

GENERACIÓN DE ENTROPÍA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CON REFRIGERANTE SUSTITUTO AL R134A

Ayala Vaca Osvaldo (1), Pérez García Vicente (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato- Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [osvaldovaca_1994@live.com]

2 [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato- Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [v.perez@ugto.mx]

Resumen

En el presente trabajo se realiza una comparativa de dos refrigerantes uno de HFC (R134a) y uno de nueva generación el cual es un HFO (R1234yf) reportando los cambios de entropía en cada uno de los componentes del ciclo de refrigeración, obteniendo que para el R134a el cambio de entropía es menor en el compresor y mayor en los otros componentes por el refrigerante R1234yf.

Abstract

In the present work a comparison of two refrigerants is made, one of HFC (R134a) and one of new generation which is an HFO (R1234yf) reporting the changes of entropy in each one of the components of the refrigeration cycle, obtaining that for the R134a the change in entropy is lower in the compressor and greater in the other components by refrigerant R1234yf.

Palabras Clave

Refrigerante; CLC; HCFC; HFC; HFO

INTRODUCCIÓN

La refrigeración se remonta a la antigüedad utilizando hielo almacenado, vaporización de agua y otros procesos de evaporación. Numerosos investigadores de diferentes países estudiaron la física del cambio de fase en los años 1600 y 1700 [1]. La historia de los refrigerantes desde la primera producción mecánica de enfriamiento en 1834 donde se usó Etil-Éter. Después de eso, se aplicaron varios refrigerantes naturales, como amoníaco, CO₂, hidrocarburos, etc [2].

Evolución de los refrigerantes

Primera generación (CLC).

Los refrigerantes más comunes durante los primeros 100 años fueron los solventes domésticos y otros líquidos volátiles; constituyeron la primera generación de refrigerantes, incluyendo efectivamente lo que sea que funcionó y estaba disponible. Casi todos estos refrigerantes tempranos eran inflamables, tóxicos o ambos, y algunos también fueron altamente reactivos [1].

Segunda generación (HCFC).

La segunda generación se distinguió por un cambio a fluoroquímicos por seguridad y durabilidad. Thomas Midgley, Jr., y sus asociados Albert L. Henne y Robert R. McNary primero revisaron las tablas de propiedades para encontrar sustancias químicas con el deseado punto de ebullición punto [1].

Tercera generación (HFC).

Los productos químicos fluorados mantuvieron el enfoque principal, con énfasis en los HCFC para uso interino (de transición) e hidrofluorocarbonos (HFC) a largo plazo [1].

Cuarta generación (HFO).

Las HFO (hidro-fluoro-olefinas) son HFC insaturados y son la cuarta generación de gases a base de flúor. Estos refrigerantes sintéticos se clasifican en: ODP = 0, con bajo GWP y como gases A2L (levemente inflamables). La prohibición del uso de R134a en los sistemas de aire acondicionado móvil (MAC) dentro de la EU ha desencadenado una serie de proyectos de investigación. DuPont y Honeywell desarrollaron conjuntamente el primer HFO, es R1234yf. Este es un reemplazo bajo de GWP para R134a para uso en sistemas MAC con propiedades termodinámicas similares a R134a [2].

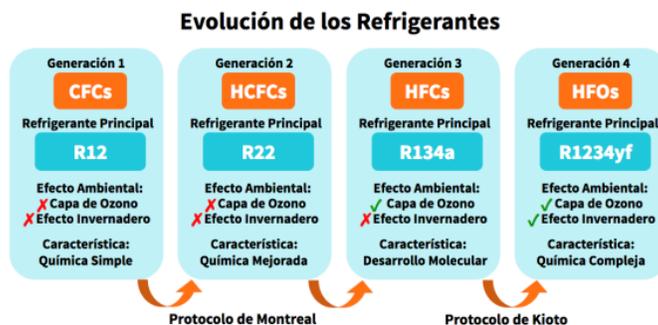


Imagen 1: Generaciones de los refrigerantes y su respectivo elemento clave

Medioambiente

El hombre es completamente responsable de las emisiones de los halocarbonos más importantes que agotan la capa de ozono y los gases de efecto invernadero. Los halocarbonos son un grupo de compuestos que son principalmente gases artificiales constituidos tanto por carbono como por al menos uno de los halógenos (flúor, cloro, yodo y bromo). Fueron sintetizados por primera vez en 1928. El grupo incluye clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC). La estructura estable de estos químicos les permite atacar la capa de ozono. Si estos químicos escapan hacia la atmósfera, se desplazan hacia la estratosfera y la intensa radiación UV-C rompe sus enlaces químicos, liberando cloro, que raya un átomo de la molécula de ozono, reduciéndolo a molécula de oxígeno. Se ha descubierto que un átomo de cloro puede destruir 100.000 moléculas de ozono, como se puede mostrar en la imagen [2]. Se estima que los CFC contribuyen con casi el 70% de los productos químicos que agotan la capa de ozono creados por el hombre en la atmósfera [3].

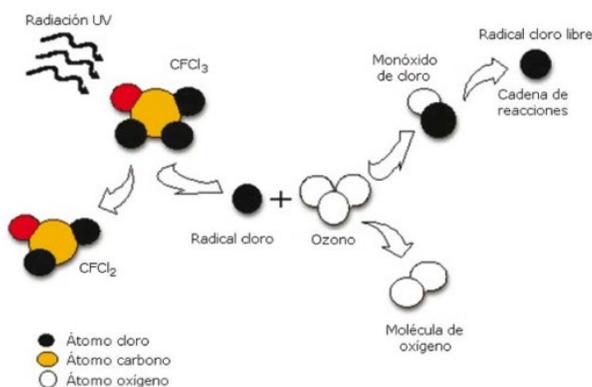


Imagen 2: Reacción de los CFC con los UV

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la generación de entropía se puso a trabajar un congelador con el refrigerante R134a el cual se dejó aproximadamente un día. Para su análisis en la entropía se colocaron sensores en diferentes partes del congelador los cuales nos proporcionan temperatura en puntos a analizar.

Además, se analizó el congelador para representarlo en un sistema termodinámico el cual se puede apreciar a grandes rasgos que contaba con un compresor, un condensador, un tubo capilar y un evaporador, como se muestra en la imagen 3.

Una vez terminadas las pruebas los datos recabados se almacenaron en el software Excel, dichos datos se analizaron y se realizaron análisis para cada punto y para su promedio de estos.

Para el análisis de generación de entropía. Dicho análisis se aplicaron la primera y la segunda ley de la termodinámica aplicada para cada equipo mencionado anteriormente. Para el estado uno se hizo la suposición que era igual a la temperatura en el estado en cuatro, además se consideró con el estado dos la eficiencia sería isotrópica debido a esto no hay entropías en estos puntos. Para el estado cuatro como es un tubo capilar se consideró como una válvula de estrangulamiento.

Para su validación de los datos se usaron datos proporcionados por Honeywell y el software EES

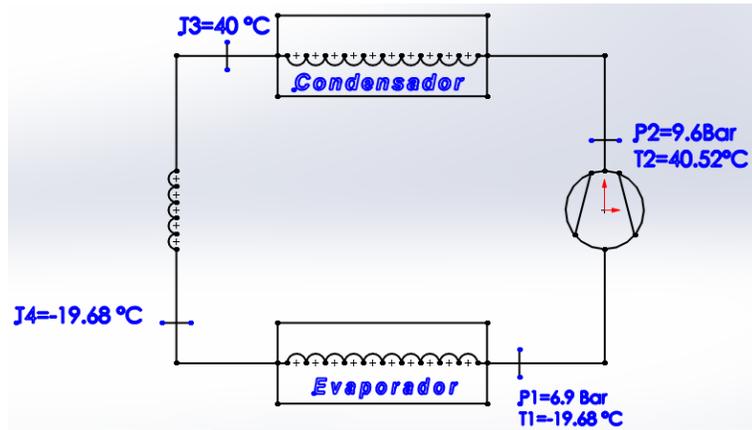


Imagen 3: Representación del sistema termodinámico

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente al analizar todos nuestros componentes del sistema termodinámico, se obtuvieron las siguientes graficas como se presenta en la imagen 4 podemos observar el comportamiento del COP la cual representa el desempeño del refrigerante en el sistema termodinámico mostrado en la imagen 3 como podemos observar el COP es menor en el refrigerante R1234yf a diferencia del refrigerante R134a. por otra parte se analizaron los COP de estos refrigerantes y se encontró un error en la temperatura $T_3=45^\circ\text{C}$ el cual nos arrojó un error del 35.2523% y en $T_1=-10^\circ\text{C}$ el cual nos arrojó un error del 33.0798 en este sistema.

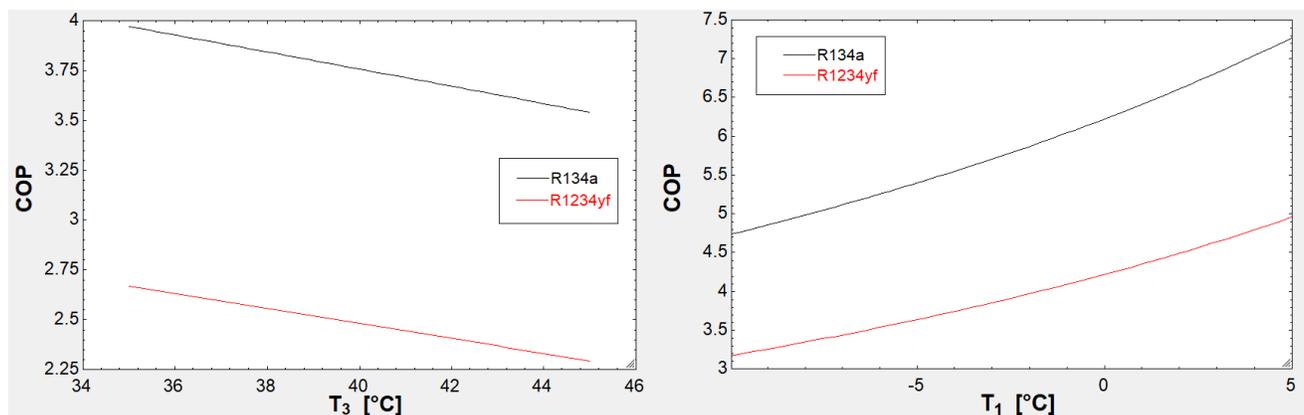


Imagen 4: Comparativa de los COP en T_3 y T_1

Por otra parte, estas graficas no representan una buena solución para definir un refrigerante como tal, se procedió a calcular las entropías en diferentes puntos del sistema como se muestra en la imagen 3 los cuales se muestran en la imagen 5 algunas entropías calculadas fueron la del T_3 en el compresor, Tubo capilar y evaporado. Mientras que en T_1 se graficó el del compresor y el evaporador. La gráfica al compararse se observó que el R134a su entropía es menor en el compresor y a diferencia del R1234yf que es mayor en el resto de los componentes

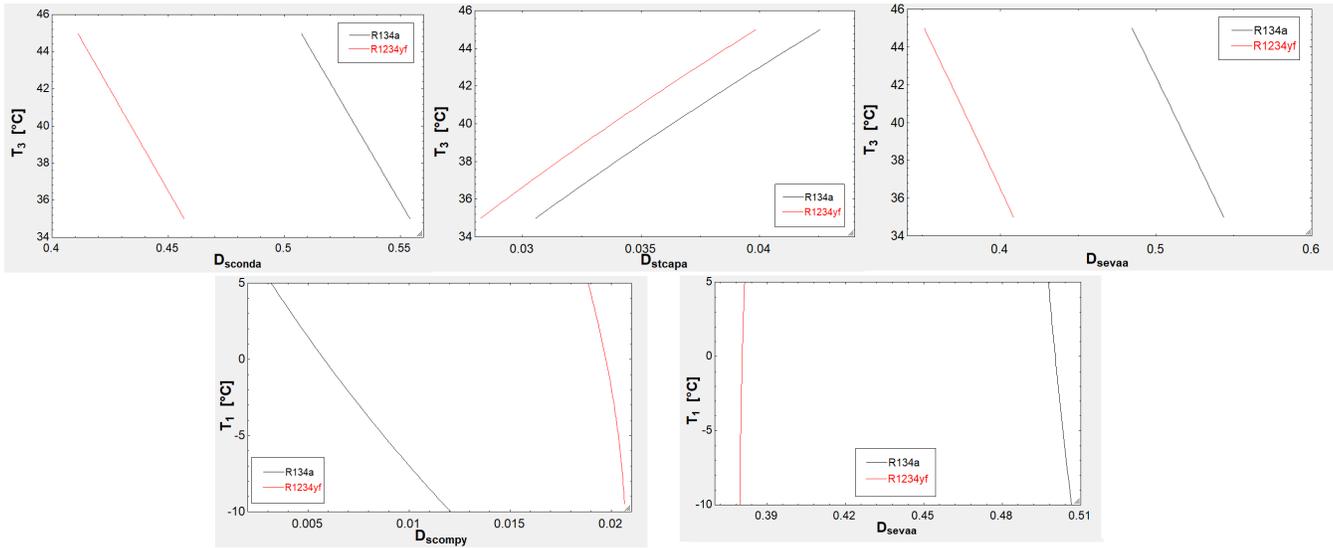


Imagen 5: Comparación de entropías en diferentes componentes del sistema termodinámico

CONCLUSIONES

El análisis anterior nos muestra que la entropía del R1234yf es mayor en la mayoría del sistema, a diferencia del R134a pero sin embargo su COP es bajo a comparación del R134a el cual nos brinda un mejor resultado en nuestros dispositivos, sin embargo dejando sus propiedades en el medio donde se emplea, es mejor usar un refrigerante amigable con el medio ambiente el cual es el caso de R1234yf el cual sus beneficios son que no proporciona químicos que agoten la capa de ozono el cual es el caso de los CFC y los HCFC ni provocan el efecto invernadero los cuales son los CFC, HCFC y los HFC.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato por el apoyo brindado para la realización del verano en la investigación y a su vez al doctor Vicente Pérez García por su apoyo y su dedicación de tiempo para la culminación de este trabajo.

REFERENCIAS

- Calm James M., (2008). The next generation of refrigerants – Historical review, considerations, and outlook. Issue 7, volumen (31), pp. 1123-1133. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2008.01.013>.
- Ciconkov Risto, (2018). Refrigerants: There is still no vision for sustainable solutions. International Journal of Refrigeration, volumen (86), pp. 441-448. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2017.12.006>.
- Bolaji B.O., Huan Z., (2013). Ozone depletion and global warming: Case for the use of natural refrigerant – a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, volumen (18), pp. 49-54. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.008>.