



VNiVERSiDAD D SALAMANCA

Proyectos de Innovación y Mejora Docente
2016-2017

ID2016/163

DISEÑO DE UNA APLICACIÓN PARA LA
COMPARACIÓN DE IMÁGENES: APLICACIÓN A LA
COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES
TERMODINÁMICAS DE LOS FLUIDOS
REFRIGERANTES EMPLEADOS EN SISTEMAS DE
REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR POR
COMPRESIÓN DE VAPOR.

MEMORIA DE RESULTADOS

JUAN RAMÓN MUÑOZ RICO

ÍNDICE DE CONTENIDO.

ÍNDICE DE CONTENIDO.	3
ÍNDICE DE FIGURAS.	3
1. INTRODUCCIÓN.	5
2. APLICACIÓN RefCOMP.	6
2.1 VENTANA DE LA APLICACIÓN RefCOMP.	7
2.2 MENÚS DE LA APLICACIÓN RefCOMP.	8
2.2.1 MENÚ FILE (ARCHIVO).....	8
2.2.2 MENÚ DIAGRAM (DIAGRAMA).....	8
2.2.3 MENÚS REFRIGERANT A, REFRIGERANT B (REFRIGERANTE A Y B).	9
2.2.4 MENÚ HELP.	10
3. REFERENCIAS.	11

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Ventana de la aplicación RefCOMP.	7
Figura 2. Barra de menús (a) y barra de deslizamiento de opacidad (b) de la aplicación RefCOMP.	7
Figura 3. Menú File (Archivo) (a) y botón Cerrar ventana (b) en la aplicación RefCOMP.....	8
Figura 4. Apariencia de la ventana de RefCOMP con los diagramas T-s.	8
Figura 5. Apariencia de la ventana de RefCOMP con los diagramas p-h.	9
Figura 6. Menú de selección del refrigerante A.	9
Figura 7. Menú de selección del refrigerante B.	10
Figura 8. Menú Help y About.	10

1. INTRODUCCIÓN.

Los refrigerantes que se emplean en los sistemas de refrigeración y bomba de calor están sometidos a una constante evolución dada su actividad relativa, por un lado, a su capacidad de destrucción de la capa de ozono (representada por el índice ODP, acrónimo del inglés "Ozone Depletion Potential") y, por otro, a su contribución en el calentamiento global del planeta (representada por el índice GWP, acrónimo del inglés "Global Warming Potential") [1, Lapuerta Amigo & Armas, 2012].

Así, los refrigerantes van siendo sustituidos por otros nuevos en función de la evolución del conocimiento de su comportamiento energético y medioambiental, lo que está dando lugar a que a lo largo de la vida útil de las máquinas sea posible que el refrigerante que la máquina emplea tenga que ser sustituido por otro nuevo, menos invasivo desde el punto de vista medioambiental y con un comportamiento energético similar al del refrigerante que sustituye, de modo que el comportamiento global de la máquina no se vea afectado sensiblemente por el uso del nuevo refrigerante.

Por este motivo resulta absolutamente necesario estudiar qué refrigerantes pueden ser sustituidos por qué otros nuevos, sin que las condiciones de trabajo de la máquina se modifiquen de una forma cuantitativamente apreciable. Estos aspectos y la determinación y uso de las propiedades termodinámicas, desde el punto de vista de la Ingeniería, son tratados en las asignaturas a las que se ha hecho referencia en el apartado "ASIGNATURAS Y TITULACIONES QUE SE BENEFICIARÁN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN" (en la solicitud del Proyecto), y su conocimiento forma parte del ejercicio profesional del Ingeniero en el ámbito energético y medioambiental.

Se hace, pues, necesario disponer de una herramienta que permita determinar, en una primera aproximación, las diferencias y/o similitudes en el comportamiento de los refrigerantes. Dicho comportamiento queda reflejado en lo que en Ingeniería se conocen como "Tablas de Propiedades Termodinámicas" y "Diagramas de Propiedades Termodinámicas" [2, Rey Martínez & San José Alonso, 1992; 3, Almiñana, 2008; 4, Torrella Alcaraz, 2007], en las que éstas quedan descritas numérica y gráficamente, respectivamente. Sin embargo, aunque se podría establecer una comparación numérica (y, por tanto, cuantitativa) a partir de dichas Tablas, esta comparación resultaría excesivamente compleja y, en muchos casos, la precisión que se obtendría de ella sería innecesaria. Resulta muchísimo más práctica, más visual, más rápida y de precisión inicialmente suficiente, la determinación propuesta a partir de los diagramas de propiedades termodinámicas, tanto temperatura-entropía (T-s) como presión-entalpía (p-h), mucho más empleado en el mundo de los sistemas de refrigeración y bomba de calor por compresión de vapor.

La vertiginosa evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación ha dado lugar a que el mundo digital, y más concretamente el del análisis de imágenes, esté cobrando una importancia muy relevante en los últimos años y esté facilitando determinados análisis cualitativos que en muchas ocasiones son suficientes, sin necesidad de entrar necesariamente en un nivel cuantitativo, aunque posibilitándolo.

Sin embargo, aunque muchos paquetes de software de diseño permiten la comparación de imágenes, no existe una aplicación que permita comparar los diagramas de propiedades termodinámicas de los fluidos refrigerantes que se emplean en los sistemas de refrigeración y bomba de calor por compresión de vapor. Además, el manejo de paquetes de software de diseño requiere de unos conocimientos específicos de los que, en la mayoría de los casos, los usuarios no disponen o de los que, en todo caso, no tienen por qué disponer porque no forman parte de su currículo formativo.

Pues bien: en el presente Proyecto de Innovación se pretende desarrollar un software que permita la comparación del comportamiento energético de los refrigerantes a partir de la comparación de sus respectivos diagramas de propiedades termodinámicas, temperatura-entropía (T-s) y presión-entalpía (p-h), que pueda ser empleado en la docencia de las asignaturas relacionadas en el apartado "ASIGNATURAS Y TITULACIONES QUE

SE BENEFICIARÁN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN” (en la solicitud del Proyecto) y también por los estudiantes y profesionales del sector.

Pero, en general, este software podrá ser empleado también en cualesquiera otras asignaturas de contenidos similares impartidas en otros Centros. En el apartado “ASIGNATURAS Y TITULACIONES QUE SE BENEFICIARÁN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN” (en la solicitud del Proyecto) se han relacionado las asignaturas involucradas e impartidas en la Escuela Politécnica Superior de Zamora, pero también se podrá emplear en otras asignaturas de contenidos similares impartidas en la Escuela Politécnica Superior (de Ávila), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales y Facultad de Ciencias, todas ellas de la Universidad de Salamanca.

Pero, además, el código correspondiente generado en este software podrá también ser empleado, con mínimas modificaciones, en cualquier ámbito en el que se requiera un análisis comparativo de imágenes (Arquitectura, Medicina, Topografía, Bellas Artes, Educación...).

2. APLICACIÓN RefCOMP.

En el mundo de la refrigeración es frecuente encontrarse con que existen algunos refrigerantes susceptibles de ser sustituidos por otros. También es posible que, en una máquina determinada, algunos refrigerantes, con el mismo flujo másico, sean capaces de intercambiar más calor que otros, de consumir menos trabajo o al revés.

Están en juego las funciones de estado entalpía y entropía, y también variables de estado como es la densidad o volumen específico, presión y temperatura de ebullición, presiones y temperaturas en sobrecalentamientos y subenfriamientos, etc.

Como quiera que el número de variables involucradas en la comparación de sustancias refrigerantes es muy grande, se ha desarrollado una aplicación, a la que se ha llamado RefCOMP, con la que se pretende disponer de una herramienta sencilla pero efectiva para poder hacer una comparación cualitativa, visual (a nivel gráfico), del comportamiento de algunos refrigerantes a partir de las conformaciones de sus diagramas p-h y T-s.

Así, para una aplicación determinada en la que se pretenda comparar el comportamiento de dos refrigerantes bastará con seleccionarlos de entre los que se ofrecen en la aplicación y, una vez seleccionado, también, el diagrama a comparar (entre p-h ó T-s), haciendo que aumente o disminuya la transparencia de uno u otro, quedarán evidenciadas, de una forma muy visual las diferencias entre sus comportamientos.

La aplicación RefCOMP sirve, pues, para comparar las propiedades termodinámicas de refrigerantes, ya sean variables de estado, ya sean funciones de estado. Se ha realizado empleando Adobe Director 11.5 [5, Adobe Systems Software Ireland Ltd, n.d.] y no es necesaria instalación: directamente se ejecuta haciendo clic en el archivo “RefCOMP.exe”. El software Adobe Director sirve para la generación de contenido multimedia.

La ubicación de los diagramas se ha realizado con el objeto de que coincidan las presiones en los diagramas p-h y las temperaturas en los diagramas T-s, y buscando siempre diagramas cuyas funciones de estado, entalpía y entropía, estén calculadas con las mismas referencias. De otra forma, la aplicación sería inútil.

La mayor parte de los diagramas empleados proceden del software Solkane [6, Solvay, 2016]. Para su introducción en RefCOMP se ha tenido la precaución de tratarlos previamente con el software de tratamiento de imágenes Adobe Photoshop [7, Adobe Systems Software Ireland Ltd, n.d.] y Adobe Illustrator [8, Adobe Systems Software Ireland Ltd, 2016].

En la carpeta RefCOMP.rar se incluye el archivo RefCOMP.dir en el que se puede consultar el código generado abriéndolo, previamente, con el software Adobe Director, del que se puede descargar una versión Demo en la página web de Adobe.

RefCOMP funciona en pantallas únicas o duplicadas. Si se emplea en pantallas extendidas no podrá calcular correctamente las posiciones y es posible que no funcione correctamente¹.

2.1 VENTANA DE LA APLICACIÓN RefCOMP.

En la Figura 1 se muestra la ventana principal de la aplicación RefCOMP. En la Figura 2.a se muestra la barra de menús de la aplicación RefCOMP. Los menús disponibles son File, Diagram, Refrigerant A, Refrigerant B y Help. La aplicación se ha desarrollado en inglés.

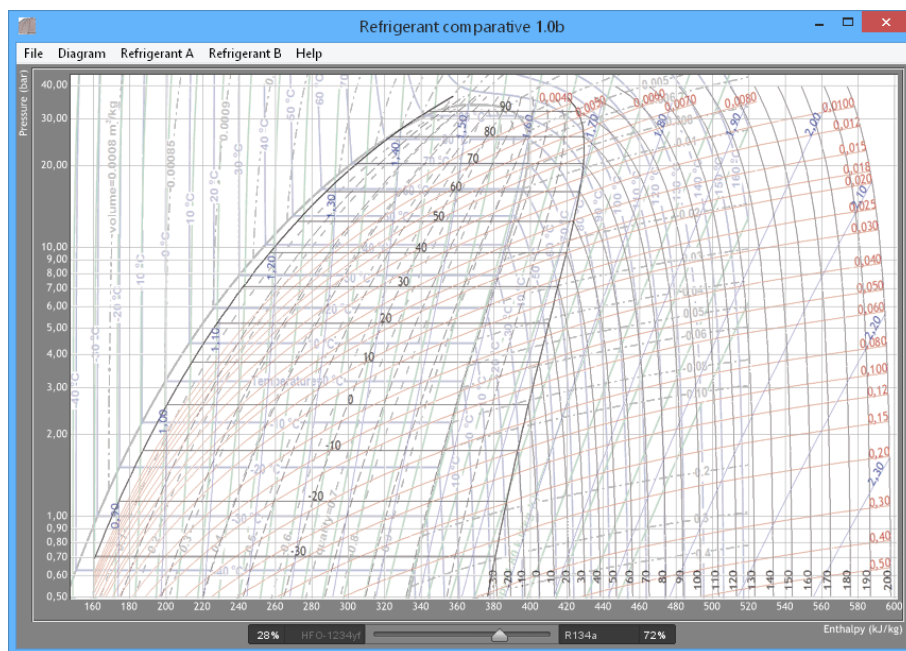
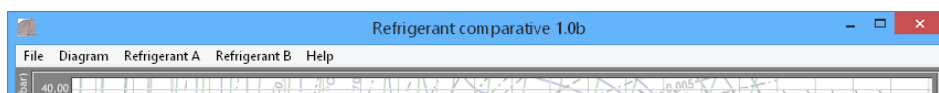


Figura 1. Ventana de la aplicación RefCOMP.

En la parte inferior se encuentra la barra sobre la que se puede deslizar el mando de opacidad (Figura 2.b) dando lugar a que un diagrama u otro tengan un opacidad mayor o menor.



(a)



(b)

Figura 2. Barra de menús (a) y barra de deslizamiento de opacidad (b) de la aplicación RefCOMP.

¹ Por limitaciones del lenguaje de programación que emplea Adobe Director (Lingo).

2.2 MENÚS DE LA APLICACIÓN RefCOMP.

2.2.1 MENÚ FILE (ARCHIVO).

El menú File (Archivo) sólo ofrece la opción (por ahora) de Salir (Quit), como se muestra en la Figura 3.a.

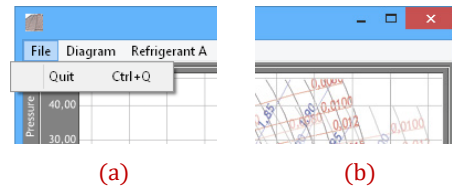


Figura 3. Menú File (Archivo) (a) y botón Cerrar ventana (b) en la aplicación RefCOMP.

Lo mismo se puede conseguir haciendo clic en el botón de cierre, como con cualquier otra aplicación (Figura 3.b).

2.2.2 MENÚ DIAGRAM (DIAGRAMA).

En el menú Diagram (Diagrama) se puede elegir el tipo de diagrama que quiere emplear en la comparación de los refrigerantes. Así, el diagrama p-h resulta útil si se pretende una comparación a partir de las presiones y entalpías de los refrigerantes y el T-s si la comparación se quiere hacer partiendo de las temperaturas y entropías.

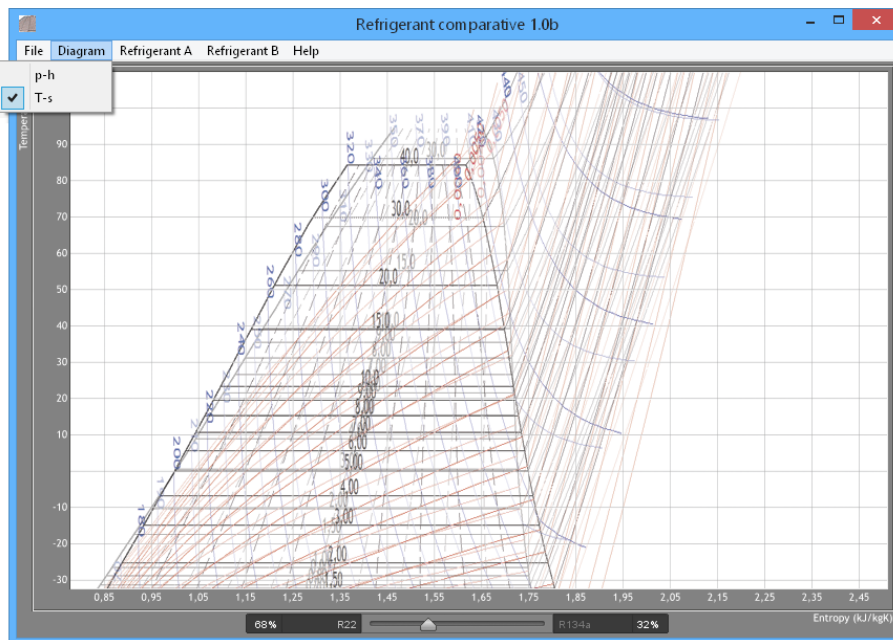


Figura 4. Apariencia de la ventana de RefCOMP con los diagramas T-s.

En cualquier caso, los diagramas muestran todas las líneas iso útiles para la comparación de refrigerantes. En la Figura 4 se muestra la apariencia de la ventana de RefCOMP con los diagramas T-s y en la Figura 5 la apariencia con los diagramas p-h.

2.2.3 MENÚS REFRIGERANT A, REFRIGERANT B (REFRIGERANTE A Y B).

Con estos menús se puede elegir los refrigerantes cuyos diagramas se quiere comparar. Los menús se muestran en la Figura 6 y Figura 7.

Elegido un refrigerante como A, aparecerá atenuado en el menú del refrigerante B. Una marca "tic" indica en cada uno de los menús el refrigerante que está siendo visualizado.

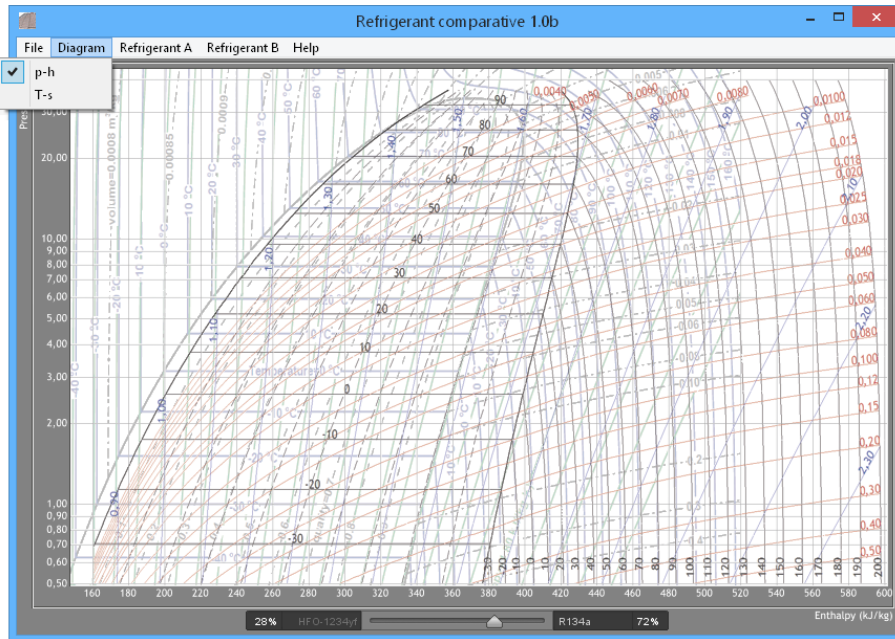


Figura 5. Apariencia de la ventana de RefCOMP con los diagramas p-h.

En la barra de deslizamiento de opacidad (Figura 2.b) se indicará, a la izquierda, el refrigerante elegido como A, y a la derecha, el elegido como B.

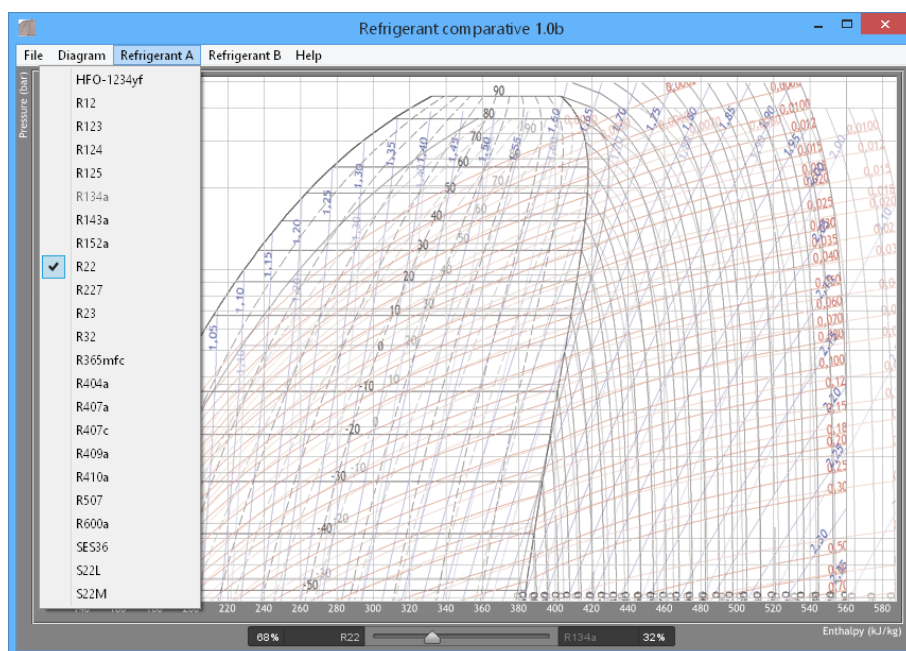


Figura 6. Menú de selección del refrigerante A.

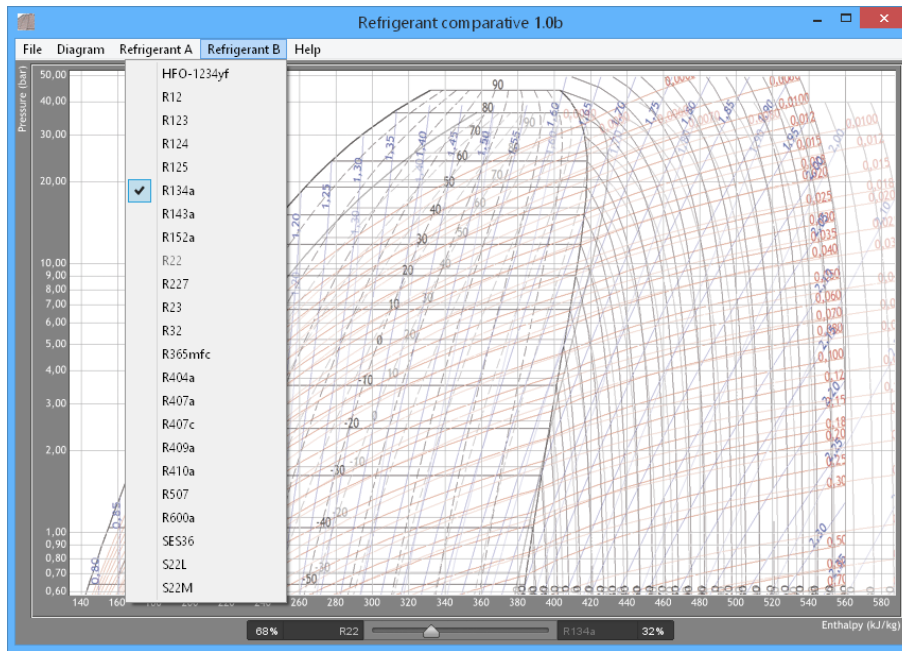


Figura 7. Menú de selección del refrigerante B.

2.2.4 MENÚ HELP.

Se ha incluido un Menú Help por mantener una coherencia de software con el existente. En él se han incluido dos opciones, que han sido la ayuda propiamente dicha (Help) y una opción (About) en la que se indica los datos de contacto.

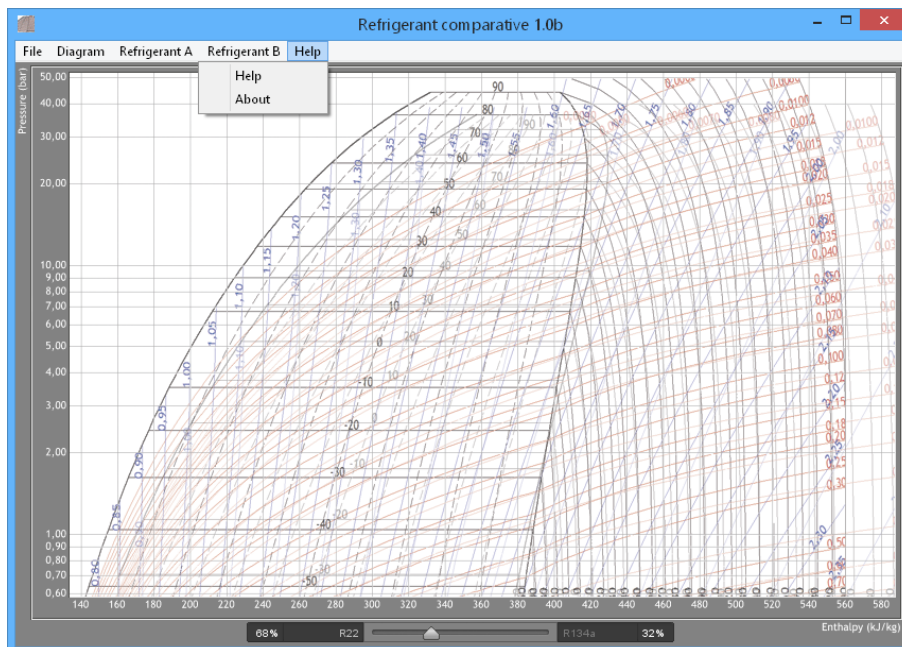


Figura 8. Menú Help y About.

En la Figura 8 se muestra el menú Help.

3. REFERENCIAS.

- [1] Lapuerta Amigo, M. & Armas, O. *Frío Industrial y Aire Acondicionado*. 1-64 p. Cuenca, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. 2012. ISBN: 9788484279679.
- [2] Rey Martínez, F.J. & San José Alonso, J.F. *Ecuaciones, gráficas y tablas :calor y frío industrial*. 216 p. Valladolid, Dpto. de Ingeniería Energética y Fluidomecánica, Universidad de Valladolid. 1992. ISBN: 84-87079-18-0.
- [3] Almiñana, D.G. *Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado*. 162 p. Editorial UOC. 2008. Disponible en: <https://books.google.com/books?id=sNV5m-ASR9IC&pgis=1> (Fecha de consulta: March 8, 2016). ISBN: 8426714730.
- [4] Torrella Alcaraz, E. *Manual de climatización*. Madrid, AMV, A. Madrid Vicente. 2007. ISBN: 978-84-89922-46-4.
- [5] Adobe Systems Software Ireland Ltd. *Adobe Director*. n.d. Disponible en: <http://www.adobe.com/es/products/director.html> (Fecha de consulta: March 13, 2016a).
- [6] Solvay. *SOLKANE Refrigerants by Solvay*. 2016. Disponible en: <http://solkane-refrigerants.software.informer.com/download/> (Fecha de consulta: March 13, 2016).
- [7] Adobe Systems Software Ireland Ltd. *Adobe Photoshop CC*. n.d. Disponible en: <http://www.adobe.com/es/products/photoshop.html> (Fecha de consulta: March 13, 2016b).
- [8] Adobe Systems Software Ireland Ltd. *Adobe Illustrator CC*. 2016. Disponible en: <http://www.adobe.com/es/products/illustrator.html> (Fecha de consulta: March 13, 2016).

Esta Memoria fue terminada el martes, 6 de junio de 2017, a las 13:40:52.