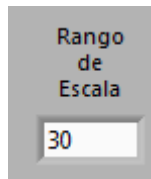
Posteriormente se debe seleccionar los parámetros del controlador y de la válvula, puede utilizarse un controlador proporcional, proporcional integral o proporcional integral derivativo.

Si bien la entonación de los parámetros del controlador es manual, al lazo cerrado se le coloca una re inicialización o reseteo de los parámetros de acumulación dentro del controlador cada vez que el usuario, de forma manual, manipule alguno de los parámetros del controlador. De igual manera si se desea re inicializar estos parámetros en cualquier momento se puede presionar el botón “Reset” que se encuentra en los parámetros del controlador.

Por último se debe introducir el set point de la variable controlada. Entonces, se puede estudiar los efectos de las perturbaciones sobre la variable controlada y la no controlada modificando los valores de las variables de perturbación en el cuadro de perturbaciones al sistema.


¿Puedo cambiar el rango de la escala de los gráficos?

Sí, simplemente se debe colocar el número que se desee en el cuadro denominado Rango de Escala.

A screenshot of a control panel element. It consists of a grey rectangular box with the text "Rango de Escala" centered at the top. Below the text is a white rectangular input field containing the number "30".

¿Qué puedo hacer si los cambios en las variables de salida se presentan muy rápido o muy lentamente?

Para poder presenciar mejor las condiciones de salida el usuario puede modificar el parámetro denominado retraso, generando un atraso en la velocidad con la que se ejecuta el programa.

A screenshot of a control panel element. It consists of a grey rectangular box with the text "Retraso (ms)" centered at the top. Below the text is a white rectangular input field containing the number "0".

Este retraso esta en milisegundos.

Capítulo 4

Ampliación de la base de datos

¿Se puede ampliar la base de datos creada en Microsoft Access?

Si, se puede ampliar la base datos creada para incorporarle más componentes al programa.

¿Qué debo hacer para ampliar esta base de datos?

En el CD donde se encuentra el programa se encuentra un archivo de Microsoft Access llamado BDTEG, este archivo contiene la base de datos creada para el programa. Usted puede ampliar esta base de datos haciendo uso de un archivo también llamado BDTEG pero de Microsoft Excel, modificando ese documento o modificándola directamente en Access.

Si desea agregar componentes a la base de datos haciendo uso de Excel o Access.

Inicialmente se debe realizar una búsqueda en los simuladores Pro II y Aspen Hysys para ubicar las constantes de las correlaciones dependientes de la temperatura para los componentes deseados. Luego, se debe buscar en los simuladores mencionados o en la bibliografía ingenieril las propiedades no dependientes de la temperatura. Luego de tener todos los parámetros, se posee a llenar la tabla en Microsoft Excel. Si la tabla es llenada en Excel esta debe ser importada a Access. Esto debe hacerse de la siguiente manera: iniciar Microsoft Access, en el lado derecho aparece la opción de crear base de datos en blanco.

Esta base de datos debe ser creada con el mismo nombre que la base de datos anterior para que el programa pueda comunicarse con la misma sin inconvenientes. Luego de nombrada la base de datos, en la opción de Access llamada Datos Externos seleccionar la opción Excel. Se abrirá una ventana en la cual Access te pide que se busque en la computadora el archivo de Excel que se va a importar y darle a aceptar.

Ahora debe procederse a seleccionar las características de importación en Access. En la segunda pestaña se debe seleccionar la opción “Primera fila contiene encabezados de columna”. Luego debe procederse a llenar los campos de la base de datos, estos deben ser los mismos nombres que tenía la base de datos anterior (nombre, peso molecular, temperatura crítica, etc.). El nombre de la tabla en este momento es “Hoja 1: Tabla”, este nombre debe ser cambiado a . Entonces, ya está lista la base de datos Access con los componentes agregados.

Por otro lado, si prefiere trabajar en Access lo que debe hacerse es modificar la base de datos original BDTEG directamente en Access, tal cual como si fuera una hoja de Excel.

Capítulo 5

Lista de símbolos

Símbolo	Significado	Unidades
a_a	Área de flujo por la sección anular	m^2
A_{ct}	Área de la configuración de los tubos	m^2
a_c	Área de flujo por la carcasa	m^2
a_f	Área de flujo, intercambiador de placas	m^2
a_t	Área de flujo por los tubos, intercambiador de carcasa	m^2
a_t'	Área de flujo por tubo, intercambiador de carcasa y tubos	m^2
a_{ti}	Área de flujo, intercambiador doble tubo	m^2
A_{tot}	Área total de los tubos	m^2
A_{TC}	Área de transferencia de calor	m^2
B	Espaciado entre los deflectores	m
bg	Ancho de las placas	m
bp	Ancho del canal de las placas	m
C_a	Capacitancia térmica del fluido que circula por el ánulo	W/K
C_c	Capacitancia térmica del fluido frío (método NUT)	W/K
C_h	Capacitancia térmica del fluido caliente (método NUT)	W/K
C_{hc}	Constante dependiente del ángulo chevron	adim
C_{min}	Capacitancia térmica de menor valor entre los dos fluidos (método NUT)	W/K
C_{pA}	Calor específico a presión constante del fluido (modelo tanques)	J/Kg*K
C_{pa}	Calor específico a presión constante del fluido que circula por el ánulo	J/Kg*K
C_{pB}	Calor específico a presión constante del fluido (modelo tanques)	J/Kg*K
C_{pi}	Calor específico a presión constante del componente i de la mezcla	J/Kg*K
C_{pl}	Calor específico a presión constante de la fase líquida	J/Kg*K
C_{pti}	Calor específico a presión constante del fluido que circula por el tubo interno	J/Kg*K
C_{pv}	Calor específico a presión constante de la fase vapor	J/mol*K
C_T	Calor específico del material	J/Kg*K
C_{ti}	Calor específico a presión constante del fluido que circula por el tubo interno	J/Kg*K
C_{vA}	Calor específico a volumen constante del fluido (modelo tanques)	J/Kg*K
C_{va}	Calor específico a volumen constante del fluido que circula por el ánulo	J/Kg*K

C_{VB}	Calor específico a volumen constante del fluido (modelo tanques)	J/Kg*K
C_{Vti}	Calor específico a volumen constante del fluido que circula por el tubo interno	J/Kg*K
D	Diámetro interno del tubo	m
D_{eq}	Diámetro equivalente de la sección anular	m
D_s	Diámetro interno de la carcasa	m
D_e'	Diámetro equivalente para caída de presión, doble tubo	m
D_1	Diámetro externo del tubo interno	m
D_2	Diámetro interno del ánulo	m
d_o	Diámetro externo de los tubos, carcasa y tubo	m
de	Diámetro equivalente, placas	m
d_i	Diámetro interno de los tubos, carcasa y tubo	m
E	Rugosidad relativa	m
e	Espesor de la placa	m
f	Factor de fricción	adim
f_1	Factor de fricción a través del canal para el fluido caliente	adim
G_a	Velocidad másica del fluido que circula por el ánulo	Kg/m ² *s
G_{ti}	Velocidad másica del fluido que circula por el tubo interno	Kg/m ² *s
h_o	Coefficiente individual de transferencia de calor de la capa externa	W/m ² *K
h_{io}	Coefficiente individual de transferencia de calor interno referido al área externa	W/m ² *K
h_i'	Coefficiente individual de transferencia de calor interno sin incluir la corrección por temperatura de pared	W/m ² *K
h_{io}'	Coefficiente individual de transferencia de calor referido al área externa sin corrección por temperatura de pared	W/m ² *K
h_o'	Coefficiente individual de transferencia de calor de la capa externa sin corrección por temperatura de pared.	W/m ² *K
h_1'	Coefficiente de transferencia de calor para el fluido caliente sin corrección por temperatura de pared.	W/m ² *K
h_2'	Coefficiente individual de transferencia de calor para el fluido frío sin corrección por temperatura de pared.	W/m ² *K
h_1	Coefficiente individual de transferencia de calor para el fluido caliente.	W/m ² *K
h_2	Coefficiente individual de transferencia de calor para el fluido frío.	W/m ² *K
j_{h1}	Parámetro de transferencia de calor	adim
k	Conductividad térmica del material	W/m*K
k_a	Conductividad térmica del fluido que circula por el ánulo	W/m*K
k_i	Conductividad térmica del componente i de la mezcla	W/m*K
k_{p1}	Conductividad térmica de la placa	W/m*K
k_{ti}	Conductividad térmica del fluido que circula por el tubo interno	W/m*K

k_l	Conductividad térmica del líquido	W/m*k
k_v	Conductividad térmica del vapor	W/m*k
K_p	Constantes que dependen del ángulo chevron	adim
L	Longitud del tubo, método de diferencias finitas	m
L_p	Longitud de la placa	m
L_r	Longitud del tubo	m
N	Número de incrementos, método de diferencias finitas	adim
n_{df}	Grados de libertad del proceso	adim
n_{inc}	Número de variables	adim
n_{ind}	Número de ecuaciones independientes	adim
N_p	Número de pasos por las placas	adim
N_T	Número de tubos	adim
Nu_a	Número de Nusselt para el fluido que circula por el ánulo	adim
Nu_c	Número de Nusselt para el fluido que circula por la carcasa	adim
Nu_{ti}	Número de Nusselt para el fluido que circula por el tubo interno	adim
Nu_{ti}'	Número de Nusselt para el fluido que circula por el tubo interno para tubos cortos	adim
NUT	Número de unidades de transferencia	adim
P	Presión del sistema	kPa
PM	Peso molecular del componente	g/mol
Pr_a	Número de Prandtl del fluido que circula por el ánulo	adim
Pr_{ti}	Número de Prandtl del fluido que circula por el tubo	adim
pt	Espaciado entre tubos	m
P^v	Presión de vapor	KPa
q	Calor transferido método NUT	W
q_{max}	Calor máximo método NUT	W
Q	Calor transferido	W
R	Constante universal de los gases	J/mol*K
R_{d1}	Factor de obstrucción del fluido caliente	$m^2 \cdot K/W$
R_{d2}	Factor de obstrucción del fluido frío	$m^2 \cdot K/W$
Re	Factor de obstrucción externo	$m^2 \cdot K/W$
Re'	Número de Reynolds para caída de presión	adim
R_i	Factor de ensuciamiento interno	$m^2 \cdot K/W$
Re_a	Número de Reynolds del lado del ánulo	adim
Re_{ti}	Número de Reynolds para el fluido que circula por el tubo interno	adim
Re_l	Número de Reynolds para el fluido caliente	adim
T	Temperatura	
T_a	Temperatura del fluido que circula por el ánulo	K
T_A	Temperatura de salida del tanque A	K
T_{Ai}	Temperatura de entrada del tanque A	K
T_B	Temperatura de salida del tanque B	K
T_{Bi}	Temperatura de entrada del tanque B	K
T_{ec}	Temperatura de entrada del fluido frío método NUT	K

T_{eh}	Temperatura de entrada del fluido caliente método NUT	K
t_{prom}	Temperatura promedio del fluido que circula por el tubo interno	K
T_{prom}	Temperatura promedio del fluido que circula por el ánulo	K
T_r	Temperatura reducida del componente	K
T_{sc}	Temperatura de salida del fluido frío método NUT	K
T_{sh}	Temperatura de salida del fluido caliente método NUT	K
T_w	Temperatura de la pared	K
t_1	Temperatura de entrada del fluido que circula por la sección interna	K
T_1	Temperatura de entrada del fluido que circula por la sección externa	K
t_2	Temperatura de salida del fluido que circula por la sección interna	K
T_2	Temperatura de salida del fluido que circula por la sección externa	K
U_C	Coefficiente de transferencia de calor limpio	$W/m^2 \cdot K$
U_D	Coefficiente global de transferencia de calor	$W/m^2 \cdot K$
V_A	Volumen del tanque A	m^3
V_B	Volumen del tanque B	m^3
VC	Número de variables controladas	adim
VP	Variables de perturbación del sistema	adim
V_t	Velocidad en los tubos	m/s
w_a	Flujo másico del fluido que circula por el ánulo	Kg/s
w_A	Flujo másico del fluido que se encuentra en el tanque A	Kg/s
w_B	Flujo másico del fluido que se encuentra en el tanque B	Kg/s
w_{ti}	Flujo másico que circula por el tubo interno	Kg/s
x_i	Fracción molar del componente i en la mezcla	adim
y	Constante dependiente del ángulo chevron	adim
z	Constantes que dependen del ángulo chevron	adim
ΔT_{max}	Diferencia de temperatura máxima (método NUT)	K
ΔT_{ml}	Diferencia de temperatura media logarítmica	K
ΔP_a	Caída de presión por el ánulo	Pa
ΔP_c	Caída de presión por la coraza	Pa
ΔP_t	Caída de presión por los tubos	Pa
ΔP_{ti}	Caída de presión por el tubo interno	Pa
ΔP_{tu}	Caída de presión por regreso de los tubos	Pa
ΔP_{p1}	Caída de presión a través de la entrada de la placa	Pa
ΔP_1	Caída de presión del fluido caliente	Pa
ΔZ	Longitud del incremento, método de diferencias finitas	adim
ε	Eficiencia del intercambiador método NUT	adim
μ_a	Viscosidad del fluido que circula por el ánulo	$Pa \cdot s$
μ_i	Viscosidad del componente i de la mezcla	$Pa \cdot s$
μ_l	Viscosidad del líquido	$Pa \cdot s$
μ_t	Viscosidad del fluido que circula por el tubo interno	$Pa \cdot s$
μ_v	Viscosidad del vapor	$Pa \cdot s$

μ_1	Viscosidad del fluido caliente	Pa*s
Λ	Factor de engrosamiento	adim
ρ_A	Densidad del fluido en el tanque A	Kg/m ³
ρ_a	Densidad del fluido que circula por el ánulo	Kg/m ³
ρ_i	Densidad del fluido del componente i	Kg/m ³
ρ_B	Densidad del fluido en el tanque B	Kg/m ³
ρ_l	Densidad molar del líquido	Kg/m ³
ρ_T	Densidad del material del tubo interno	Kmol/m ³
ρ_{ti}	Densidad del fluido que circula por el tubo interno	Kg/m ³
ρ_v	Densidad del vapor	Kg/m ³
ρ_1	Densidad del fluido caliente	Kg/m ³
φ_a	Factor de corrección de la viscosidad para el fluido que circula por el tubo interno	adim
φ_{ti}	Factor de corrección de la viscosidad del fluido que circula por el ánulo	adim
ω	Factor acéntrico del componente	adim
$\overline{C_p}$	Calor específico a presión constante de la mezcla	J/Kg*K
\overline{k}	Conductividad térmica de la mezcla	W/m*K
$\overline{\mu}$	Viscosidad de la mezcla	Pa*s
$\overline{\rho}$	Densidad de la mezcla	Kg/m ³