

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA

ANTEPROYECTO DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EVALUADOR
DE DETECTORES DE HUMO FOTOELÉCTRICOS PARA LA
ADQUISICION DE LOS PARAMETROS DE ACTIVACIÓN.

Tutor Industrial: Ing. Iván Gutiérrez

Realizado por el Br. Juan Miguelangel Contreras

CI: 25562106

Caracas, junio de 2024

INTRODUCCIÓN

La detección temprana de incendios a través de sistemas de alarma eficaces es crucial para la preservación de vidas y la prevención de pérdidas materiales. En este contexto, los detectores de humo desempeñan un papel fundamental, siendo los detectores fotoeléctricos ampliamente utilizados por su accesibilidad y bajo costo. La empresa SOVICA Electronics, dedicada a la fabricación y comercialización de estos detectores en Caracas, tiene la necesidad de implementar un sistema evaluador de detectores de humo fotoeléctricos, con el objetivo de medir y calibrar los puntos de activación de los detectores, cumpliendo con las normativas vigentes y asegurando su eficacia en la detección de incendios.

Este proyecto se propone diseñar y construir un sistema que permita adquirir los parámetros de activación de los detectores de humo fotoeléctricos, contribuyendo así a la mejora de la calidad y seguridad en la prevención de incendios.

En este proyecto, se plantean objetivos específicos que guiarán el desarrollo del sistema de evaluación de detectores de humo fotoeléctrico. Estos objetivos abarcan desde la investigación de metodologías de prueba hasta la construcción y ensamblaje del sistema. Para lograr estos objetivos, es necesario instrumentar el sistema, monitorear los valores medidos y controlar características como la ventilación y el humo mediante motores ventiladores y actuadores. Todo esto se llevará a cabo utilizando un microcontrolador como dispositivo central para la adquisición y control del sistema.

El presente trabajo especial de grado surge como una exigencia académica dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Central de Venezuela. Con el objetivo de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la detección temprana y efectiva de un incendio a través de un sistema de alarma de incendio es de suma importancia para poder actuar rápidamente, reducir las pérdidas materiales y, lo más importante, evitar pérdidas humanas. Dentro de este sistema, el elemento fundamental y crucial es el detector de humo, siendo el detector de humo fotoeléctrico uno de los más utilizados debido a su accesibilidad, facilidad de uso y bajo costo.

Los detectores de humo son dispositivos que detectan partículas de combustión visibles o invisibles. Según las definiciones de la NFPA 72[4], la detección fotoeléctrica se basa en el oscurecimiento o la dispersión de la luz. Ambos principios utilizan una fuente de luz y un sensor fotosensible para detectar la presencia de partículas de humo a través de la recepción de la luz del fotoreceptor.

La empresa SOVICA ELECTRONICS, con sede en la ciudad de Caracas, es responsable de la fabricación y comercialización de estos detectores. Para garantizar la calidad de los mismos y cumplir con las normas establecidas, es necesario contar con un sistema que permita medir y calibrar el punto de disparo de la alarma de incendio de estos detectores. Es fundamental garantizar que los detectores estén correctamente calibrados para evitar falsas alarmas o, peor aún, no detectar un incendio a tiempo.

Por lo tanto, es imperativo implementar un sistema evaluador de detectores de humo que permita medir los parámetros de disparo de los detectores de humo comercializados por SOVICA ELECTRONICS, cumpliendo con las normativas y condiciones de ensayo específicas para este tipo de dispositivos.

JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema de calibración para los detectores de humo fotoeléctricos comercializados por la empresa SOVICA Electronics es vital en el contexto actual, donde la detección temprana de incendios es crucial para la protección de vidas y bienes. La correcta calibración de estos dispositivos asegura su eficacia y fiabilidad en la detección de incendios, previniendo falsas alarmas y posibles tragedias. Como fabricante y vendedor de estos detectores, SOVICA Electronics tiene la responsabilidad de garantizar la calidad de sus productos. La empresa, al no disponer de un sistema de medición para probar los detectores, se ve en la necesidad de desarrollar uno, marcando un trabajo pionero que fomenta la investigación en la empresa y la industria.

En este sentido, es necesaria la implementación de un sistema de evaluación para detectores de humo fotoeléctricos para cumplir con los estándares de calidad y seguridad en la detección de incendios; al tiempo que contribuye a fortalecer la reputación de la empresa en el mercado. A través de este desarrollo, se busca caracterizar los detectores para garantizar su calidad de respuesta ante incendios, bajo las condiciones especificadas por la normativa vigente en Venezuela, como las normas COVENIN[1] y la NFPA[4]. Esto no solo protege vidas y bienes, sino que también podría evitar inconvenientes como los disparos por falsas alarmas.

ANTECEDENTES

Dentro de los diversos estudios sobre los detectores de humo existentes, se encontró que la investigación realizada por Jang y Hwang[3], titulado “Obscuration Threshold Database Construction of Smoke Detectors for Various Combustibles”, proporciona conocimientos prácticos de un diseño de un evaluador de detectores de incendios (FDE: Fire Detector Evaluator), que puede controlar la velocidad del viento y la concentración de humo, para realizar la medición de los umbrales de obscurecimiento durante el disparo de los detectores de humo, mediante el diseño de un método de extinción de luz con el uso de un láser y un foto-receptor. El enfoque principal del trabajo es la estimación de una base de datos de umbrales de obscurecimientos (%/m), en función de los tipos de detectores (iónicos y fotoeléctricos) y combustibles. Los resultados demuestran el comportamiento de los detectores de humo fotoeléctricos y realizan un análisis comparativo entre los valores de obscurecimientos resultantes de las pruebas y los nominales indicados por los fabricantes de los detectores.

En cuanto a las condiciones de ensayo, los artículos publicados por Geiman y Gottuk[2], muestran un análisis más estadísticos de las mediciones de las densidades ópticas del humo medidas mediante pruebas a gran escala, correlacionando el valor medido con un umbral de alarma del detector. El objetivo de esta investigación es predecir la respuesta de los detectores de humo, presentando los resultados para los umbrales de alarma de densidad óptica correspondientes, cuando el 20, 50 y el 80 por ciento de los detectores habían activado la alarma. Los resultados mostraron que había gran variabilidad de los valores de densidad óptica medida en el momento de la alarma, con respecto al tipo de humo y el tipo de detector.

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar el diseño y construcción de un sistema para la adquisición de los parámetros de activación de los detectores de humo fotoeléctrico.

Objetivos específicos

- 1) Identificar las principales características y metodologías para realizar las pruebas de funcionamiento y calibración en detectores de humo fotoeléctricos.
- 2) Identificar y seleccionar sensores, actuadores, microcontroladores y demás elementos electrónicos para la adquisición de los parámetros de ensayo al detector.
- 3) Diseñar y proponer un entorno de pruebas capaz de medir los valores de concentración de humo, velocidad del viento, y temperatura, a los cuales son sometidos un detector de humo fotoeléctrico.
- 4) Diseñar el circuito necesario para la interconexión de los sensores, actuadores, microcontroladores y demás elementos electrónicos necesarios para el funcionamiento del sistema.
- 5) Realizar los programas, en un microcontrolador, para la adquisición de los parámetros medidos en el sistema.
- 6) Desarrollar los programas, en un microcontrolador, necesarios para controlar los actuadores y generar los valores necesarios de concentración de humo y velocidad del viento requeridos.
- 7) Construir y ensamblar el sistema de evaluación de detectores de humo fotoeléctrico.
- 8) Realizar las pruebas y mediciones necesarias para determinar el funcionamiento del detector de humo fotoeléctrico.

METODOLOGÍA

El cumplimiento de los objetivos propuestos para el presente proyecto, se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Identificar las principales características y metodologías para realizar las pruebas de funcionamiento y calibración en detectores de humo fotoeléctricos:

- ✓ En esta fase se realizará una investigación documental sobre las características y metodologías usadas en al menos 2 pruebas funcionamiento de los detectores de humo fotoeléctrico que hayan sido desarrolladas.
- ✓ Se recopilarán las características más importantes de dichas pruebas, como las condiciones de ensayo, las dimensiones de los sistemas para evaluar los detectores, y las características de los dispositivos de medición usados.
- ✓ Se investigarán las normas vigentes que determinan las condiciones diseño de los detectores de humo fotoeléctricos en Venezuela[1] y a nivel internacional[4], con el objetivo de reunir información acerca de los parámetros (como temperatura, concentración de humo y velocidad de viento) y condiciones de ensayo necesarias para la calidad de los detectores.

Fase2: Identificar y seleccionar sensores, actuadores, microcontroladores y demás elementos electrónicos para la adquisición de los parámetros de ensayo al detector:

- ✓ De acuerdo a los rangos de magnitudes a medir y sensibilidad, se seleccionará los dispositivos convenientes para la medición de la temperatura, concentración de humo, y velocidad de viento, en base a la versatilidad y disponibilidad de la empresa SOVICA Electronics.
- ✓ Se seleccionará los dispositivos necesarios para mantener la cantidad de flujo de de viento requerida en el sistema, como motores ventiladores.
- ✓ Se escogerá un equipo mediante el cual se pueda inyectar una cantidad de humo controlada al sistema.
- ✓ Se seleccionará el/los microcontroladores necesarios para la adquisición y control de los parámetros del sistema, según las características del procesador,

capacidad de conectividad con los dispositivos sensores y actuadores, y entorno de programación.

- ✓ Se llevará a cabo la selección de los componentes electrónicos requeridos para el óptimo funcionamiento de los dispositivos previamente escogidos.
- ✓ Se realizarán los ensayos a cada uno de los dispositivos, para verificar su funcionamiento.

Fase3: Diseñar y proponer un entorno de pruebas capaz de medir los valores de concentración de humo, velocidad del viento, y temperatura, a los cuales son sometidos un detector de humo fotoeléctrico:

- ✓ En esta fase se diseñará el túnel de humo, el cual será el entorno de prueba de los detectores de humo. Esto incluye tanto las dimensiones como los materiales necesarios para la construcción del mismo.
- ✓ Se distribuirá la localización adecuada de los equipos seleccionados en la fase anterior.

Fase 4: Diseñar el circuito necesario para la interconexión de los sensores, actuadores, microcontroladores y demás elementos electrónicos necesarios para el funcionamiento del sistema:

- ✓ Se realizará el diseño del circuito necesario para la interconexión de los sensores/actuadores y el microcontrolador.
- ✓ Se diseñarán una o mas placas de circuito impreso para el ensamblaje del circuito del microcontrolador y los dispositivos de medición y control.

Fase 5: Realizar los programas, en un microcontrolador, para la adquisición de los parámetros medidos en el sistema:

- ✓ Se programarán las funciones del microcontrolador necesaria para la comunicación y adquisición de datos de los sensores de humo, temperatura y viento; además de la señal de activación del detector de humo fotoeléctrico a evaluar.

Fase 6: Desarrollar los programas, en un microcontrolador, necesarios para controlar los actuadores y, según los valores de entrada en los sensores, generar los valores necesarios de concentración de humo y velocidad del viento:

- ✓ En esta etapa, hará falta cumplir las condiciones de ensayo de velocidad de viento y el control del aumento de concentración de humo; para ello se programará una función en el microcontrolador para controlar el funcionamiento de los actuadores (de viento y humo), según los valores medidos por los sensores. Se controlaran los actuadores para aproximarse a las condiciones de de ensayo de los detectores según la norma estudiada en la fase 2.

Fase 7: Construir y ensamblar el sistema de evaluación de detectores de humo fotoeléctrico:

- ✓ En esta fase se realizará la construcción de túnel de humo y el posicionamiento de los dispositivos actuadores y sensores según el diseño realizado.
- ✓ Se ensamblarán los demás dispositivos y placas de circuito impreso al túnel de humo, para posteriormente hacer la interconexión eléctrica de todos los dispositivos.

Fase 8: Realizar las pruebas y mediciones necesarias para determinar el funcionamiento del detector de humo fotoeléctrico:

- ✓ Para finalizar se realizará la secuencia de ensayos determinada en la fase de investigación, según la normativa vigente. Para ello se selecciona una población de 10 detectores de humo fotoeléctricos como mínimo.
- ✓ Se utilizarán conceptos y herramientas estadísticas para establecer relaciones entre los valores medidos.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Se pretende desarrollar un sistema funcional para evaluar los umbrales de concentración de humo de los detectores fotoeléctricos fabricados por la empresa SOVICA Electronics, en cumplimiento con la normativa nacional vigente.

El alcance propuesto en este proyecto abarca el diseño y validación de un sistema que permita medir las condiciones de activación de los detectores de humo. Sin embargo, es importante señalar que este alcance excluye otras condiciones de calidad exigidas por la normativa nacional, así como protocolos de calidad como UL268 y UL217.

Es de señalar que los resultados de la puesta en práctica del evaluador de detectores de humo, estarán condicionados de la calidad de los componentes elegidos para el montaje del prototipo. La elección y adquisición de estos se realizará de acuerdo a la disposición en el mercado y a la factibilidad económica.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR

Para llevar a cabo este trabajo se contará con los recursos que se listan a continuación:

1. Computador con acceso a internet, y capacidad suficiente para la investigación e instalación del IDE en donde se llevará a cabo el desarrollo de los software para el microcontrolador.
2. Sensores, actuadores, y elementos electrónicos que la empresa SOVICA Electronics dispone.
3. Fuente de poder DC, osciloscopio, generador de señales para la realización de las pruebas con cada uno de los dispositivos.
4. Materiales electrónicos y herramientas de trabajo como cautín, pinzas, piqueta, entre otros equipos necesarios para la realización de los circuitos electrónicos para las pruebas de los dispositivos seleccionados(dependiendo de la disposición de la empresa SOVICA Electronics).
5. Ficha, cuaderno y equipo digital para el registro de datos, según la periodicidad pautada en el proceso de investigación.

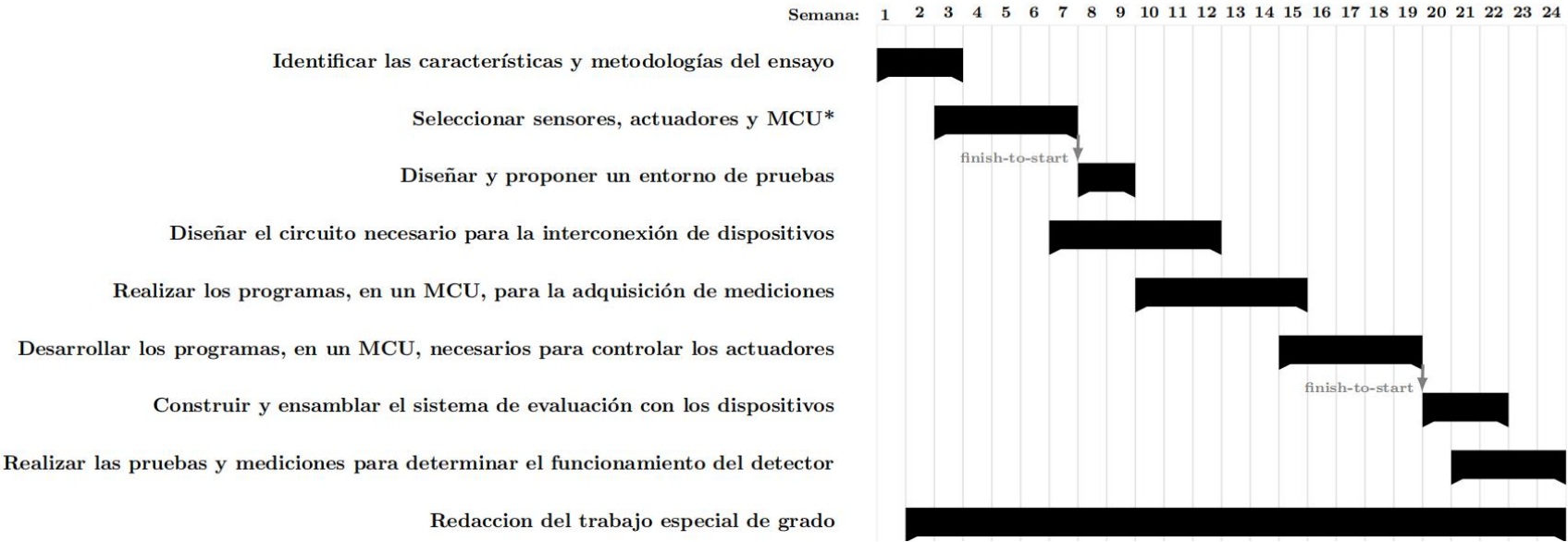
FACTIBILIDAD

La factibilidad del proyecto de implementación de un sistema a pequeña escala de evaluación de detectores de incendio por parte de SOVICA Electronics se vislumbra como una posibilidad real y concreta. Aunque no se pretende competir con los protocolos de los laboratorios de alta calidad que llevan a cabo pruebas a gran escala, como la Underwriters Laboratories (UL); la empresa cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo este tipo de evaluaciones de forma eficiente y efectiva.

En primer lugar, SOVICA Electronics ya cuenta con una amplia gama de equipos que pueden ser utilizados para realizar pruebas de calidad en los detectores de incendio (como rociadores, fuentes, sensores, microcontroladores, entre otros). Estos equipos, sumados al conocimiento y experiencia del personal de la empresa, permitirá llevar a cabo evaluaciones detalladas y precisas de los detectores, identificando posibles deficiencias y proponiendo mejoras para su óptimo funcionamiento. Además, la disposición de SOVICA Electronics de dedicar recursos y esfuerzos a la mejora de la calidad de los detectores de incendio demuestra su compromiso con la seguridad y bienestar de sus clientes y usuarios finales.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Diseño e implementación de un sistema evaluador de detectores de humo fotoeléctricos



*MCU: microcontrolador

Firma del bachiller
Juan Contreras

Firma del tutor industrial
Ing. Iván Gutiérrez

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIAS

- [1] COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1980). *Norma COVENIN 1420-80: Detector Óptico de Humo*. Caracas, Venezuela.

- [2] Geiman, J., y Gottuk, D. T. (2003). *Alarm thresholds for smoke detector modeling*. Fire Safety Science, 7mo Simposio Internacional, p.197-208. Consultado el 1 de junio de 2024 desde <https://publications.iafss.org/publications/fss/7/197>

- [3] Jang, H. Y., y Hwang, C. H. (2020). *Obscuration Threshold Database Construction of Smoke Detectors for Various Combustibles*. Sensors (Basel, Switzerland), 20(21), 6272. Consultado el 5 de junio de 2024 desde <https://doi.org/10.3390/s20216272>.

- [4] NFPA (National Fire Protection Association). (2016). *NFPA 72: Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización*. Quincy, Massachusetts.