

CAPÍTULO 4

DESARROLLO Y CARACTERÍSTICAS DE LA APLICACIÓN

4.1. INTRODUCCIÓN.

La aplicación objeto del proyecto ha sido realizada con el *C++Builder 5*. Está compuesta por una serie de componentes, los cuales podemos ver en el árbol del *Classes Inspector* que aparece en la figura 4.1.



Figura 4.1: Classes Inspector

Podemos ver que el proyecto está compuesto por doce componentes, de los cuales once son componentes de la clase *TForm*, es decir, formularios y uno de la clase *TDataModule*. Los formularios son los que componen la interfaz gráfica del programa y son los que se ocupan de la entrada, salida y presentación de datos y resultados, a parte, claro está, de la función estética. El módulo de datos no es visible durante la ejecución y es donde se están conectadas las bases de datos y donde se encuentran declaradas y almacenadas casi todas las funciones de cálculo.

4.2. FORMULARIOS.

4.2.1. TFgen (figura 4.2).

Es el primero que aparece y por lo tanto sirve de presentación. Están los botones para elegir el problema a estudiar: el problema directo (o de diseño) o el problema inverso (o de análisis). Tiene un componente *TMediaPlayer* que controla la animación AVI del intercambiador.

4.2.2. TFbalance (figura 4.3).

Aparece cuando se pulsa el botón *Problema Directo* de *TFgen*. Tiene un componente *TRadioButton* en el que señalaremos qué variables del balance de energía son datos, para que el programa calcule las demás mediante la ecuación que las liga

$$(MCp)_{carcasa}(T_{c,i}-T_{c,o}) = (MCp)_{tubos}(T_{t,o}-T_{t,i}) = Q$$

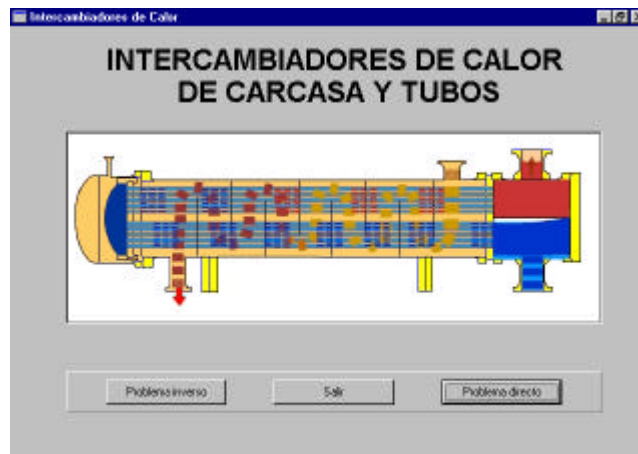


Figura 4.2: TFGen

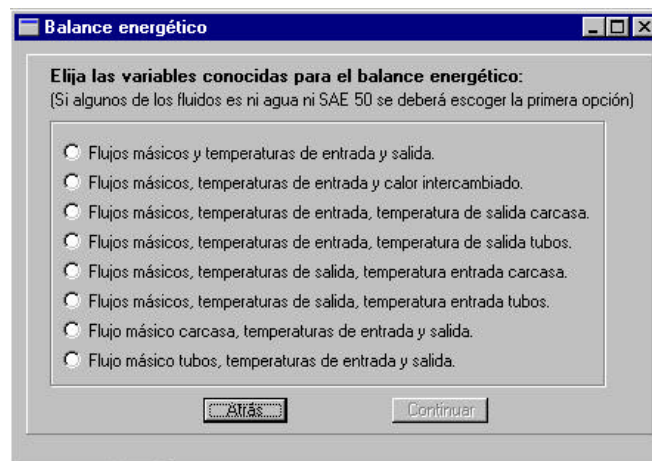


Figura 4.3: TFbalance

4.2.3. TFdir (figura 4.4).

En este formulario hay que introducir los datos de entrada. Se definen plenamente las características geométricas del intercambiador para que el programa calcule su longitud. Los datos que hay que introducir son los que aparecen en el Capítulo 2.7. Para introducir valores compatibles con los especificados por las normas TEMA, algunos datos de entrada tienen que ser introducidos en un determinado orden. Por ejemplo, como hay una serie de diámetros normalizada para cada tipo de cabezal, antes de seleccionar un diámetro hay que haber elegido un tipo de cabezal, así que cuando se entre en la casilla del diámetro de la carcasa se desplegará la lista de diámetros normalizados para ese cabezal seleccionado previamente. También ocurre que el rango de valores posibles de un determinado dato de entrada se vea restringido por la elección que se ha hecho de otros datos de entrada. Por ejemplo, no podemos elegir un corte del deflector cualquiera, sino que el valor que elijamos tiene que estar comprendido entre un valor máximo y mínimo recomendados por las normas TEMA función del diámetro de la carcasa y la separación entre deflectores. Una vez elegidos estos dos, al entrar en la casilla correspondiente al corte del deflector, aparecerá un mensaje que muestra

cuáles son estos valores máximo y mínimo. Para tener en cuenta esto, en algunas casillas aparece un número entre paréntesis. Esto quiere decir que para rellenar esta casilla hay que rellenar previamente todas aquellas que tengan un número menor. Si una tiene un (2) antes de rellenar ésta hay que rellenar antes las que tienen un (0) o un (1). Pulsando la tecla de tabulación se puede seguir también secuencia adecuada de introducción de datos, aunque no aparecerán mensajes.

Menú Problema Directo

FLUIDO DE LA CARCASA

(0) Fluido:

Flujo másico (kg/s):

Temperatura de entrada (°C):

Temperatura de salida (°C):

(1) Resistencia en suciedad ($m^2 K/W$):

Calor intercambiado (kW):

FLUIDO DE LOS TUBOS

(0) Fluido:

Flujo másico (kg/s):

Temperatura de entrada (°C):

Temperatura de salida (°C):

(1) Resistencia en suciedad ($m^2 K/W$):

CARACTERÍSTICAS DE LA CARCASA

(1) Diámetro de la carcasa (pulgadas):

(2) Distancia entre deflectores (m):

Espeor del deflector (mm):

(3) Corte del deflector (4) Diám. carcasa:

(2) Holgura diám. banco tub-car (mm):

(2) Holgura diám. condel (mm):

CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS

(0) Tipo de placa tubular:

Disposición tubos:

(2) Número de pasos por tubo:

Nº hras de soldado por file de tubos:

(2) Diámetro ext. (pulgadas):

(3) Diámetro int. (pulgadas):

Holgura diám. tub-del (mm):

(3) Peso (pulgadas):

Rugosidad tubos:

Altas Calcular Área y P

Figura 4.4: TFdir

4.2.4. TFprop (figura 4.5).

Este formulario aparecerá si se ha elegido en la casilla de tipo de fluido la opción *otros*. Esta opción hay que utilizarla si se desea trabajar con un fluido distinto del agua o del SAE 50. En este formulario habrá que introducir las propiedades de ese fluido a la temperatura que se indica (temperatura calórica) y además la viscosidad a la temperatura de entrada. Se interpolarán logarítmicamente los dos datos de viscosidad para calcular la viscosidad a la temperatura de la pared, ya que las correlaciones que se utilizan lo requieren.

Propiedades otros

Introduzca las propiedades del fluido que circula por la carcasa a 26.2 °C

Densidad: kg/m³

Viscosidad: N·s/m²

Conductividad: W/(m·K)

Calor específico: kJ/(kg·K)

Nº de Prandtl:

Viscosidad a la temperatura de entrada: N·s/m²

Continuar

Figura 4.5: TFprop

2.4.5. TFres (figura 4.6)

Este formulario aparecerá cuando hayan sido introducidos correctamente los datos, ya sea en TFdir o en TFprop. Se muestran los resultados del cálculo del intercambiador de las características introducidas en TFdir. Aparece también el menú del análisis paramétrico, que además servirá para acercarnos más a la problemática del diseño de un intercambiador. Este menú es un RadioButton con 9 opciones. Las siete primeras sirven para ver cómo varían los resultados cuando varía un sólo parámetro (la opción elegida). Las siete primeras opciones son:

1. Disposición de los tubos.
2. Diámetro de la carcasa.
3. Paso.
4. Distancia entre deflectores.
5. Diámetro externo de los tubos.
6. Corte del deflector.
7. Número de pasos por tubos.

Si la opción elegida es la 2, la distancia entre deflectores variará proporcionalmente al diámetro de la carcasa. Si la opción elegida es la 5, el diámetro interior de los tubos y el paso variarán proporcionalmente al diámetro exterior de los tubos. El rango de variación de los parámetros se establece automáticamente según las normas TEMA (ver capítulo 2.7).

Las dos últimas opciones son:

8. Árbol tubos.
9. Árbol carcasa.

Al elegir una de estas opciones se inspeccionarán, con diámetro de la carcasa, separación y corte de los deflectores fijos, todas configuraciones del banco de tubos posibles (8) o, con un banco de tubos de unas características dadas, todas las configuraciones variando el diámetro de la carcasa, la separación y el corte de los deflectores (9).

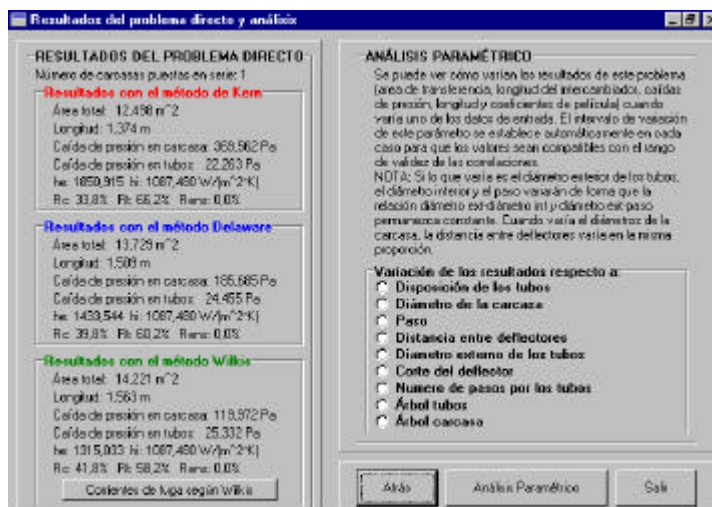


Figura 4.6: TFres

4.2.6. TFfuga (figura 4.7)

Este formulario aparece cuando se pulsa el botón *Corrientes de Fuga por Wilkis* de *TFres*. Muestra una imagen donde aparecen representadas las corrientes de fuga y muestra el porcentaje del flujo másico que corresponde a cada corriente calculado por las ecuaciones 3.66, 3.37, 3.68, 3.69.

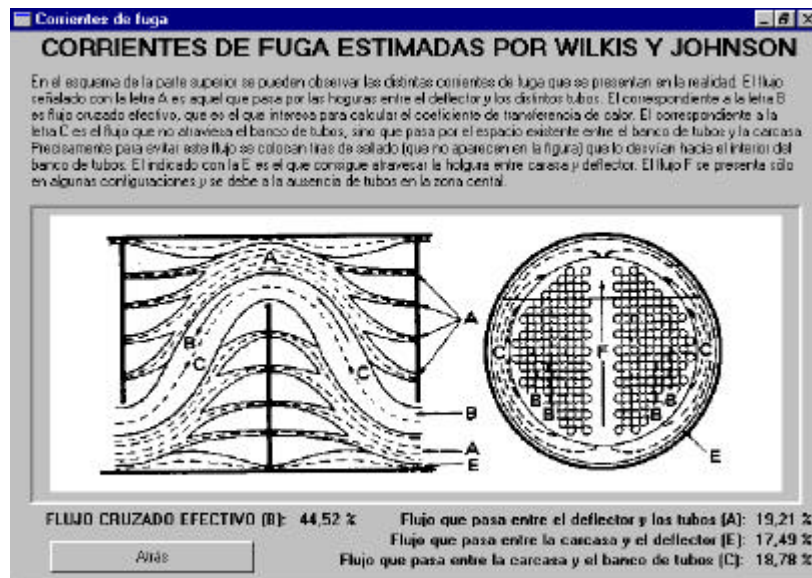


Figura 4.7: TFfuga

4.2.7. TFgraficos (figuras 4.8 y 4.9).

En este formulario se muestran gráficamente y en forma de lista los resultados del análisis paramétrico cuando se escoge una de las siete primeras opciones del RadioButton de *TFres*. Hay un TPageControl con varias hojas, cada una con una gráfica distinta que representa la variación del área, longitud, caídas de presión, etc... respecto al parámetro elegido. También hay una hoja que contiene un componente TListView donde se almacenan numéricamente los valores del análisis. Podemos comprobar para qué valores del parámetro se satisfacen unas restricciones de longitud y caída de presión que podemos imponer en este formulario. Los valores que las cumplan aparecerán con un tick en la lista.

4.2.8. TFarbol (figuras 4.10 y 4.11).

En este formulario se muestran en forma de árbol los resultados del análisis paramétrico cuando se escoge una de las dos últimas opciones del RadioButton de *TFres*. Hay un TPageControl con tres hojas, una corresponde a cada método utilizado para calcular h_e . Cada árbol es un componente TTreeView por el que ponemos movernos pinchando en sus ramas, explorando así las soluciones para las distintas configuraciones.

El *Árbol de Tubos* tiene los siguientes niveles:

1. Nivel 0: Nodo raíz.
2. Nivel 1: Nodos de las disposiciones de los tubos.

3. Nivel 2: Nodos de los números de pasos por tubos.
4. Nivel 3: Nodos de los diámetros exteriores de los tubos.
5. Nivel 4: Nodos de los pasos.
6. Nivel 5: Nodos de los diámetros interiores.
7. Nivel 6: Nodos de resultados (área, longitud y caídas de presión).

Los valores de los distintos nodos serán aquellos recomendados por las normas TEMA (ver Capítulo 2.7).

Para el *Árbol de la Carcasa* los niveles son los siguientes:

1. Nivel 0: Nodo raíz.
2. Nivel 1: Nodos de los diámetros de la carcasa.
3. Nivel 2: Nodos de las separaciones entre deflectores.
4. Nivel 3: Nodos de los cortes de los deflectores.
5. Nivel 4: Nodos de resultados (área, longitud y caídas de presión).

Los valores de los distintos nodos serán aquellos recomendados por las normas TEMA (ver Capítulo 2.7). Pero al ser la separación entre deflectores y el corte de estos valores continuos, se escogen los valores máximos y mínimos admisibles y dos intermedios para la separación entre deflectores y los valores máximos y mínimos admisibles y uno intermedio para el corte de los deflectores.

Podemos imponer unas restricciones de longitud y caídas de presión y buscar las configuraciones que las cumplan en los árboles.

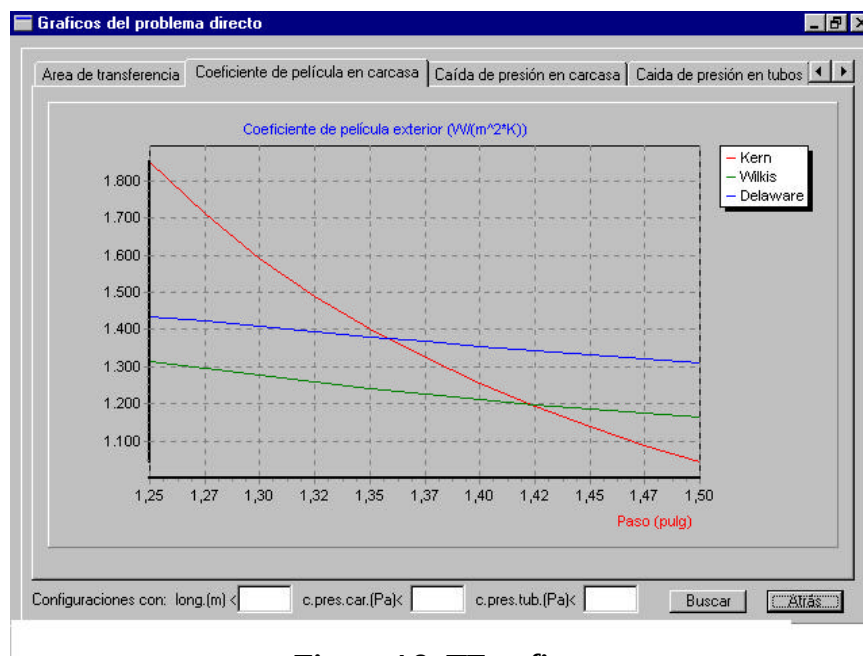


Figura 4.8: TFgraficos

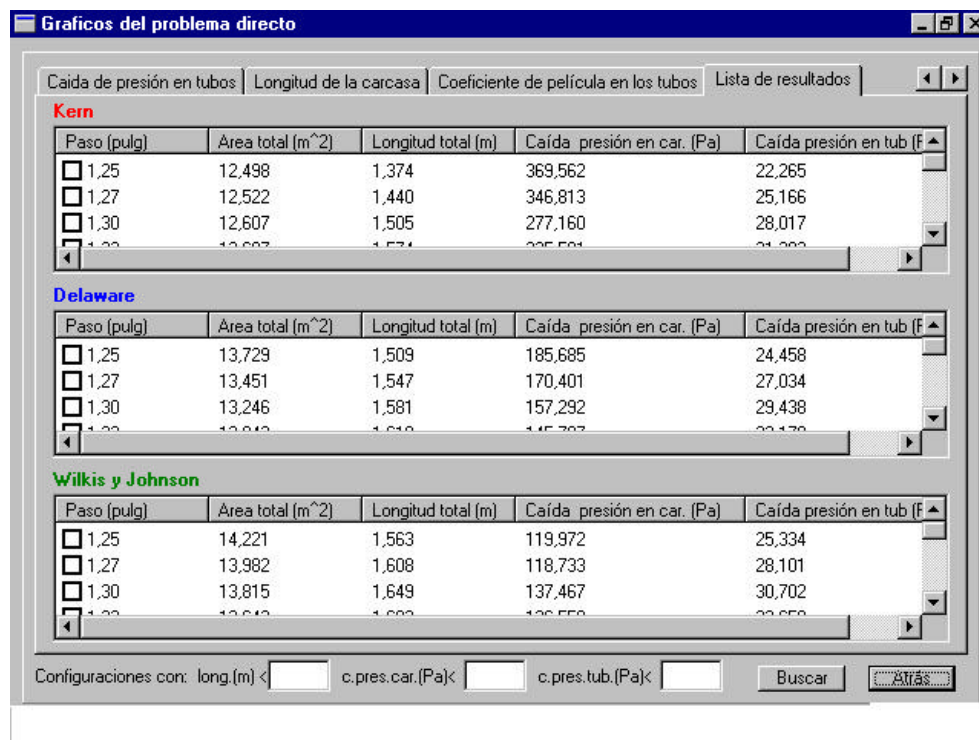


Figura 4.9: TFgraficos (Lista)

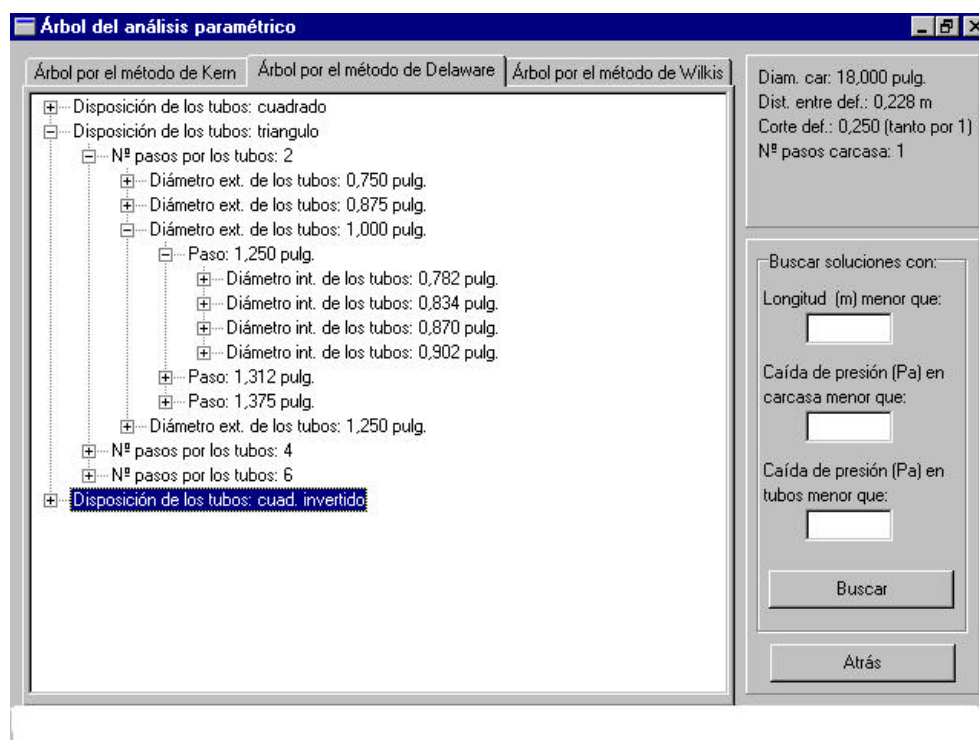


Figura 4.10: TFarbol (tubos)

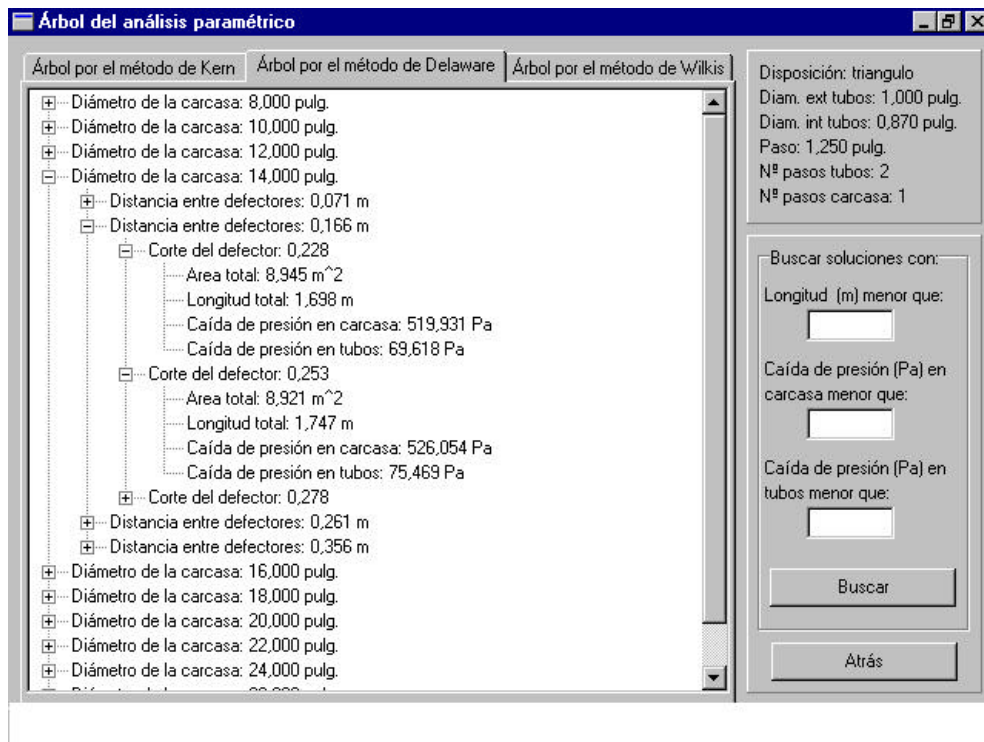


Figura 4.11: TFarbol (carcasa)

4.2.9 TFinv (figura 4.12).

Este formulario aparece cuando pulsamos el botón *Problema inverso* en *TFgen*. Es análogo a *TFdir* sólo que aquí toda la geometría es conocida, pero no se conocen las temperaturas de salida, que se tratan de calcular.

Figura 4.12: TFinv

4.2.10. TFresd (figura 4.13)

Se muestran los resultados del problema inverso: las temperaturas de salida y el calor intercambiado. Para estudiar cómo se comporta el intercambiador cuando varían las condiciones de operación podemos utilizar este análisis paramétrico. Los parámetros que podemos analizar son las temperaturas de entrada, los flujos másicos y las resistencias de ensuciamiento. Este último análisis es útil para conocer cómo se comporta el intercambiador en la primera etapa de funcionamiento, antes de que se ensucie. En este caso sí hay que introducir rango.

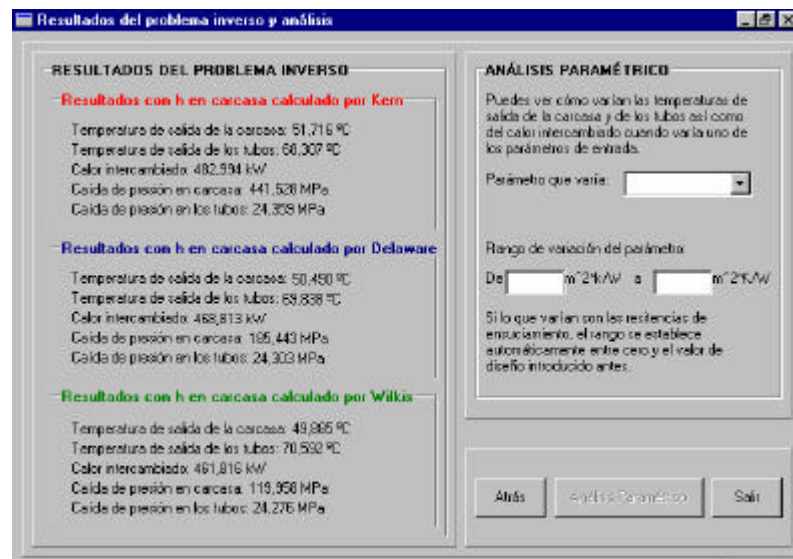


Figura 4.13: TFresd

4.2.10. TFgraficosi (figura 4.14).

Análogo a TFgráficos pero sin lista.

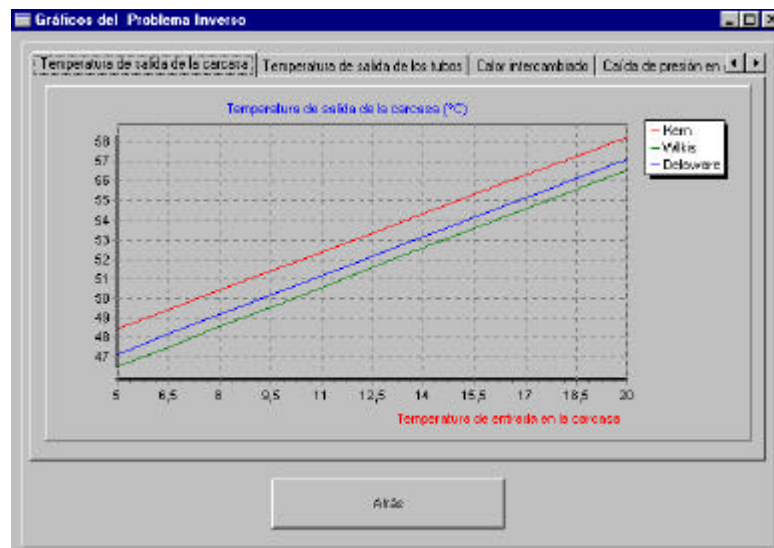


Figura 4.14: TFgraficosi

4.3. MÓDULO DE DATOS TDB (figura 4.15)

Es un componente de la clase TDataModule. No es visible en tiempo de ejecución. Es donde están declaradas y definidas la mayoría de las funciones de cálculo del programa, que son llamadas desde otras partes. También es aquí donde están conectadas las bases de datos de las propiedades del agua y del SAE 50.

El alias es based. Cada base de datos es un componente TTable de tipo Paradox 7 con tres campos:

1. Fluido: Es del tipo AnsiString y es donde se guarda el nombre del fluido. Es un key field.
2. Temperatura: Es del tipo int y es donde se guarda la temperatura a la que está medida la propiedad. Es un key field.
3. Valor: Es del tipo number y es donde se guarda el valor de la propiedad.

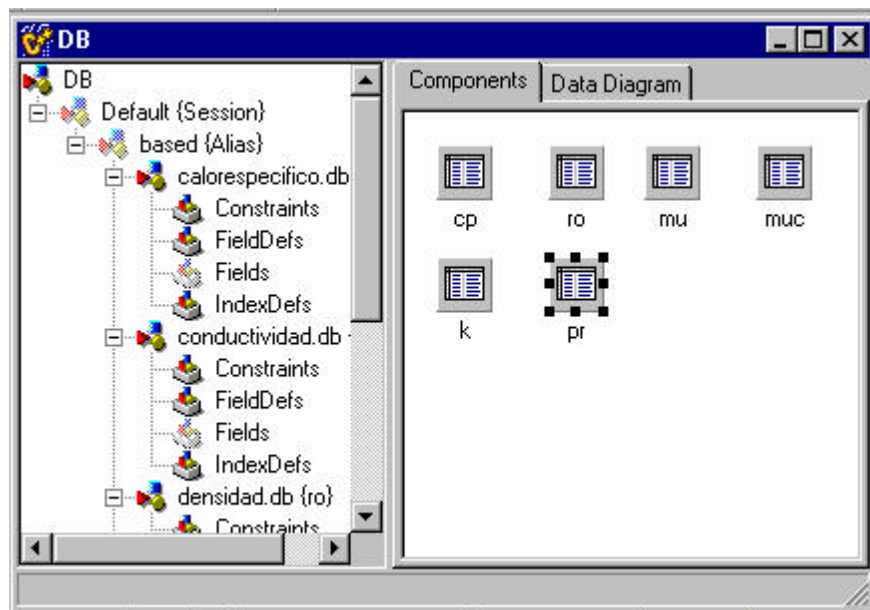


Figura 4.15: TDB