

## **SISTEMA DE SEGURIDAD EN ESTUFAS**

***Arturo Hernández Hernández***

Universidad Politécnica de Querétaro

*arturo.hernandez@upq.mx*

***Sergio Daniel Hernández Miranda***

Universidad Politécnica de Querétaro

*014015174@upq.edu.mx*

***María Blanca Becerra Rodríguez***

Instituto Tecnológico de San Juan del Río

*industrialblanca@gmail.com*

***Fabrizia Celia ArguellesVorrath***

Universidad Politécnica de Querétaro

*014013685@upq.edu.mx*

### **Resumen**

Las estufas son aparatos que desempeñan un papel fundamental en el día a día de todas las familias en el país y en todo el mundo, existen estufas desde las más antiguas como: estufas de leña, estufas a gas, estufas eléctricas. Pero desgraciadamente año con año no siempre hay noticias buenas, pues las notas de accidentes asociados a las distintas maneras de calefacción, que en muchas ocasiones terminan con saldo de personas gravemente heridas o incluso muertas, esto debido al mal uso o descuido que se tienen de las estufas. El hombre para prevenir este tipo de accidentes, ha seguido algunas recomendaciones de seguridad como: revisar con regularidad los calefactores y estufas, las instalaciones eléctricas y de gas, evitar sobrecargar los circuitos eléctricos porque puede favorecer los incendios. Algunos síntomas de más cuidado son: el olor a gas, molestia o ardor de ojos, mareos o problemas para respirar cuando sucede esto se debe apagar la estufa y ventilar el lugar abriendo puertas y ventanas. Este trabajo tiene el propósito de implementar un mecanismo capaz de cortar el gas a

las estufas, cuando se apague la flama durante su uso, buscando evitar la intoxicación y por ende la muerte de las personas.

**Palabra(s) Clave(s):** accidente, estufa, gas.

## **1. Introducción**

El hombre para sobrevivir tuvo que aprender primeramente a cazar que comer y posteriormente a cocinar por necesidad desde la era de piedra no bastaba con saber que comer sino también debía de aprender a cocinar la presa para hacer más nutritiva su comida y así mejorar el sabor de sus alimentos, de ahí que surge la necesidad de crear lo que actualmente se conoce como estufa. Al hombre no le basto tan solo el cocinar sino empezó a idear también como regular el fuego en la estufa y empezó a evolucionar este aparato a través del tiempo. Los componentes principales en evolucionar de las estufas fueron los sistemas de seguridad precisamente por la prevención de accidentes de las personas. Este trabajo se enfocó a un sistema de seguridad en las estufas, el cual se refiere a un dispositivo de seguridad cuya finalidad consiste en evitar el peligro de incendio que existe cuando una estufa de gas vuelca por el motivo que sea, de manera que el dispositivo corta el suministro de gas hacia los quemadores en el momento de producirse dicho vuelco.

Las conocidas estufas de gas de uso doméstico que normalmente son transportables, para lo cual incluyen las correspondientes ruedas, y que presentan un habitáculo para la botella de gas en su parte trasera, así como quemadores en la parte frontal de la estufa.

Estas estufas, cualquiera que sea la causa, pueden volcar estando encendidas, lo cual determina un riesgo de incendio, especialmente si la estufa cae hacia delante, es decir, con los quemadores enfrentados al suelo.

Para lograr los objetivos y evitar los inconvenientes, estos sistemas consisten en un dispositivo de seguridad para estufas de gas, de fácil aplicación y gran efectividad.

Dichos dispositivos están determinados por una pieza que se intercala en el conducto que va de la botella de gas a los quemadores de la estufa. Esta pieza

dispone de una boquilla de entrada de gas y de una boquilla de salida del mismo, estando dichas boquillas comunicadas por un conducto central.

El conducto central presenta un ensanchamiento perimétrico en su parte media que sirve de alojamiento a una bola o cuerpo esférico de menor diámetro que el referido ensanchamiento pero de mayor diámetro que la boquilla de salida de la pieza. El ensanchamiento del conducto de la pieza va perdiendo grosor mediante una rampa o cavidad tronco-cónica que comunica con la boquilla de salida, de manera que cuando la pieza o dispositivo de la invención se encuentra en posición horizontal, la boquilla de entrada y la de salida se encuentran comunicadas permitiendo el paso del gas, mientras que si la referida pieza se encuentra en posición vertical, la bola o cuerpo esférico cae en la cavidad tronco-cónica obturando la boquilla de salida y por lo tanto impidiendo el paso del gas. Así, cuando la estufa se encuentra en su posición vertical de uso, el dispositivo está en disposición horizontal permitiendo el paso del gas hacia los quemadores, mientras que si la estufa cae hacia delante el dispositivo queda en posición vertical y se produce el corte del suministro del gas. Esta caída hacia delante de la estufa es la que se produce con mayor facilidad y la que presenta mayor peligro, por lo que el dispositivo descrito es suficiente en la aplicación más habitual. No obstante, se ha previsto la posibilidad de cortar el suministro de gas ante cualquier tipo de caída, para lo cual hay que conectar en serie cuatro piezas como la descrita y orientadas en los cuatro sentidos posibles de caída, es decir, hacia delante, hacia atrás y hacia los dos laterales. También es posible realizar el dispositivo con dos cavidades tronco-cónicas, una en la parte delantera comunicada con la boquilla de entrada, con lo que dos de estos dispositivos orientados perpendicularmente entre sí y conectados en serie cubrirán los cuatro sentidos posibles de caída, aunque en este caso el dispositivo tiene que constar de dos piezas acopladas para poder introducir la bola o cuerpo esférico de su interior.

Este trabajo soluciono una necesidad creada por el hombre basándose en antecedentes de sistemas de seguridad en estufas y sus principios para poder innovar y mejorar la calidad de lo que ya fue inventado.

## 2. Desarrollo

Debido a los múltiples accidentes que pasan en los hogares, por descuidos y entre los principales se encuentran las muertes por intoxicación con dióxido de carbono ya que regularmente las personas dejan calentando en la estufa algunos alimentos pero debido a diferentes circunstancias la flama se apaga sin tener ningún medio de seguridad que ayude a reducir este tipo de riesgos, dada las circunstancias de riesgo surgió la necesidad de abordar en este trabajo un mecanismo de seguridad que ayude a evitar los accidentes comentados con anterioridad.

### Válvula de apertura y cierre para el paso de gas

En este trabajo la válvula que se utilizo fue la “Esfera soldar de baja presión”. (figura 1).



Figura 1 Válvula  $\frac{3}{4}$ ".

Este tipo de válvula se utilizó principalmente porque su funcionamiento es de los más comunes o más conocidos, además de ser el sistema que la mayoría de las estufas maneja, también porque facilita la realización de las pruebas por ser la más práctica y factible de conseguir.

Además se le conoce a esta válvula como válvula de alivio de seguridad, por el alivio de presión o de seguridad de presión. Como su nombre lo indica, esta válvula además de ser muy empleada, asegura una resistencia a la presión y de alta seguridad. Trabajar con gas es un tema complejo, por lo que se buscó materiales y elementos que pudieron resistir y reducir cualquier falla y error en estos.

Se puede definir como un dispositivo que automáticamente sin otra asistencia de energía que la del propio fluido implicado, descarga fluido para evitar que se

exceda una presión predeterminada y que fue diseñada para que vuelva a cerrar y se evite el flujo adicional de fluido después de haberse restablecido las condiciones normales de presión.

Esta válvula fue ideal para acoplarse en todo tipo de estufas y así poder obtener la solución a un problema de la vida real en los hogares [1].

## Termopar J

El termopar industrial ha utilizado fue de tipo J, que está hecho de hierro, con el cual al ver sus especificaciones de rango de temperatura de  $-270^{\circ}$  a  $1200^{\circ}\text{C}$ , se pudo ver que es recomendable para el tipo de atmosfera que se necesita, la cual es un tanto variante por el constante uso de fuego y aparatos electrónicos. Su principal inconveniente fue la rápida oxidación que sufre si se excede de  $550^{\circ}\text{C}$ , lo cual no es problema para el trabajo desarrollado para este sistema de seguridad pues no se espera llegar a tales temperaturas [2] (figura 2).

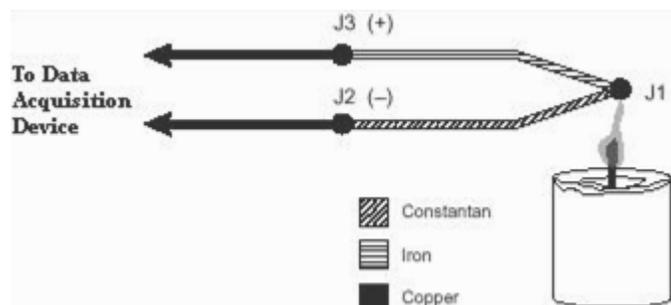


Figura 2 Termopar tipo J.

## Selección del motor

La selección del motor utilizado fue uno de los retos más grandes que presento este proyecto, pues en base a la corriente que este produjo y consumió, se realizaron todos los cálculos previos y posteriores para que el circuito funcionará adecuadamente.

El motor que se utilizó fue de un motor eleva vidrios de 12 Volts. Es un motor de corriente continua con reductor de 12 V y 95 revoluciones por minuto (rpm), con un torque nominal de 9,5 kg-cm y 30 kg-cm a máxima eficiencia. Este motor de

media velocidad destacado por su reducido consumo y buen funcionamiento. Especialmente indicado para aplicaciones que requieren una velocidad y potencia media [3] (figura 3).



Figura 3 Motor 12 V.

Este motor se utilizó durante el primer ciclo de la carrera de mecatrónica y es con el que más sea familiarizado para las prácticas que se realizaron además de tener un buen funcionamiento, muestra una estructura excelente y los rangos de velocidad tan aptos al desarrollo de este trabajo.

Para el diseño de este sistema de seguridad, es importante mencionar que se necesitó integrar un motor que regule y trabaje adecuadamente con la corriente monofásica, que comúnmente se encuentra en los hogares y soporta 220 V.

### **Etapa de potencia**

A continuación se mostrará la simulación del circuito de la etapa de potencia (figura 4).

Se elaboró el diseño y construcción de la etapa de potencia la cual consistió en realizar por medio de un software (LiveWire) el diseño funcional, donde se mostró como debe de ir conectado el circuito de tal manera que logre hacer girar el motor a tiempo, con la interfaz de la programación. En esta etapa se realizaron varias pruebas que se describirán más adelante, ya existían variables, buscando reducir el error se utilizando un promedio y poder tener un rango.

El circuito de potencia real quedo de la siguiente manera (figura 5).

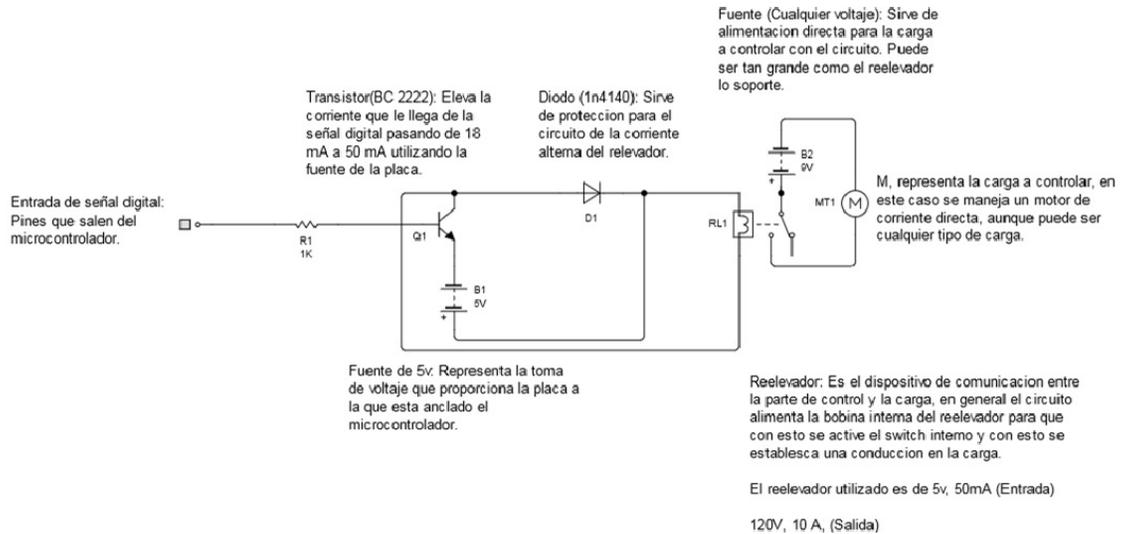


Figura 4 Etapa de Potencia Circuito.

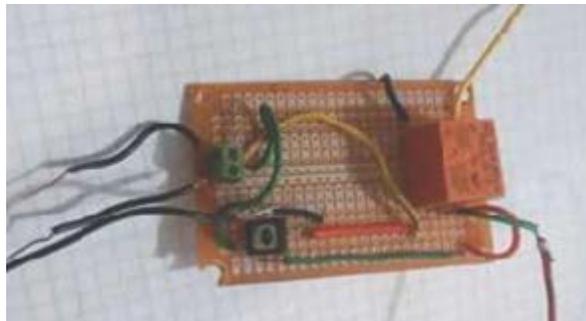


Figura 5 Etapa de potencia construida.

## El diseño de programación en periféricos (ARDUINO)

El diseño de la programación se realizó en Arduino, ya que es una herramienta fácil de manejar y que es muy conocida en el medio profesional, fácil de implementar y de conectar a los diferentes tipos de circuitos. La parte de programación en este trabajo consistió en determinar la temperatura con la que se trabajó, el tiempo de cambio y el movimiento del motor para que de esta forma se pudiera conectar todo el circuito y hacerlo funcionar (figura 6).

## Diseño en SolidWorks

El diseño se realizó en SolidWorks, fue la creación de la estufa y se simuló todo el sistema de potencia y conexión dentro de la caja lateral como se muestra (figura 7).



Figura 6 Conexión con sensor de temperatura.



Figura 7 Vista de la estufa.

### **Pruebas de funcionamiento del sistema**

Las pruebas se llevaron a cabo desde el hogar, ya que al tratar el tema del gas es un elemento difícil de manejar y conseguir ya que puede ser peligroso. Para poder establecer un parámetro de cambio de temperatura se realizaron muestreos a diferentes horas del día y con diferentes condiciones ambientales. Para decretar el cambio de temperatura y poder mandar una señal para el cierre de la válvula, se modeló una ecuación diferencial de primer orden en la que se estableció la temperatura mínima obtenida de los muestreos antes realizados y la variación que existe en un periodo de 10 segundos.

Las pruebas de funcionamiento tuvieron una larga duración, debido a la temperatura, así como el factor de temperatura ambiente el cual no se puede controlar.

Basados en la Ley de enfriamiento de Newton, ecuación 1.

$$\frac{dT}{dt} = k(T - T_m) \quad (1)$$

Donde  $T_m$  = Temperatura Ambiente

$$\int \frac{dT}{(T - T_m)} = k \int dt \quad (2)$$

$$\ln(T - T_m) = kt + C \quad (3)$$

$$T(t) = Ce^{kt} + T_m \quad (4)$$

Aplicando las condiciones iniciales:

$$T(0) = 130^\circ\text{C}$$

$$T_m = 18.6^\circ\text{C}$$

$$130 = Ce^{k0} + 18.6$$

$$C = 130 - 18.6$$

$$C = 111.4$$

$$T\left(\frac{1}{6}\right) = 103^\circ\text{C}$$

$$(1/6=10\text{segundos})$$

$$103 = (111.4) \left( e^{\frac{k}{6}} \right) + (18.6)$$

$$\frac{103 - 18.6}{111.4} = e^{\frac{k}{6}}$$

$$k = \ln\left(\frac{422}{557}\right)(6)$$

$$k = -1.66536$$

Así se obtiene la solución particular

$$T(t) = 111.4(e^{-1.66536t}) + 18.6$$

El tiempo dada una temperatura por el sistema propuesto se modelo con esta ecuación. Ahora:

$$T(t) = 111.4(e^{-1.66536t}) + 18.6$$

$$\frac{T(t) - 18.6}{111.4} = (e^{-1.66536t})$$

$$\ln\left(\frac{T(t) - 18.6}{111.4}\right) = -1.66536t$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{T(t) - 18.6}{111.4}\right)}{-1.66536}$$

El tiempo dada una temperatura por el sistema propuesto se modelo con esta ecuación.

Es importante hacer mención de que las pruebas realizadas para generar las ecuaciones, se realizaron directo en una estufa. Es importante mencionar que se necesita conocer el torque del motor, para determinar si este es suficiente para poder cerrar la válvula:

- Como se sabe el Torque o par motor, es el nombre que se da a las fuerzas de torsión de un motor.

- El torque es la capacidad de desarrollar fuerza sobre un eje, es decir, es la fuerza que ejerce sobre algo que gire o sobre algo para hacerlo girar.

¿Por qué calcular potencia?

Porque la relación entre TORQUE y POTENCIA está en la velocidad angular de aquello en donde se considere el análisis.

Si es en el eje del motor será:

$$\dot{W} = M \omega$$

Siendo:

$\dot{W}$  = Potencia

$M$  = momento de fuerza o torque

$\omega$  = velocidad angular =  $\pi n/30$

Se sabe que la potencia es el resultado del producto entre el voltaje y la corriente.

Por lo tanto se obtienen datos del motor.

Voltaje= 12 V

Corriente=1.4 A

$$\dot{W} = V * I$$

Ec. (5)

$$\dot{W} = 12 V * 1.4A$$

$$\dot{W} = 16.8 W * \left(\frac{1 hp}{745.699872 W}\right)$$

$$\dot{W} = 0.0225229 hp$$

Una vez conocida la potencia del motor se prosiguió a calcular el torque de este.

Recordar:

$$\Theta_{\text{motor}} = 95 \text{ rpm} = 95(2\pi)/60 = 9.9484 \text{ rad/s}$$

$$M = \frac{\dot{W}}{\omega} \quad (6)$$

$$M = 2.2669 \times 10^{-3} N.m$$

Este es el torque que genera el motor, ahora para saber si es suficiente para que haga girar la válvula, necesita ver las especificaciones de la válvula y ver si el torque es suficiente.

### 3. Resultados

Los resultados obtenidos en el desarrollo del sistema de seguridad para uso eficiente y eficaz en estufas fueron prometedores, satisfactorios y cumplieron con todas las expectativas que se esperaban.

Se obtuvieron resultados positivos en la parte de programación de periféricos, en donde se implementó correctamente lo aprendido sobre Arduino, en electrónica de potencia en donde se implementó de manera correcta en los términos técnicos y se puso en práctica la simulación hasta contrastar con lo real. Este fue el principal reto a vencer y logro, ya que como su nombre lo indica va a ser el potencial y base de todo el desarrollo. En cuanto a los cálculos, se implementaron ecuaciones diferenciales en donde por medio de ecuaciones de primer orden separables se pudo conocer el comportamiento de la temperatura.

Como resultado del sistema de seguridad en base a ecuaciones diferenciales se encontró que la temperatura en cierto tiempo por el sistema propuesto y se modeló con la siguiente ecuación:

$$T(t) = 111.4(e^{-1.66536t}) + 18.6$$

Así mismo el tiempo dada por la temperatura del sistema de seguridad fue modelado por la ecuación:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{T(t) - 18.6}{111.4}\right)}{-1.66536}$$

Esto con base a los resultados obtenidos de cambio de temperatura (27 °C en 10 s) al extinguirse la llama. En general los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

### 4. Discusión

Existen sistemas de seguridad en estufas, pero el costo de los mismos es muy excesivo, algunos sistemas que detectan dióxido de carbono, necesitan alguna concentración considerable del mismo, para activar el cierre del suministro de gas. Este dispositivo de seguridad resulta muy eficiente debido a que sin importar la

temperatura existente en el ambiente, el sistema realiza una comparación entre la posición de la perilla y la temperatura del exterior, haciendo así en caso de ser necesario mandar una señal a un control, para activar el motor y este realice el cierre de la válvula de seguridad, que corta el suministro de gas a la estufa, lo que lo vuelve un sistema práctico y económico.

## **5. Conclusiones**

Después del análisis, desarrollo, etapas de prueba y funcionamiento se llegó a la conclusión de que el proyecto llamado “Sistema de seguridad en estufas” cumplió con su objetivo de cortar el flujo de gas a través de una válvula situada en la toma principal del fluido de la estufa, la cual consistía en detectar temperaturas menores a la temperatura de trabajo de acuerdo a la posición de la perilla de encendido, para evitar fuga, desperdicio o intoxicación.

Desde un principio, se pensó que era un proyecto difícil de realizar, ya que trabajar con gas no es sencillo, existieron muchas complicaciones pues para las medidas y pruebas se tuvo que interactuar entre la estufa y el sensor de temperatura. Fue un reto mezclar cálculos de dos fuentes diferentes, así como las variaciones de la temperatura en el ambiente, para lograr que con ambas funcionaran a la perfección, pero se logró el objetivo.

## **6. Referencias**

- [1] Home Depot. (2012). Válvulas. 2014, de home depot. Sitio web: <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/coapa-del-hueso/valvula-esfera-soldar-baja-presion-3-4>
- [2] OMEGA (2006). Sensor termopar. 2010, de Omega global Sitio:<http://es.omega.com/prodinfo/termopares.html>
- [3] Super robótica. (2002). Motores funcionales. 2015, de Robotica avanzada Sitio web: <http://www.superrobotica.com/motores.htm>