

DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN UN REFRIGERADOR DOMÉSTICO

Chaves Muñoz, Camilo Esteban (1), Belman Flores, Juan Manuel (2), Pardo Cely, Diana (2)

¹ [Facultad de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Universidad Santo Tomás] | [camilo.chavesm@usantotomas.edu.co]

² [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [jfbelman@ugto.mx]

Resumen

En este artículo se estudia el exceso de carga como una falla por parte del usuario a momento de utilizar un refrigerador doméstico. Inicialmente se realizaron 100 encuestas en hogares de la región del Bajío para determinar la falla más común, siendo esta la saturación de los compartimentos, en especial aquellos ubicados en el fresh food. Se desarrollan varias pruebas aumentando progresivamente la carga térmica analizando el comportamiento térmico y energético del equipo. El objetivo principal es determinar una cantidad aproximada antes de llegar a un sobrecargo. El proyecto se desarrolla para un refrigerador de 9 pies cúbicos.

Abstract

In this paper the excess load has been studied as a failure by the consumer when using a domestic refrigerator. Initially, 100 household surveys were conducted at the Bajío region to determine the most common failure, as well as the saturation of the refrigerator spaces, specially the fresh food zone. Several tests are developed progressively increasing the thermal load by analyzing the thermal and energy behaviour. The main objective is to calculate an approximate amount before arriving at an overload. The project is developed for a 9 ft³ refrigerator.

Palabras Clave

Exceso de carga térmica; Fresh Food; Consumo energético; Estabilidad térmica

INTRODUCCIÓN

Tanto en el hogar, el comercio y la industria la refrigeración tiene un papel importante en la conservación de alimentos y en la velocidad de algunos procesos relacionados, de una forma básica se encarga de satisfacer necesidades respecto a espacios de baja temperatura. Desde hace siglos se han utilizado diferentes sistemas para lograr un espacio refrigerado, desde grandes frascos de arcilla que conforman un medio poroso ideal hasta los actuales sistemas alternos y de compresión de vapor.

Hoy día la mayor parte de los sistemas de refrigeración funcionan por medio de compresión de vapor. Sin embargo, estos sistemas llegan a ser artífices de un gran impacto ambiental gracias a los diferentes fluidos refrigerantes, los químicos utilizados como medio aislante (agente espumante) y el alto consumo energético necesario para su funcionamiento.

A pesar de los avances tecnológicos los sistemas de refrigeración, las instalaciones de producción de frío por compresión de vapor representan un alto consumo energético a nivel mundial. De la misma manera, representan un alto impacto ambiental tanto por la energía de entrada como por los fluidos de trabajo del sistema [1]. Estos últimos, han ido variando con respecto a los años al buscar un alto efecto refrigerante sin daños potenciales al medio ambiente.

En estos momentos, se trabaja en nuevos tipos de refrigerantes, capaces de reemplazar a sus antecesores de tercera generación en cuanto a prestaciones y consumo energético manteniendo tanto un ODP (Ozone Depletion Potential) como el GWP (Global Warming Potential) bajos [2].

Sin embargo, dependiendo del uso de estos sistemas por parte del consumidor final puede mantenerse un consumo energético normal o aumentar de manera drástica [3]; así como presentarse fugas no deseadas en los conductos por los cuales para el refrigerante. Este tipo de situaciones, se presenta principalmente en los refrigeradores domésticos, donde por falta de instrucción y/o desconocimiento del correcto uso se puede incurrir en fallas que afectan al correcto funcionamiento del refrigerador.

Como parte del programa de verano de investigación científica con la Universidad de Guanajuato, se pretende estudiar las fallas usuales cometidas por los usuarios en un refrigerador doméstico, viendo como varía el comportamiento térmico y energético del mismo. Se tendrá en cuenta el exceso de carga térmica en los compartimentos del refrigerador, en especial en el fresh food, observando el tiempo necesario para que se establezcan las temperaturas al interior y el consumo energético, determinando así una cantidad aproximada antes de llegar a una sobre carga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto inició con la ejecución de 100 encuestas realizadas a hogares ubicados en la región del Bajío, México. Las personas para realizarse la encuesta se tomaron de manera aleatoria y se mantuvieron de forma anónima. El objetivo de las encuestas fue determinar cuál es la falla más común al momento de utilizar un refrigerador doméstico.

Las encuestas se encontraban divididas en dos secciones (Imagen 1). La primera sección está dispuesta en forma de entrevista, donde se pregunta acerca del uso y hábitos que ha tenido con el refrigerador, así como el tiempo que lleva con el aparato y la cantidad de personas que normalmente hacen uso del mismo. La segunda sección de la encuesta es una inspección del equipo por parte del entrevistador referente a la temperatura, fuentes de calor cercanas y características funcionales.

ENCUESTA (USOS COTIDIANOS DEL REFRIGERADOR DOMÉSTICO) No. ____

- Tiempo que tiene con su refrigerador
- ¿Cuántos integrantes hay en la familia y que usan normalmente el refrigerador?
- Tiene conocimiento de cuál es la temperatura recomendada en los compartimientos (congelador y espacio de alimentos) del refrigerador
- ¿Su refrigerador hace escarcha (desconecta el refrigerador para el deshielo)?
- ¿Cada cuánto limpia su refrigerador (por dentro y por fuera)?
- Aproximadamente, ¿cuántas veces abre el refrigerador en un día?
- ¿Acostumbra a meter alimentos calientes?

Encuestador:

- Fuentes de calor cercanas al refrigerador
 Ventana ____ estufa ____ otros _____
- Desgaste visual de los sellos del refrigerador _____
- ¿Qué posición tiene el damper?

1	5	10
---	---	----
- Convección forzada ____, serpentín ____, placa ____; convección natural ____
- Tamaño del refrigerador:
 grande ____ mediano ____ pequeño _____

Observaciones:

IMAGEN 1. Modelo de encuesta. Fuente: Autores

Una vez realizadas el total de las encuestas, se procedió a evaluar las respuestas, categorizando las fallas y analizando aquellas que se presentaron la mayoría de las veces.

Se determinó que la falla más común es el exceso de carga térmica para el espacio del fresh food, teniendo poca carga en el congelador (Imagen 2), así como el refrigerador completamente saturado en los dos espacios.



IMAGEN 2. Ejemplo de refrigerador con bastante carga en la zona del fresh food y poca carga en el freezer (foto tomada durante el proceso de encuestas). Fuente: Autores.

Instrumentación

Las pruebas de carga fueron realizadas con ayuda de un refrigerador de 9 pies cúbicos.

El registro de temperaturas se realizó mediante el software de National Instruments LabView y el módulo de toma de datos NI-cRIO 9030 conectado a 16 termopares (4 en el congelador, 11 en el fresh food y 1 al ambiente). Los termopares en el compartimento del fresh food se encontraron sumergidas en una mezcla de 50-50 de agua-glicol, mientras que aquellos ubicados en el congelador estaban sujetos a bloques de madera (Imagen 3).



IMAGEN 3. Refrigerador con termopares dispuestos para la prueba de referencia. Fuente: Autores

El registro de datos para potencia eléctrica se realizó con ayuda del equipo FLUKE 434 Series 8 Energy Analyzer (junto con su respectivo software), midiendo la energía consumida por el refrigerador en los ciclos de funcionamiento del compresor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 5 pruebas variando la carga en la zona del fresh food, partiendo de la carga de referencia y aumentando progresivamente la misma. El dámper del refrigerador fue ubicado en la posición 5 para todos los casos, tal como viene por configuración de fábrica.

A medida que la carga aumenta, el comportamiento normal de respuesta por parte del refrigerador es presentar un aumento en el consumo de energía eléctrica (Tabla 1).

Tabla 1. Consumo promedio para cada una de las cargas realizadas. Fuente: Autores

Prueba	Consumo promedio [W]
Referencia	119,45
Carga 1	121,23
Carga 2	129,43
Carga 3	122,64
Carga 4	134,29
Carga 5	121,08

Las cargas 3 y 5 presentan un menor consumo promedio durante su primer arranque, aunque el tiempo que tarda en detenerse es mayor (Imagen 4).

El consumo total de arranque, por otra parte, es directamente proporcional respecto a la cantidad de carga térmica al interior del refrigerador.

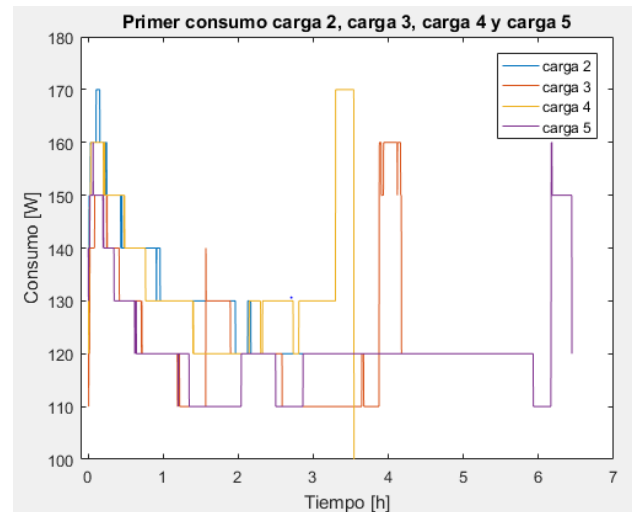


IMAGEN 4. Primer consumo para las cargas 2,3,4 y 5. Fuente: Autores

En la tabla 2, se muestran los valores para el consumo total durante el primer arranque del compresor y la diferencia que existe respecto a la prueba de carga inmediatamente anterior.

Tabla 2. Consumo total durante el primer arranque para cada una de las cargas. Fuente: Autores

Consumo total [kW]	Diferencia [kW]
86,72	-
106,44	+ 19,72
180,16	+ 73,72
184,45	+ 42,90
191,35	+ 69,00
281,04	+ 89,69

Al introducirse cada vez una mayor carga en el refrigerador se evidencia un aumento considerable en el consumo de energía. Los deltas más bajos se pueden apreciar entre los test 2 y 3 para el tiempo total de funcionamiento del compresor.

Sin embargo, para la prueba 5 se vuelve a presentar un aumento abrupto en el consumo de energía, lo que sugiere que desde ese punto ya se considera como exceso carga.

En las temperaturas, se ve reflejado (Imagen 5) el primer arranque justo antes de un elevado incremento en la temperatura, antes de volver a encender y comenzar a generar un ciclo estable.

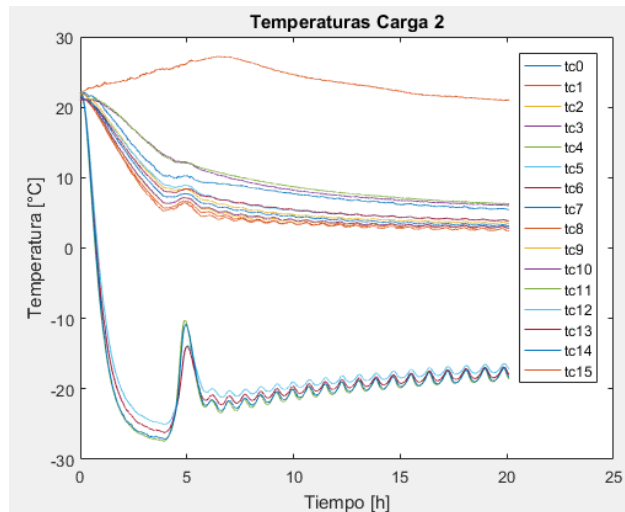


IMAGEN 5. Gráfica del comportamiento de las temperaturas de los termopares para la prueba de carga 2. Fuente: Autores

Se observa también, como la temperatura en el congelador es similar en todos los puntos. En el

fresh food, por el contrario, las temperaturas de la puerta y en la zona de vegetales tienden a ser más elevadas que el resto del compartimento.

CONCLUSIONES

En este trabajo, se analizó el exceso de carga térmica como una falla por parte del usuario al momento de utilizar un refrigerador doméstico.

Se llegó a la conclusión que, para las cargas 2 y 3 se tiene un menor aumento en el trabajo de compresor, se puede hacer referencia a una carga óptima para un refrigerador de 9 pies cúbicos. A partir de la carga 4, el delta entre las cargas va en aumento, por lo que se puede considerar como exceso de carga.

La influencia de la carga térmica al interior es directamente proporcional respecto al consumo y el tiempo necesario para llegar a la estabilidad térmica, existiendo un punto en el cual se empieza a percibir sobrecarga en el fresh food afectando de manera drástica la respuesta del refrigerador.

Al presentarse una cantidad excesiva de carga, el refrigerador se toma un mayor tiempo para estabilizar nuevamente la temperatura interna, por lo que se podría ver afectada la calidad y la conservación de los alimentos allí dispuestos. Además de presentarse un aumento en el trabajo del compresor.

Se presenta como recomendación la utilización de una unidad SAI (sistema de alimentación ininterrumpida) evitando los picos de voltaje y las supliendo las caídas de tensión a causa de la saturación de la red eléctrica, ayudando a una toma más precisa de los datos tanto de corriente como en la unidad cRIO.

AGRADECIMIENTOS

En Agradecimiento a la Universidad de Guanajuato por promover la investigación científica. A la Universidad Santo Tomás por ser Alma Mater. Y principalmente a mis padres, por apoyarme en todo momento.

REFERENCIAS

[1] Belman-Flores, J.M., (2008). Desarrollo de un modelo físico para una instalación de producción de frío por compresión de vapor utilizando el refrigerante R134a. Castellón, España: Tesis doctoral.

[2] Belman-Flores, J.M., Rodríguez-Muñoz, A.P., Gutiérrez-Pérez-Reguera, C. & Mota-Babiloni, A. (2017). Experimental study of R1234yf as a drop-in replacement for R134a in a domestic refrigerator. *International Journal of refrigeration*. (81). 1-11.

[3] Profeco. (2006). Refrigeradores: revista digital del consumidor. 36-45. Recuperado de https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_06/refri_may06.pdf