Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Tecnología de la Información y Comunicación

“PROTOTIPO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA TEMPRANA ANTIINCENDIOS PARA LA FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA”

TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRONICA

Elaborado por:

Br. Alan Xavier Vega Martínez
Carnet: 2016-1328U

Br. Luis Manuel Hernández Cruz
Carnet: 2016-0327U

Tutor:

Msc. Cedrick Dalla-Torre

Octubre de 2024
Managua, Nicaragua

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo monográfico primeramente a Dios, que me ha acompañado durante todo el proceso de mi preparación profesional y me ha permitido culminarlo de manera exitosa, sobrepasando las diferentes dificultades que se me presentaron durante este proceso. A mis padres, que desde siempre me han apoyado en cada una de mis decisiones y me han motivado a no perder de vista mis objetivos de vida y gracias a ellos hoy puedo decir con mucho orgullo que soy un buen profesional y he disfrutado del proceso que me llevó a serlo.

Luis Manuel Hernández Cruz.

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios por el regalo de la vida y por haberme permitido llegar a este punto de mi vida, a mis padres quienes con mucho esfuerzo y paciencia han logrado formarme y educarme de una manera esplendida con lo cual ellos han sido ejemplo a seguir, y de manera especial a mi novia quien me ha acompañado y ha estado a mi lado en todo el trayecto de este proyecto, quien me ha apoyado y ayudado a seguir con determinación a pesar de las dificultades que han surgido tanto en la vida personal como laboral.

Alan Xavier Vega Martínez.

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a Dios por permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas, porque a pesar de las dificultades que se presentaron durante el proceso siempre nos permitió encontrar una solución a estas, nos dio la fuerza para no rendirnos y así poder llegar a la meta.

A nuestros padres, que han dedicado gran parte de su tiempo a formarnos como buenas personas y a su vez nos han acompañado durante el proceso de nuestra formación como profesionales, esos incondicionales que siempre han estado para nosotros y que han sido nuestra motivación en todo momento.

A nuestro tutor Msc. Ing. Cedrick Dalla Torre, por todo el tiempo, comprensión y dedicación que tuvo para con nosotros, a ese docente que nos extendió la mano y fue nuestro guía durante el proceso de titulación, gracias por su tiempo y por compartir sus conocimientos y ayudarnos a trabajar de manera más profesional en nuestros proyectos.

A todos los docentes de la carrera que formaron parte de nuestra preparación, a ellos que siempre nos brindaron su apoyo y trataron de enseñarnos de la mejor manera para que llegáramos a ser lo que somos hoy en día, unos buenos profesionales.

Glosario de términos:

1. NTON: Cada una de las normas técnicas o parte de ellas cuya aplicación haya sido declarada como obligatoria. Norma Técnica Nicaragüense Voluntaria o de Referencia: (NTN) Cada una de las normas técnicas de cumplimiento voluntario.

2. NFPA: La NFPA es la fuente principal mundial para el desarrollo y diseminación de conocimiento sobre seguridad contra incendios y de vida.

3. IOT: "Internet Of Things", es decir, "Internet de las cosas", La definición de IoT podría ser la agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a través de una red (bien sea privada o Internet, la red de redes), dónde todos ellos podrían ser visibles e interaccionar.

4. Pirorretardante: Un pirorretardante es una sustancia química que se añade a los materiales durante su proceso de fabricación con el doble fin de reducir la probabilidad de que el producto final se incendie y de ralentizar su combustión.

5. Sistemas embebidos: Un sistema embebido (también conocido como “empotrado”, “incrustado” o “integrado”) es un sistema de computación diseñado para realizar funciones específicas, y cuyos componentes se encuentran integrados en una placa base.

6. Domótica: Conjunto de técnicas orientadas a automatizar una vivienda, que integran la tecnología en los sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar o comunicaciones.

7. Agua pulverizada: El agua pulverizada contra incendios es un líquido estable que tiene propiedades extintoras, como el enfriamiento, ya que el agua absorbe el calor, además tiene la cualidad de sofocación, ya que, al transformarse en vapor, aparte el oxígeno del aire y evita que este se consuma con el fuego.

8. Cables dupont: Se conoce así a los cables o alambres de calibre delgado con conectores tipo dupont en sus extremos, diseñados para conectarse en la mayoría de conectores tipo header o tiras de pines estándar de 0.1 pulgadas o 2.54 mm de espaciado.

9. Arquitectura tipo AVR: La arquitectura AVR® es una de las arquitecturas líderes de 8 bits. Se ha convertido en sinónimo de facilidad de uso desde sus comienzos a mediados de la década de los 90 por Alf-Egil Bogen y Vegard Wollan, dos estudiantes de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Noruega.

10. GSM: Las siglas GSM se corresponden al nombre en inglés del Sistema Global de Comunicaciones Móviles. Se trata de un estándar muy utilizado desde principios de siglo y también se conoce como 2G debido a que supuso un salto de las comunicaciones analógicas a las digitales.

11. Hardware: Hardware es la parte física de un ordenador o sistema informático. Está formado por los componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, tales como circuitos de cables y luz, placas, memorias, discos duros, dispositivos periféricos y cualquier otro material en estado físico que sea necesario para hacer que el equipo funcione.

12. Software: Software es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo, así como datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático.

13. Al2O3: El óxido de aluminio o alúmina es una sustancia cristalina sintética producida a partir de bauxita, un mineral natural.

14. Gas Lp: El gas licuado del petróleo (GLP) es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo.

15. Transductor: Dispositivo que tiene la misión de recibir energía de una naturaleza eléctrica, mecánica, acústica, etc., y suministrar otra energía de diferente naturaleza, pero de características dependientes de la que recibió.

16. IDE: Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es una aplicación de software que ayuda a los programadores a desarrollar código de software de manera eficiente. Aumenta la productividad de los desarrolladores al combinar capacidades como editar, crear, probar y empaquetar software en una aplicación fácil de usar.

17. Redundante: Que está de más o que es una redundancia.

18. Mitigación: Conjunto de acciones y medidas, estructurales o no-estructurales, dirigidas a “reducir” las condiciones de vulnerabilidad o la exposición a las amenazas de las comunidades y su infraestructura.

19. Anomalía: Irregularidad, anormalidad o falta de adecuación a lo que es habitual.

20. Step Down: El convertidor reductor (o step-down), convierte la tensión DC de entrada a una tensión de salida DC de menor nivel. Es una fuente conmutada con dos dispositivos semiconductores (transistor y diodo), un inductor y opcionalmente un condensador a la salida.

21. Acrílico: Objeto o producto hecho con material de una fibra o de un material plástico.

22. Jumper: Los jumpers son pasadores eléctricos utilizados en las placas madres (motherboards) y algunos dispositivos, tales como discos duros para activar, regular o desactivar funciones específicas de un sistema que no son accesibles por medio del software.

Resumen

En el presente documento se realiza el estudio técnico para la construcción de un prototipo de un sistema antiincendios con alarma temprana mediante mensajería móvil, haciendo uso de las redes móviles 3G, también se pretende concientizar a las autoridades y directivos de la UNI ante una posible amenaza como lo es la propagación de un incendio en una de las facultades de la Universidad Nacional de Ingeniería, dicho proyecto se enfoca en la antigua Facultad de Electrotecnia y Computación (FEC), hoy en día DACTIC, para la realización de este proyecto se toma en cuenta las recomendaciones del Comandante Guevara de la Dirección General de Bomberos de Managua y experto en el tema.

El estudio está constituido mediante el diseño del sistema de control, la completa elección de los componentes basados en la calidad y coste de estos así mismo se tomaron en cuenta las recomendaciones de expertos en la materia para que esta propuesta sea lo más adecuada posible para la solución a esta problemática que vuelve vulnerable a nuestra alma mater y a las personas que hacen uso de sus instalaciones.

La elaboración del prototipo está compuesta principalmente por el microcontrolador Arduino uno, el cual será el encargado de llevar a cabo cada una de las instrucciones definidas en el código fuente haciendo uso de sensores que le proporcionarán la información necesaria y a la vez haciendo uso de actuadores que serán los encargados de darnos los avisos de emergencia, en este caso el encargado de enviar la alerta es el módulo SIM800c un módulo GSM, GPRS que es compatible con varias bandas de frecuencia, lo que nos permite una mayor versatilidad al momento de buscar la red adecuada para que no hayan interrupciones en la comunicación, permitiendo así el envío de un mensaje de texto de emergencia y realizando automáticamente una llamada de voz a las autoridades correspondientes en cualquier momento, lo que permitirá agilizar el tiempo de respuesta de estos para aumentar la posibilidad de una exitosa mitigación de incendio.

Es importante mencionar que además de ser una alarma a distancia también tendrá la opción de alertar a las personas que se encuentren en el lugar, actuando de manera inmediata para agilizar la evacuación.

Índice del Contenido

I. Introducción 1
II. Objetivos 2
Objetivo general: 2
Objetivos específicos: 2
III. Justificación 3
IV. Marco teórico 5
4.1. Definición de alarma contra incendios 5
4.2. Definición de incendio 5
4.3. Tipos de incendios 6
4.3.1. Según los materiales combustibles: 6
4.3.1.1. Clase A (Sólidos): 6
4.3.1.2. Clase B (Líquidos): 6
4.3.1.3. Clase C (Gases): 6
4.3.1.4. Clase D (Metales): 6
4.3.1.5. Clase E (Eléctricos): 7
4.3.1.6. Clase F (Aceites y grasas de cocina): 7
4.3.2. Según lugar: 7
4.3.2.1. Incendios Urbanos 7
4.3.2.2. Incendios Industriales 8
4.3.2.3. Incendios Forestales 8
4.3.3. Según magnitud 8
4.3.3.1. Conato 8
4.3.3.2. Parcial 9
4.3.3.3. Total 9
4.4. Componentes Electrónicos para el diseño. 9
4.4.1. Microcontrolador 9
4.4.1.1. Qué es un microcontrolador 9
4.4.1.2. Elementos de un Microcontrolador 10
4.4.2. Arduino 11
4.4.2.1. Por qué usar Arduino 12
4.4.2.2. Qué microcontrolador usa el Arduino UNO 13
4.4.3. Módulo SIM800C 14
4.4.3.1. Características 14

4.4.3.2. Aplicaciones 15
4.5. Sensores 15
4.5.1. Características de los sensores 16
4.5.2. Sensor de Gas MQ2 17
4.5.2.1. Estructura y configuración 18
4.5.2.1. Condiciones de trabajo 18
4.5.2.2. Conexiones 19
4.5.3. Sensor de temperatura y humedad DHT11 19
4.5.3.4. Montaje 20
4.5.4. Arduino, plataforma de programación 20
V. Análisis y presentación de resultados 22
5.1. Metodología y desarrollo del proyecto 22
5.1.1. Metodología de investigación 22
5.2. Fases del trabajo 22
5.2.1. Recolección de datos 22
5.2.2. Desarrollo del proyecto 23
5.3. Funcionamiento del prototipo de alarma antiincendios. 24
5.4. Razones por las cuales se utilizó el microcontrolador Arduino uno 27
5.5. Montaje del prototipo 29
5.6. Ubicación de la alarma 30
5.7. Estudio económico 32
VI. Conclusiones 34
VII. Recomendaciones 35
VIII. Bibliografía 36

Índice de figuras

Figura 1, Estructura interna de un microcontrolador. 9

Figura 2, Placa PCB del arduino uno. 11

Figura 3, ATmega328..... 13

Figura 4, Módulo SIM800C..... 14

Figura 5, Representación interna de un sensor..... 16

Figura 6, Sensor de gases MQ2..... 18

Figura 7, Sensor DHT11 20

Figura 8, Diagrama de flujo del prototipo de alarma..... 24

Figura 9, Prototipo final de la alarma..... 28

Figura 10, Esquema de conexión del prototipo de alarma. 29

Figura 11, Ubicación de las alarmas en el pasillo de la antigua la FEC. 31

Figura 12, Alarmas contra incendios del mercado. 33

Índice de tablas

Tabla 1, Presupuesto del costo del prototipo. 32

I. Introducción

Hoy en día las nuevas tecnologías relacionadas con nuestro entorno, están agilizando, optimizando y perfeccionando algunas de las tareas que se realizamos en nuestro día a día. En términos generales la tecnología ha aportado grandes beneficios a la humanidad y su crecimiento en lo que a condiciones y calidad de vida respecta. La tecnología en los sistemas de alarmas ha evolucionado de manera exponencial tomando en cuenta que el diseño de los sistemas preventivos de incendio es una especialidad relativamente nueva en la ingeniería, por lo que no es normal que se gestionen sistemas completos de detección y alarma antiincendios que ayuden a mejorar la seguridad de los nicaragüenses o ayuden a prevenir este tipo de eventos.

Actualmente en la UNI no se cuenta con un sistema de alarma temprana antiincendios, que garantice la seguridad e integridad física de los estudiantes, docentes y trabajadores de la institución al momento de una eventualidad de este tipo, por lo que nos vuelve vulnerables a tener un mayor índice de riesgo y de pérdidas materiales al momento de un siniestro. Es por esto que, nace la propuesta de la implementación de un prototipo de un sistema de detección y alarma con alerta temprana antiincendios que venga a agilizar la labor de las autoridades del cuerpo de bomberos permitiendo a estos tener una alerta temprana que ayudará a la reducción de su tiempo de respuesta, lo que viene a aumentar las posibilidades de la mitigación temprana del siniestro, cabe destacar que dejamos abierta la posibilidad de inminentes mejoras para el futuro, permitiendo así la prueba de diferentes modificaciones que ayuden a hacer de nuestro prototipo, un sistema funcional y eficiente que ayude a combatir la problemática actual por la que atraviesa nuestro país debido a diferentes factores y de la cual no estamos libres dentro de las instalaciones de nuestra Alma Máter.

II. Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar un prototipo electrónico de alarma temprana para la prevención de incendios en la Facultad de Electrotecnia y Computación de la UNI.

Objetivos específicos:

- Analizar los requerimientos necesarios para el desarrollo del prototipo de un sistema de alarma antiincendios que se acople a las condiciones del entorno de los usuarios.

- Proponer el diseño de un prototipo de alarma antiincendios que complemente el sistema de mitigación de incendios de los bomberos.

- Integrar un sistema de alerta temprana por mensaje de texto y llamada de voz que dé aviso a las autoridades correspondientes de manera inmediata.

- Realizar una revisión diagnóstica en las instalaciones del Área de Conocimiento de Tecnología de la Información y Comunicación (DACTIC) para detectar posibles fallas en el sistema eléctrico, así como los puntos más vulnerables de las instalaciones.

- Realizar un estudio económico para determinar el costo del proyecto y su viabilidad.

III. Justificación

En Nicaragua existen precedentes de incendios en instalaciones domiciliares y comerciales que han puesto en peligro a las personas que habitan o laboran en el lugar, reportando daños en la infraestructura y provocando cuantiosas pérdidas económicas. Por otra parte, las instituciones estatales como las universidades no están fuera de este peligro, por lo cual, haciendo un estudio de la existencia de dichos sistemas en nuestra universidad llegamos a la conclusión de que la UNI no dispone de un sistema que resguarde la seguridad de los estudiantes, docentes y trabajadores de la institución ante un posible incendio, es así que surge la necesidad de desarrollar la propuesta de un "Sistema de detección y alarma antiincendios con alerta temprana por mensaje de texto" que permita a todas las personas que forman parte de la institución, disponer de una herramienta electrónica que pueda ser adaptada como un sistema de detección y alarma contra incendios para alertas tempranas que envíe notificaciones de emergencia en casos de incendios y ante posibles amenazas por medio de mensajes de texto a las autoridades correspondientes.

El presente proyecto investigativo podrá ser considerado como elemento complementario al sistema de mitigación de incendios de los bomberos, ya que, entre otros factores, hará uso de tecnología inalámbrica 3G para supervisar los sectores más vulnerables del , tomando en cuenta varias variables que comúnmente son las que determinan la existencia de un incendio, como la presencia de humo o el aumento de temperatura por combustión. De esta manera se podrá dar un aviso de manera mucho más eficiente, permitiendo así reducir las pérdidas y en el mejor de los casos, evitar el incendio antes de que suceda.

El proyecto fomentará al estudio de sistemas electrónicos de control, profundizando en la investigación de sistemas embebidos o de aplicación domótica. La importancia de la propuesta radica en su objetivo primordial que es disminuir los tiempos de respuesta ante un eventual incendio, minimizando daños en infraestructura y ante todo, resguardando el bienestar físico de las personas que hacen uso de las instalaciones anteriormente conocida como FEC ahora (DACTIC).

Los principales beneficiados de esta propuesta son los estudiantes, docentes y trabajadores del Área de Conocimiento de Tecnología de la Información y Comunicación (DACTIC), que son las personas que normalmente se mantienen en sus labores en ese edificio. De igual manera, el Cuerpo de Bomberos se verá favorecido pues el sistema propuesto permitirá que desempeñen su labor profesional de manera más eficiente y confiable, ya que ayudará a la detección temprana de amenazas. Considerando que la tecnología 3G a emplearse para la comunicación en el diseño, se encuentra disponible a gran escala en el departamento de Managua, es eficiente hacer uso de esta como medio de comunicación remota ya que es muy accesible, por otra parte; como estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica que cuenta con las competencias formativas necesarias, podemos concluir que la realización del prototipo propuesto en el presente trabajo de investigación es viable tanto técnica como económicamente por lo que resulta ser una eficiente solución a la problemática.

IV. Marco teórico

4.1. Definición de alarma contra incendios

Una alarma contra incendios es un sistema de seguridad cuya función es alertar a las personas de un incendio en el lugar en el que se encuentren para protegerlas avisándoles que tienen que evacuar el edificio por seguridad.

Es de gran importancia constar con un sistema de seguridad preventivo de incendio para salvaguardar las vidas humanas proporcionando tranquilidad y evitando situaciones de pánico en las personas que se encuentren en el lugar, y por supuesto garantiza protección a los establecimientos ante el posible siniestro, así como todas las pertenencias materiales que se encuentran dentro.

4.2. Definición de incendio

Según el Diccionario de la Real Academia Española, un incendio es: un fuego grande que destruye lo que no debería quemarse. Este concepto es básico, pero nos hace entender que se trata de un accidente, y los accidentes teniendo conocimiento, siempre pueden evitarse.

Un incendio se considera fuego de grandes proporciones que se desarrolla sin control, el cual puede presentarse de manera instantánea o gradual, pudiendo provocar daños materiales, interrupción de los procesos de producción, pérdida de vidas humanas y afectación al ambiente.

Es la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor y la generación de gases y humos.

4.3. Tipos de incendios

Según la página oficial de LAARCOM, empresa especializada en brindar soluciones integrales y personalizadas en seguridad manifiesta que:

Lo principal que debemos saber, es que los incendios se clasifican según el material combustible, el lugar y magnitud.

4.3.1. Según los materiales combustibles:

4.3.1.1. Clase A (Sólidos):

Se generan luego de la formación de brasas, ya sea por madera, telas, papel, goma o plástico. Este tipo de fuego se extingue por enfriamiento, es decir, con aplicación de agua, agua pulverizada, espuma o polvo químico.

4.3.1.2. Clase B (Líquidos):

Se generar por grasas, aceites, pinturas, alcoholes, gasolina, petróleo. La forma de controlar y apagar este tipo de incendio, es mediante la combinación de retirar el oxígeno y enfriarlo con espuma.

4.3.1.3. Clase C (Gases):

Estos implican gases inflamables, como un gas natural, el hidrógeno, propano o el butano. La forma de apagar este fuego es con polvo convencional y polivalente.

4.3.1.4. Clase D (Metales):

Provocado por metales combustibles, como el magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, entre otros. Este tipo de incendios es de los más difíciles de extinguir, ya que no se le puede arrojar agua, porque produce una explosión, siendo la única forma manera de apagar, con un polvo específico para el metal que ha originado el fuego.

4.3.1.5. Clase E (Eléctricos):

Se generan por equipos eléctricos energizados, como es el caso de computadoras, maquinaria industrial, herramientas eléctricas, microondas u otro aparato electrónico. A este tipo de incendios internacionalmente se le conoce dentro del tipo C, en vista de que los ocasionados por líquidos, los fusionan con los sólidos.

Asimismo, este fuego por ningún motivo se debe intentar apagar con agua, ya que conduce electricidad; en este caso se utilizará un extintor a base de agua pulverizada, con dióxido de carbono, polvo químico, o con un extintor a base de reemplazante de halógenos, que es semejante al polvo químico, pero que no deja residuos.

4.3.1.6. Clase F (Aceites y grasas de cocina):

Son los incendios que se derivan tras la utilización de estos combustibles, en aparatos de cocina (como freidoras). Este fuego es muy difícil de apagar y controlar, ya que con cualquier extintor podría propagarse, además, el agua en este caso no es aliada, y debe utilizarse un extintor específico, que es conocido internacionalmente con la letra K, y es a base de potasio.

4.3.2. Según lugar:

4.3.2.1. Incendios Urbanos

Cuando un incendio se genera en casas, edificios o zonas comerciales, se le conoce como un incendio urbano. Este generalmente se origina por fallas de las redes o instalaciones eléctricas, fugas de gas, velas encendidas o por materiales inflamables.

4.3.2.2. Incendios Industriales

Los riesgos de las personas en este tipo de incendios son muy altas, en vista de que existen materiales combustibles en cantidad, y metales que podrían aumentar violentamente las proporciones del fuego. Las causas más comunes en este caso, son fallas eléctricas, fricción, chispas mecánicas, líquidos inflamables, desorden en los almacenes, soldadura, superficies calientes, e incluso, el consumo imprudente de cigarrillos dentro de estos espacios.

En las industrias debe existir un departamento encargado de la prevención laboral y evaluación continua de todas las áreas del lugar, para evitar que estos accidentes ocurran. Adicionalmente, deben dictarse charlas que instruyan a todo el personal, sobre el cómo actuar en caso incendio, y más importante, el cómo pueden trabajar con consciencia, evitándolos.

4.3.2.3. Incendios Forestales

Un incendio forestal es el fuego que se propaga sin control, especialmente en zonas rurales, afectando la vegetación, como árboles, matorrales, pastos y cultivos.

Este tipo de incendio se produce por diferentes causas, entre ellas las naturales (como la caída de un rayo), por una temperatura más alta de lo acostumbrado, por vientos fuertes e inconciencia ciudadana (al arrojar materiales solidos que pueden generar un fuego u otros factores de riesgo).

4.3.3. Según magnitud

4.3.3.1. Conato

Es un incendio que puede ser atacado rápidamente, porque apenas comienza a expandirse. En este caso hay personas en el lugar que pueden extinguir el fuego de inmediato o que llaman a las autoridades

4.3.3.2. Parcial

Ya ha consumido o afectado parte del lugar, pero aún no hay pérdidas totales.

4.3.3.3. Total

Como su nombre lo indica, este tipo de incendios identifica la perdida absoluta del lugar donde se desarrolló, ya sea a nivel urbano, industrial o forestal. [1]

4.4. Componentes Electrónicos para el diseño.

4.4.1. Microcontrolador

4.4.1.1. Qué es un microcontrolador

El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Funciona como una mini PC, su función es la de automatizar procesos y procesar información. El microcontrolador se aplica en toda clase de inventos y productos donde se requiere seguir un proceso automático dependiendo de las condiciones de distintas entradas.

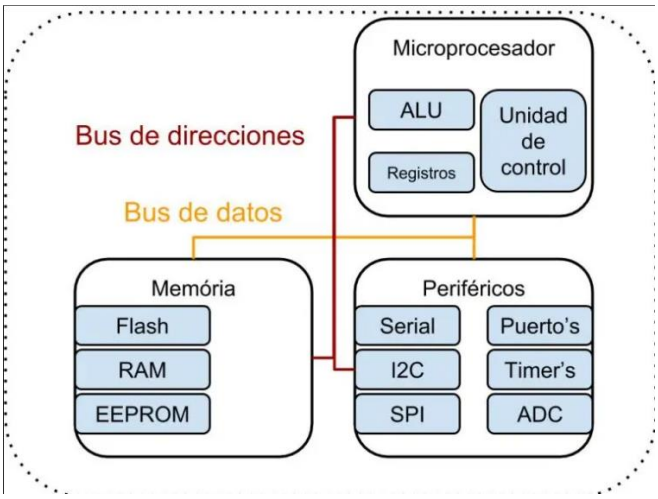


Figura 1, Estructura interna de un microcontrolador.

4.4.1.2. Elementos de un Microcontrolador

4.4.1.2.1. Microprocesador

Un procesador incluye al menos tres elementos, ALU, unidad de control y registros.

4.4.1.2.2. ALU

También conocida como Unidad Aritmética y Lógica. Está unidad está compuesta por los circuitos electrónicos digitales del tipo combinatorios (compuertas, sumadores, multiplicadores), cuya principal función es el realizar operaciones. Estas operaciones están divididas en tres tipos:

Lógicas. Como las operaciones básicas de las compuertas lógicas, como la suma lógica (OR), multiplicación lógica (AND), diferencia lógica (XOR) y negación (NOT). Una operación lógica sólo puede tener como entradas y como salidas una respuesta lógica (0 o 1). Esto dependiendo de los niveles de voltajes de una señal digital.

Aritméticas. Las operaciones aritméticas son la suma, resta, multiplicación y división. Dependiendo del procesador (8, 16, 32 o 64 bits) será la rapidez con la que se pueden hacer dichas operaciones.

Misceláneas. En estas operaciones caen todas las demás operaciones como la transferencia de bits (<< >>).

Unidad de control. La unidad de control es el conjunto de sistemas digitales secuenciales (aquellos que tienen memoria) que permiten distribuir la lógica de las señales.

4.4.1.2.3. Registros

Los registros son las memorias principales de los procesadores, ya que funcionan a la misma velocidad que el procesador a diferencia de otras memorias un tanto más lentas (como la RAM, FLASH o la CACHE). Los registros están construidos por Flip-Flops. Los Flip-Flops son circuitos digitales secuenciales.

4.4.1.2.4. Periféricos (unidades de entrada/salida)

Los periféricos son los circuitos digitales que nos permiten una interacción con el mundo «exterior» al microcontrolador. Su función es la de poder habilitar o

deshabilitar las salidas digitales, leer sensores analógicos, comunicación con terminales digitales o sacar señales analógicas de una conversión digital.

Puertos de entrada/salida paralelos: Los puertos están relacionados al tamaño del procesador, es decir que un puerto de 8 bits es porque el procesador es de 8 bits. Un procesador de 64 bits, tiene la capacidad de tener un puerto de 64 bits.

Puertos seriales: Nos permiten transformar la información digital paralela (bytes de información) en tramas que se pueden transferir por una o varias líneas de comunicación. Existen, por ejemplo: puerto serial, i2c, SPI, USB, CAN, etc.

Periféricos analógicos: Como los que convierten señales analógicas a digitales (ADC) o señales digitales a analógicas (DAC) o comparadores analógicos.

4.4.1.2.5. Memoria

La memoria está dividida en tres. La memoria para el programa (FLASH), la memoria para los datos o variables del programa (RAM) y la memoria para configuraciones o no volátil (EEPROM). [2]

4.4.2. Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont). [3]

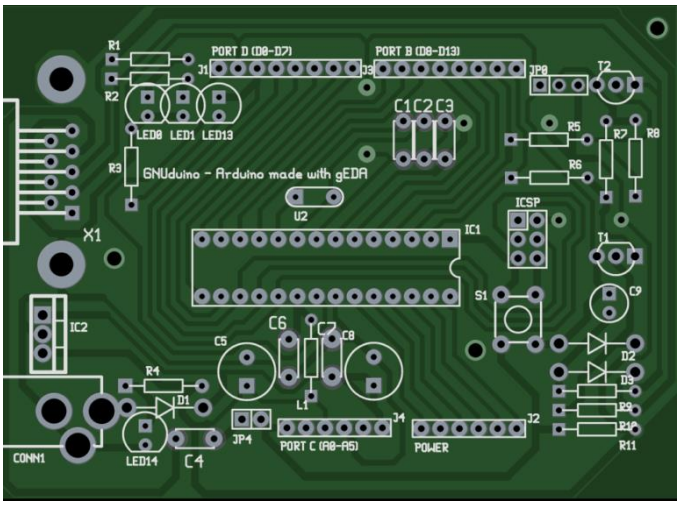


Figura 2, Placa PCB del arduino uno.

Una placa electrónica es una PCB (“Printed Circuit Board”, “Placa de Circuito Impreso” en español). Las PCBs superficies planas fabricadas en un material no conductor, la cual costa de distintas capas de material conductor. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico. Por lo tanto, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. De esta forma el usuario final no se debe preocupar por las conexiones eléctricas que necesita el microcontrolador para funcionar, y puede empezar directamente a desarrollar las diferentes aplicaciones electrónicas que necesite.

Cuando hablamos de “Arduino” deberíamos especificar el modelo concreto. Se han fabricado diferentes modelos de placas Arduino oficiales, cada una pensada con un propósito diferente y características variadas (como el tamaño físico, número de pines E/S, modelo del microcontrolador, etc.). A pesar de las varias placas que existen todas pertenecen a la misma familia (microcontroladores AVR marca Atmel). Esto significa que comparten la mayoría de sus características de software, como arquitectura, librerías y documentación.

4.4.2.1. Por qué usar Arduino

Arduino es libre y extensible: así cualquiera que desee ampliar y mejorar el diseño hardware de las placas como el entorno de desarrollo, puede hacerlo sin problemas. Esto permite que exista un rico ecosistema de placas electrónicas no oficiales para distintos propósitos y de librerías de software de tercero, que pueden adaptarse mejor a nuestras necesidades.

Arduino tiene una gran comunidad: Gracias a su gran alcance hay una gran comunidad trabajando con esta plataforma. Así se genera una cantidad de documentación bastante extensa, la cual abarca casi cualquier necesidad.

Su entorno de programación es multiplataforma. Se puede instalar y ejecutar en sistemas operativos Windows, Mac OS y Linux.

Lenguaje de programación de fácil compresión. Su lenguaje de programación basado en C++ es de fácil compresión. C++ permite una entrada sencilla a los nuevos programadores y a la vez con una capacidad tan grande, que los programadores más avanzados pueden exprimir todo el potencial de su lenguaje y adaptarlo a cualquier situación.

Bajo costo. La placa Arduino estándar (Arduino UNO) tiene un valor aproximado de C$520 (córdobas nicaragüenses). Incluso uno mismo la podría construir (una gran ventaja del hardware libre), con lo que el precio de la placa seria incluso menor.

Re-usabilidad y versatilidad. Es re-utilizable porque una vez terminado el proyecto es muy fácil poder desmontar los componentes externos a la placa y empezar con un nuevo proyecto. De igual manera todos los pines del microcontrolador están accesibles a través de conectores hembra y esto permite sacar partido de todas las bondades del microcontrolador con un riesgo muy bajo de hacer una conexión errónea.

4.4.2.2. Qué microcontrolador usa el Arduino UNO

El microcontrolador que lleva la placa Arduino UNO es el modelo ATmega328P de la marca Atmel. La “P” del final significa que este chip incorpora la tecnología “Picopower” (propietaria de Atmel) y permite un consumo eléctrico ligeramente menor comparándolo con el modelo equivalente sin “Picopower”, ATmega328 (sin la “P”). Aunque el ATmega328P pueda trabajar a un voltaje menor y consumir menos corriente que el ATmega328, ambos modelos son funcionalmente idénticos, es decir, pueden ser remplazados el uno por el otro. [3]

Figura 3, ATmega328.

4.4.2.2.1. ATmega328P

Al igual que el resto de microcontroladores usados en otras placas Arduino, el ATmega328P tiene una arquitectura de tipo AVR, desarrollada por Atmel y en cierta medida “competencia” de otras arquitecturas como por ejemplo la PIC del fabricante Microchip. Más concretamente, el ATmega328P pertenece a la subfamilia de microcontroladores “megaAVR”. Otras subfamilias de la arquitectura AVR son la “tinyAVR” (cuyos microcontroladores son más limitados y se identifica con el nombre ATtiny) y la “XMEGA” (cuyos microcontroladores son más capaces y se identifican con el nombre de ATxmega).

4.4.3. Módulo SIM800C

El Módulo SIM800C es un dispositivo GSM/GPRS de cuatro bandas que trabaja en frecuencias GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz y PCS1900MHz. Que soporta esquemas de codificación GPRS CS1, CS2, CS3 y CS4. Dispositivo de diseño compacto, el cual provee múltiples interfaces que te permite integrar voz, texto, datos y SMS a los proyectos. [4]

Figura 4, Módulo SIM800C

4.4.3.1. Características

- Voltaje de operación: 3.4 VDC – 4.4 VDC.
- Consumo en Modo Sleep: 0.7 miliamperios.
- Bandas de frecuencia: 850/900/1800/1900 MHz.
- Módulo Bluetooth: Integrado.
- Módulo RF: Integrado.

- Potencia de Transmisión: Clase 4 (2W) en GSM850 y EGSM900.
- Potencia de Transmisión: Clase 1 (1W) en DCS1800 y EGSM1900.
- Temperatura de operación: Desde -40º C hasta 85º C.
- Dimensiones: 17.6 X 15.7 X 2.3 mm.
- Número de pines: 42.
- Interfaz de Comunicación: Serial UART que soporta RTS/CTS si se requiere.
- Puerto de Debug: USB para debug o actualización de Firmware.
- Puertos Análogos: Audio y ADC integrado.
- Fabricante: SIMCom.

4.4.3.2. Aplicaciones

- Sistemas de Monitoreo.
- Sistemas de Seguridad.
- Telefonía móvil.

Este módulo sim800c es adecuado para sistemas de alerta y monitoreo por medio de mensajes de texto, al realizar pruebas se obtuvieron resultados satisfactorios debido a la compatibilidad con las bandas de frecuencias con las que contamos en el país.

Tiene un bajo consumo y además tiene un conector coaxial para antenas, lo que facilita su conexión y permite una comunicación más estable.

4.5. Sensores

Los sensores son una parte muy importante para la instrumentación y el control de los procesos industriales. Se utilizan para poder determinar el estado del proceso donde están instalados. Ellos transforman las variaciones de la magnitud a medir en una señal eléctrica acondicionada de tal manera que pueda ser recibida en su destino.

La señal de salida de un sensor por lo general va a un indicador, a un registrador o a un controlador. Existen una gran variedad de sensores según la variable que se quiera medir, por ejemplo: presión, temperatura, nivel, flujo, posición (proximidad), velocidad, peso, voltaje, corriente, frecuencia, viscosidad, resistividad, radiación, pH, conductividad eléctrica, humedad entre otras. [5]

Cuando los sensores tienen salidas digitales (sólo dos posibles valores) son llamados interruptores. Cuando tienen salidas analógicas (más de dos posibles valores) son llamados transmisores, En este sentido se tienen interruptores de presión e transmisores de presión, por ejemplo.

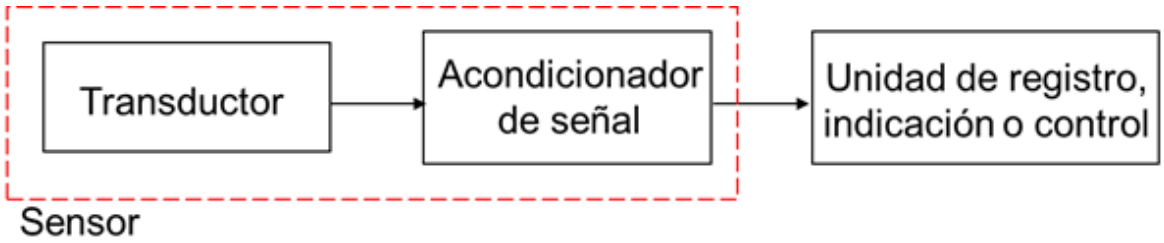


Figura 5, Representación interna de un sensor.

4.5.1. Características de los sensores

Muchas de las características de los sensores dependen de la variable a medir. Otras características son comunes a todos los sensores. Algunos de los aspectos a tener en cuenta en el momento de seleccionar un sensor son:

- Exactitud. Especifica la diferencia entre el valor medido y el valor real de la variable que se está midiendo.
- Conformidad o repetitividad. El grado con que mediciones sucesivas difieren unas de las otras.
- Resolución. Es el cambio más pequeño que se puede medir.
- Precisión se compone de las características de conformidad y resolución.

- Sensibilidad. Viene dado por el mínimo valor de la variable medida que produce un cambio en la salida.
- Error. Es la desviación entre valor verdadero y valor medido.
- Linealidad. Nos indica que tan cerca está la correlación entre la entrada y la salida a una línea recta.
- Rango. Es la diferencia entre el mayor valor y el menor valor que se puede medir.
- Rapidez de respuesta. Es la capacidad del instrumento de seguir las variaciones de la entrada.

Existen otros aspectos a tomar en consideración, por ejemplo la alimentación del sensor, el tipo de salida, el tipo de conexión (a dos hilos o a tres hilos) de la salida.

4.5.2. Sensor de Gas MQ2

El sensor de gas MQ2 es analógico y se utiliza en la detección de fugas de gas de equipos en los mercados de consumo y la industria. También este sensor es adecuado para la detección de gas LP, i-butano, propano, metano, alcohol, hidrógeno. Incluso tiene una alta sensibilidad y un tiempo de respuesta rápido. Finalmente, la sensibilidad puede ser ajustada por un potenciómetro. Este pequeño sensor de gas detecta la presencia de gas combustible y humo en concentraciones de 300 a 10.000 ppm. Incorpora una sencilla interfaz de tensión analógica que únicamente requiere un pin de entrada analógica del microcontrolador.

Con la conexión de cinco voltios en los pines el sensor se mantiene lo suficientemente caliente para que funcione correctamente. Solo tiene que conectar 5V a cualquiera de los pines (A o B) para que el sensor emita tensión. La sensibilidad del detector se ajusta con una carga resistiva entre los pines de salida y tierra. [6]

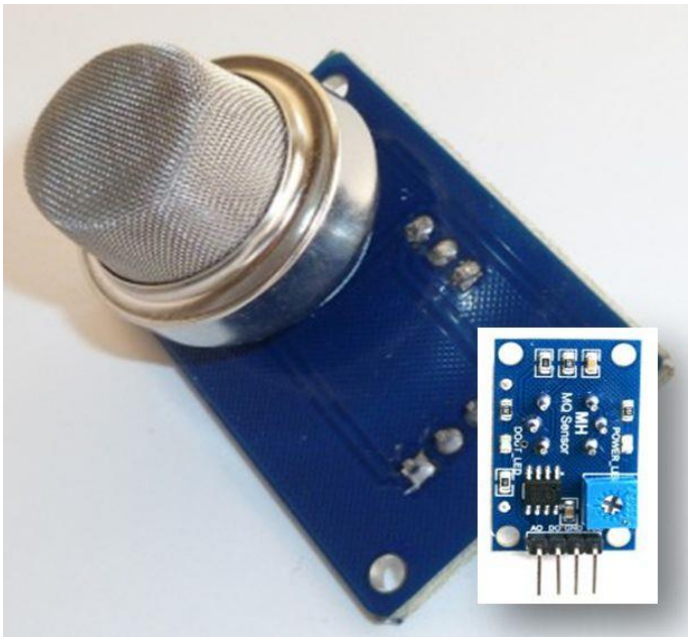


Figura 6, Sensor de gases MQ2.

4.5.2.1. Estructura y configuración

El sensor compuesto por micro tubo de cerámica Al2O3, capa sensible de Dióxido de Estaño (SnO2), el electrodo de medida y el calentador se fija en una corteza hecha por el plástico y red de acero inoxidable. El calentador proporciona las condiciones de trabajo necesarias para el trabajo de componentes sensibles. La envoltura MQ-2 tienen 6 pines, 4 de ellos se utilizan para recoger las señalesotros se utilizan 2 para proporcionar corriente de calentamiento.

4.5.2.1. Condiciones de trabajo

- Voltaje de circuito: 5V
- Voltaje de calentamiento: 5v
- Resistencia de carga: puede ser ajustable
- Resistencia del calentador: 33Ω ±5%
- Consumo: menos de 800mW

4.5.2.2. Conexiones

La tarjeta del sensor cuenta con dos salidas de datos, una digital (DO) y otra analógica (AO). La salida digital manda una señal en estado alto cuando el sensor llega a un nivel deseado, el cual puede ser ajustado por medio del potenciómetro. La salida analógica va aumentando el valor del voltaje en proporción al nivel de gas que se detecta.

4.5.3. Sensor de temperatura y humedad DHT11

El DHT11 y el DHT22 (o AM2302) son dos modelos de una misma familia de sensores, que permiten realizar la medición simultánea de temperatura y humedad**.**

Estos sensores disponen de un procesador interno que realiza el proceso de medición, proporcionando la medición mediante una señal digital, por lo que resulta muy sencillo obtener la medición desde un microprocesador como Arduino**.**

Ambos sensores presentan un encapsulado de plástico similar. Podemos distinguir ambos modelos por el color del mismo. El DHT11 presenta una carcasa azul, mientras que en el caso del sensor DHT22 el exterior es blanco.

De ambos modelos, el DHT11 es el hermano pequeño de la familia, y cuenta peores características técnicas. El DHT22 es el modelo superior, pero, por contra, tiene un precio superior. [7]

Las características del DHT11 son las siguientes:

- Medición de temperatura entre 0 a 50, con una precisión de 2ºC
- Medición de humedad entre 20 a 80%, con precisión del 5%.
- Frecuencia de muestreo de 1 muestras por segundo (1 Hz)

El DHT11 es un sensor no tan limitado que podemos usar con fines de formación, pruebas, o en proyectos que realmente no requieran una medición sumamente precisa.

Figura 7, Sensor DHT11.

4.5.3.4. Montaje

Conectar el sensor es sencillo, simplemente alimentamos desde Arduino al sensor a través de los pines GND y Vcc del mismo. Por otro lado, conectamos la salida Output a una entrada digital de Arduino.

4.5.4. Arduino, plataforma de programación

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra.

Arduino Nació en el año 2005 el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia). Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en aulas que fuera de bajo coste. La idea original fue, fabricar una placa para uso interno de la escuela.

Sin embargo, el instituto se vio obligado a cerrar sus puertas precisamente en 2005. Ante la perspectiva de perder todo el proyecto Arduino en el proceso, se decidió liberarlo y abrirlo al público para que todo el mundo pudiese participar en la evolución del proyecto, proponer mejoras y sugerencias.

Los principales responsables de la idea y diseño de Arduino fueron Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis, Tom Igoe y Gianluca Martino.

Arduino es libre y extensible, así cualquiera que desee ampliar y mejorar el diseño hardware de las placas como el entorno de desarrollo, puede hacerlo sin problemas. Esto permite que exista un rico ecosistema de placas electrónicas no oficiales para distintos propósitos y de librerías de software de tercero, que pueden adaptarse mejor a nuestras necesidades.

Gracias a su gran alcance hay una gran comunidad trabajando con esta plataforma. Así se genera una cantidad de documentación bastante extensa, la cual abarca casi cualquier necesidad, su entorno de programación es multiplataforma ya que se puede instalar y ejecutar en sistemas operativos Windows, Mac OS y Linux.

Su lenguaje de programación basado en C++ es de fácil compresión. C++ permite una entrada sencilla a los nuevos programadores y a la vez con una capacidad tan grande, que los programadores más avanzados pueden exprimir todo el potencial de su lenguaje y adaptarlo a cualquier situación.

Para empezar a programar es necesario descargar un IDE (Integrated Development Environment). El IDE es un conjunto de herramientas de software que permiten a los programadores desarrollar y grabar todo el código necesario para hacer que nuestro Arduino funcione como queramos. El IDE de Arduino nos permite escribir, depurar, editar y grabar nuestro programa (llamados “sketches” en el mundo Arduino) de una manera sumamente sencilla, en gran parte a esto se debe el éxito de Arduino, a su accesibilidad. [8]

V. Análisis y presentación de resultados

5.1. Metodología y desarrollo del proyecto

5.1.1. Metodología de investigación

El presente proyecto se desarrolló utilizando la metodología mixta, tanto investigación cuantitativa y cualitativa, se centró en los aspectos observables de la cuantificación y se utilizó la estadística para el análisis de datos correspondientes, además este trabajo está basado sobre datos estadísticos que confirman la problemática actual por la cual nació esta propuesta.

También se requirió de igual manera la entrevista realizada con el personal respectivamente calificado con el tema siendo el comandante Guevara del benemérito cuerpo de bomberos la persona a la cual se entrevistó y fue el que brindó su respectiva opinión con respecto al tema, dando una respuesta positiva y aportando ideas para mejorar la propuesta; “Me parece excelente, ya que actualmente no se cuenta con un sistema así debido a su alto costo”, estas son parte de las palabras brindadas por el comandante Guevara. [9]

Para la finalidad de este proyecto esto fue de gran ayuda ya que tener el asesoramiento y recibir su punto de vista nos ayudó a poder simplificar la idea y ver con mayor claridad, el enfoque que debíamos darle.

5.2. Fases del trabajo

5.2.1. Recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante entrevistas directas con el personal del benemérito cuerpo de bomberos, precisamente con el comandante de brigada Guevara acerca de los incendios ocurridos en el municipio de Managua durante el año 2020. Debido a las reglas de dicha institución se nos brindó la información de manera puntual, dando número exactos sobre cantidad y tipos de

incendios ocurridos durante este periodo, ya que no tienen autorización de brindar la base de datos completa debido a las políticas del estado. Esto bastó para poder tener como referencia y conocer la cifra de incendios que ocurren y que ponen en riesgo la integridad de los nicaragüenses y también la cantidad de incendios que fueron mitigados con éxito antes de su completa evolución. La cifra asciende a 45 incendios en el municipio de Managua para el año 2020.

5.2.2. Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se efectuó el siguiente procedimiento:

- Se llevó a cabo la verificación del análisis de la ocurrencia de incendios que habían sucedido en el municipio de Managua, así como la efectividad con la que se logró apaciguar los siniestros, evitando pérdidas mayores. Durante este proceso, se recopilaron datos puntuales sobre la frecuencia y las causas de los incendios.
- Se determinó el hardware necesario para la elaboración del sistema anti incendio con alerta temprana, manteniendo siempre un bajo costo en sus materiales, pero con un rendimiento muy similar a cualquier alarma ofrecida en el mercado.
- Se diseñó el sistema electrónico de alarma temprana anti incendio con los componentes previamente determinados.
- Se determinó el tipo de software necesario.
- Se realizaron pruebas para asegurarse de que todo funcione correctamente y se analizó los resultados para corregir cualquier error que pueda surgir.
- Se desarrolló una fuente de alimentación alterna en caso de un imprevisto eléctrico el cual pueda afectar el funcionamiento de la alarma y así pueda trabajar bajo cualquier circunstancia.
- Se desarrolló el informe final del proyecto.

5.3. Funcionamiento del prototipo de alarma antiincendios.

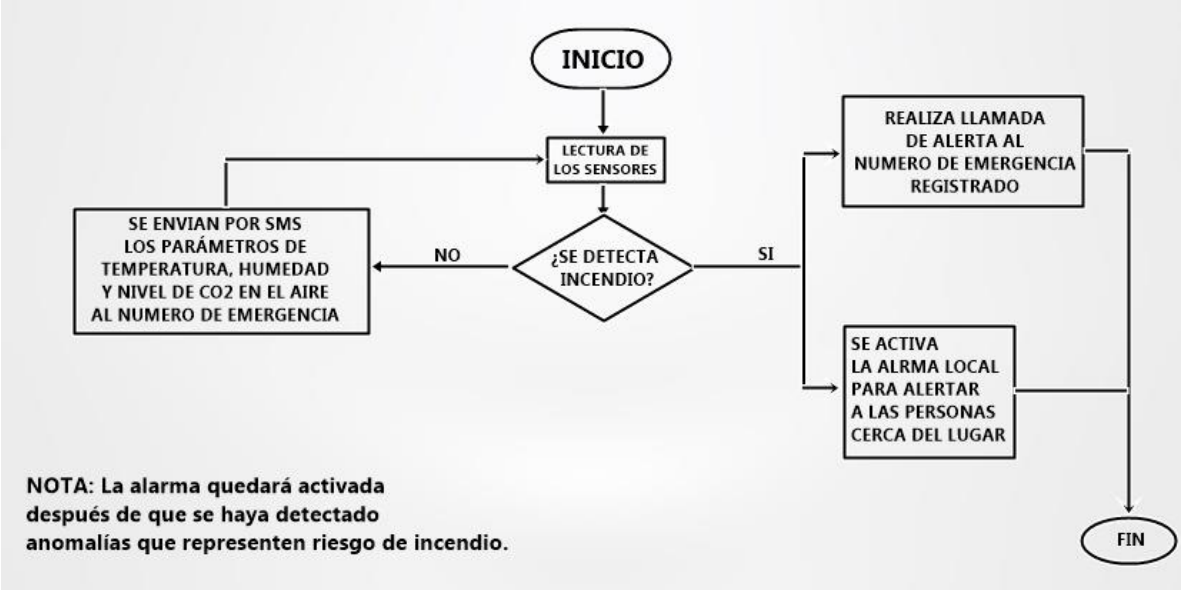


Figura 8, Diagrama de flujo del prototipo de alarma.

Este prototipo de alarma tiene un funcionamiento lógico, el cual por medio de instrucciones programadas realiza el envío de información por mensaje de texto y llamada de voz en caso de tener una alarma a un posible incendio todo esto vinculado a un número telefónico determinado para monitorear cualquier anomalía en el entorno, estas alertas son envidas por medio de redes telefónicas, por lo cual usamos un módulo de red compatible con diferentes bandas de frecuencia que están presentes en el territorio nacional.

El prototipo cuenta con sensores, un sensor de temperatura y humedad (sensor DHT11) y un sensor de gases y CO2 (sensor Mq2), estos son los encargados de colectar la información necesaria para que el microcontrolador realice la comparativa lógica y determine si se cumplen con las condiciones plasmadas en las instrucciones programadas para determinar cuál será su respuesta, acorde a los resultados, por otra parte también cuenta con un módulo de red SIM800C que es compatible con las bandas de frecuencias presentes en nuestras red móvil para usar las redes telefónicas como canal de comunicación entre nuestro prototipo y nuestro terminal de emergencia (número telefónico dedicado).

A continuación se detalla la estructura lógica del código fuente para una mejor comprensión de las funciones que va realizar el prototipo en cada una de las circunstancias a las que sea expuesto.

```
//Se incluyen las librerías que ocupamos

#include <DHT.h>
#include <SoftwareSerial.h>

//En este apartado definimos los pines a ocupar

#define DHTPIN 8        //Pin al que conectamos el dht al arduino
#define DHTTYPE DHT11   //Se define el modelo dht
#define BUZZER_PIN 2    //Se define la salida para el buzzer
#define MQ2PIN A0        //Se define el pin analógico al que está
conectado el mq2

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

SoftwareSerial sim800(12, 11); // Pines rx y tx respectivamente
conectados al arduino

void setup() {
  // Aquí iniciamos el sensor dht
  dht.begin();
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);

  // Inicializamos el sim800c de igual manera
  sim800.begin(9600);

  // Se le da un pequeño delay para que el sim800c esté listo
  delay(2000);

  // Se configura el sim800c en modo texto
  sim800.println("AT+CMGF=1");
  delay(1000);

  // Aquí configuramos el numero destino al que se envía el mensaje
  sim800.println("AT+CMGS=\"+50576046204\"");
  delay(1000);
   sim800.print("Inicializando alerta");   // Se envía el primer
mensaje
  sim800.write(0x1A); // Envío del mensaje Ctrl+Z
  delay(1000);
}
```

```
void loop() {
  // Leemos los valores tanto de la temperatura, humedad y el valor obtenido de gas por el mq2

  float temperature = dht.readTemperature();
  float humidity = dht.readHumidity();

  int gasValue = analogRead(MQ2PIN);

  // Aquí hemos creado las condiciones para la activación de la alarma, hemos seteado los valores de temperatura en 40 y gas 400
  if (temperature < 40  &&  gasValue < 400) {
    // Enviar mensaje de texto
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    sim800.println("AT+CMGS=\"+50576046204\""); // Aquí agregamos el número de teléfono al que se comunica la alarma
    delay(1000);
      sim800.println("Valores bajo el estándar, sin riesgo de incendio");
    sim800.print("Temperatura: ");
    sim800.print(temperature);
    sim800.println(" Grados");
    sim800.print("Humedad: ");
    sim800.print(humidity);
    sim800.println("%");
    sim800.print("Valor de gas: ");
    sim800.print(gasValue);
    sim800.print("ppm");
    sim800.write(0x1A); // Envío del mensaje Ctrl+Z
    delay(1000);
  } else {
    // Llamar a un número
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);      // Debido a la naturaleza de una alarma siempre y cuando haya riesgo de incendio no debería de apagarse la alerta
    sim800.println("ATD+50576046204;"); // Número de teléfono al que comunicamos
    delay(15000); // Esperar 10 segundos (puede ajustarse según sea necesario)
    sim800.println("ATH"); // Finalizar la llamada
    delay(1000);
  }

  // Espera 10 segundos antes de la siguiente lectura y envío
  delay(10000);}
```

5.4. Razones por las cuales se utilizó el microcontrolador Arduino uno

Existe una amplia variedad de controladores y microcontroladores que hoy en día nos vuelven la vida más fácil al momento de querer automatizar algunas de las tareas que realizamos día a día, al momento de pensar en cuál sería la mejor opción para la creación del prototipo se pensó en dos opciones, el microcontrolador ESP8082 y el arduino uno, ambas opciones principalmente fueron las que llamaron más la atención por ser las opciones más económicas y que cumplían con los requerimientos que se buscaba entre los que estaban un buen tiempo de respuesta y la compatibilidad con algunos módulos de telefonía móvil.

Al momento de tener que elegir una opción se concluyó con la del arduino uno, ya que este era compatible con el SIM800C, módulo de conexión de telefonía móvil que se utiliza en la construcción del prototipo debido a que trabaja en las bandas de frecuencia en las que están las redes móviles de los dos proveedores de servicio a nivel nacional y este muestra mayor estabilidad en la conexión y además tiene una mejor calidad de recepción de señal asegurando así la estabilidad y calidad de servicio que se busca.

Por otra parte también es importante mencionar que se eligió el módulo SIM800C por su bajo consumo energético y porque su voltaje ideal de funcionamiento es compatible con la salida de 5v del controlador a diferencia de otros módulos como el SIM7000A que trabaja con un voltaje de entre 3.0v a 4.4v como máximo por lo cual se debe usar un reductor de voltaje como un stepdown que vendría a ocupar más espacio y le restaría lo compacto al dispositivo siendo así una parte negativa para la demostración del diseño.

En el caso de los sensores se usó dispositivos muy económicos como lo son el DHT11 y el MQ2, sensores que son muy precisos y compatibles con la mayoría de controladores del mercado siendo así muy buenas opciones al cumplir con las demandas, que sean económicos pero muy precisos y confiables.

Para finalizar con la justificación de cada una de las decisiones tomadas al momento de realizar el diseño del prototipo, es importante hacer mención del encapsulado de este, el cual fue realizado en acrílico debido a que es una opción un poco más económica que el diseño en una impresora 3D usando filamentos de plástico y yeso, además de ser más económica brinda un acabado más llamativo y profesional que facilita la observación de su montaje interno, facilitando así la explicación y demostración de su funcionamiento para que sea de una manera más agradable y llamativa.

Al final de la construcción del prototipo se logró cumplir con las expectativas tanto en lo que a su funcionalidad respecta como en su acabado profesional y compacto, demostrando así la competitividad como profesionales y plasmando parte de los conocimientos adquiridos durante estos años de preparación profesional en la que los docentes y alma mater han formado.

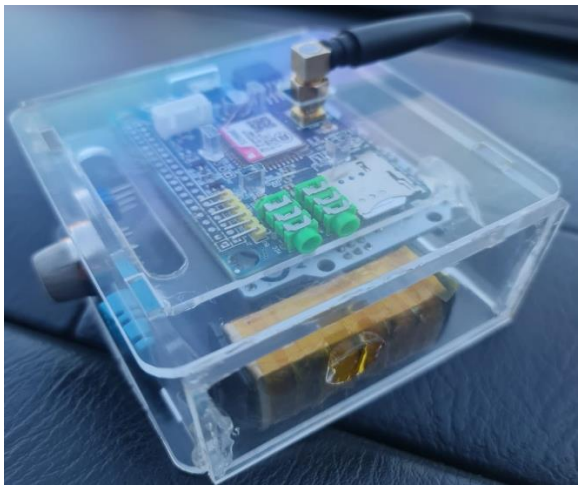


Figura 9, Prototipo final de la alarma.

5.5. Montaje del prototipo

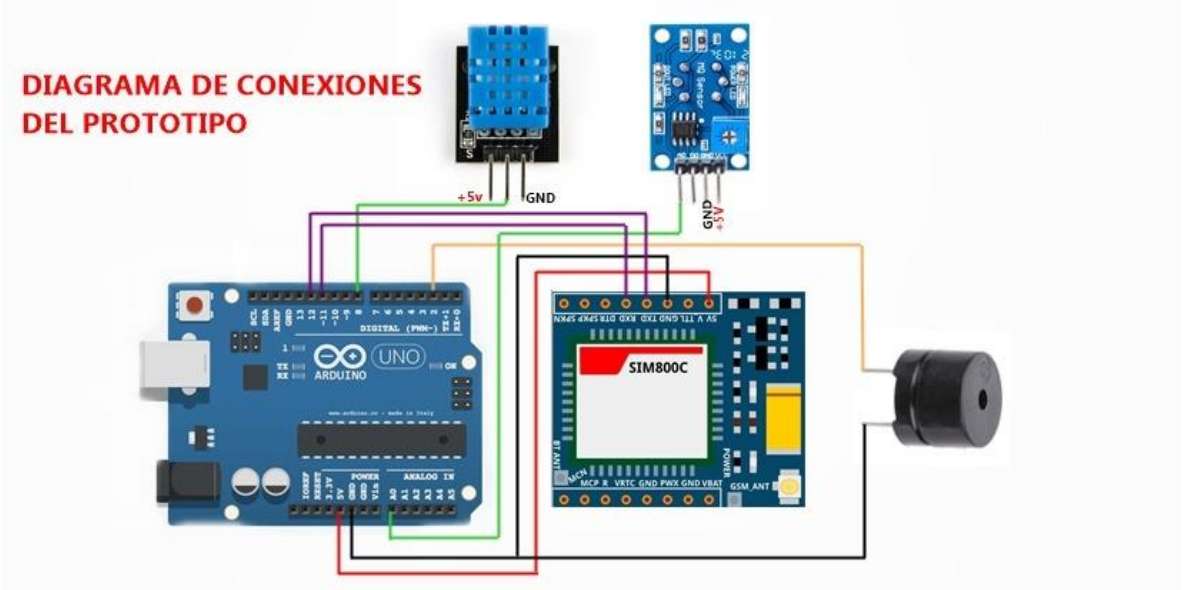


Figura 10, Esquema de conexión del prototipo de alarma.

El prototipo al ser un dispositivo con pocos componentes se encuentra conectado por medio de jumpers a medida, esto es para facilitar el montaje y desmontaje de los componentes para fines demostrativos y explicativos, por otra parte también está montado y encapsulado en un case construido con acrílico, este material da la facilidad de tener la vista interna de cada uno de los componentes de dicho dispositivo y a la vez le da un acabado más vistoso la cual permite describir de manera más fácil la construcción de nuestro prototipo.

El encapsulado fue diseñado exactamente a medida para garantizar que el prototipo sea lo más compacto posible permitiendo así mayor facilidad para su instalación y ubicación dentro de las áreas asignadas.

En la parte interna, la placa del microcontrolador y la del módulo de red están separadas por una placa de acrílico que además de brindar una base más sólida también se usa como aislante entre los dos componentes para evitar así usar otro material que puede sumar peso al prototipo.

5.6. Ubicación de la alarma

La alarma antiincendios con capacidad de mensajería y llamadas 3G se debe ubicar dentro de los laboratorios, específicamente en áreas de alto riesgo, como laboratorios químicos, de experimentos, con equipos electrónicos o materiales inflamables. Esta ubicación es vital por las siguientes razones:

1. Detección temprana: Al colocarse la alarma dentro de los laboratorios, se puede detectar cualquier indicio de incendio en sus etapas iniciales. Esto es crucial para prevenir la propagación rápida del fuego y minimizar los daños a la propiedad y, lo más importante, para garantizar la seguridad de los ocupantes en cuyo caso los haya, se previene de igual manera en dado caso las salas estén vacías, se debe tomar en cuenta todas las posibles causas como desperfectos de aparatos, subidas espontaneas de corrientes, etc.

2. Rápida respuesta: La capacidad de respuesta de la alarma para enviar mensajes y realizar llamadas a través de la red telefónica permite una acción eficaz ante una emergencia. Esto significa que el personal de seguridad, los servicios de bomberos u otros equipos encargados pueden ser alertados de manera rápida y eficiente, permitiendo una respuesta rápida para contener y extinguir el incendio.

3. Protección de equipos y recursos valiosos: Los laboratorios universitarios a menudo contienen equipos costosos y materiales de investigación de alto valor. Colocar la alarma dentro de estos espacios garantiza una protección adecuada contra incendios, ya que se pueden tomar medidas preventivas y de respuesta rápidamente para salvaguardar estos activos así como de alertar cualquier personal en cuyo caso estén cerca de dichas salas.

De igual manera deben tomarse en cuenta ciertos lugares en los cuales debido a ciertas condiciones del ambiente no es recomendado ubicar este tipo de alarmas, estas incluyen:

1. Áreas con espacio de aire libre: Las áreas al aire libre, que tengan jardines o campos abiertos, no son adecuadas para la instalación de la alarma, ya que están expuestas a condiciones climáticas adversas que podrían interferir con su funcionamiento y precisión de la misma.

3. Áreas de baja concentración de riesgo: Colocar la alarma en áreas donde el riesgo de incendio es mínimo o casi inexistente sería redundante y desperdiciaría recursos, de igual manera podría generar falsas alarmas causando molestias. Es importante priorizar la instalación en lugares donde la alarma pueda desempeñar un papel crucial en la protección de vidas y propiedades

En resumen, la ubicación adecuada de la alarma antiincendios con mensajería y llamadas 3G en los laboratorios universitarios garantiza una detección temprana de incendios, una respuesta rápida y eficiente ante emergencias, y la protección de activos valiosos. Evitar su colocación en áreas al aire libre, espacios residenciales o de baja concentración de riesgo contribuirá a maximizar su efectividad y utilidad en la prevención y mitigación de incendios.

A continuación, se detalla un plano hecho en la herramienta AutoCAD para una visualización aproximada de la ubicación de la alarma antiincendios:

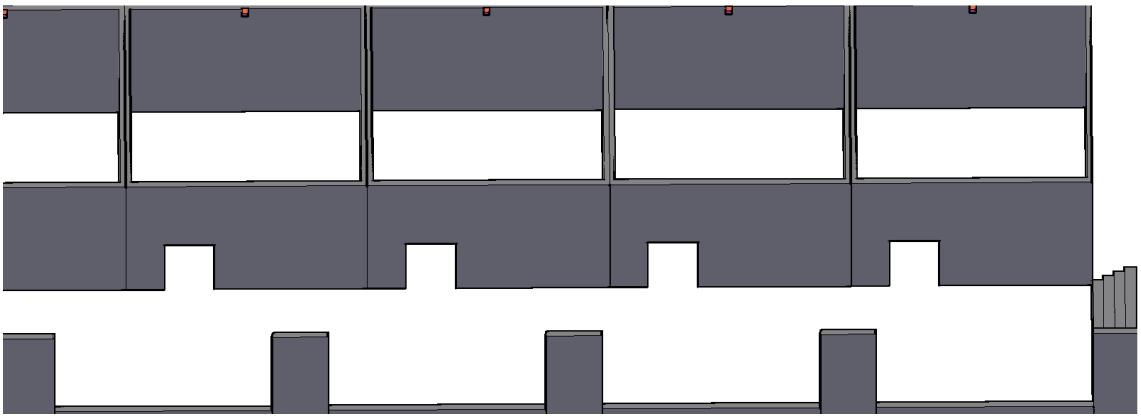


Figura 11, Ubicación de las alarmas en el pasillo de la antigua FEC.

5.7. Estudio económico

El siguiente estudio tiene como objetivo definir el nivel de recursos económicos necesarios para poder llevar a cabo el proyecto. Gracias a este análisis se calcula también el costo total del proceso de producción, y se puede comprobar su viabilidad.

El resultado generado durante este análisis nos dirá la viabilidad del proyecto en términos económicos en comparación con sus competidores y las ofertas de sistemas de alarma existentes en el mercado. A partir de este estudio, se podrá realizar luego un análisis de riesgos del proyecto en caso se necesite.

A continuación, se presenta el presupuesto total del proyecto y materiales utilizados:

Nombre del componente	Precio en córdobas
1. Arduino uno.	C$ 520
1. Sensor de humo MQ2.	C$ 292
1. Sensor de temperatura y humedad DHT11.	C$ 344
1. Módulo de red SIM800C.	C$ 620
1. Pack de jumpers hembra a macho.	C$ 50
1. Pack de jumpers hembra a hembra.	C$ 50
1. Antena coaxial para el módulo SIM.	C$ 109
1. Cable de alimentación de USB a Micro USB.	C$ 70
1. Cable de alimentación USB B.	C$ 150
1. Buzzer de 5v.	C$ 25
1. Fabricación del case.	C$ 1000
Costo total	C$ 3,230

Tabla 1, Presupuesto del costo del prototipo.

Entre distintos factores en especial el valor monetario de los distintos productos ofertados en el mercado con funciones similar, y debido que ninguno cumple con la característica de enviar mensajería o realizar llamadas mediante red telefónica no se puede hacer una comparación completamente parcial, pero se ha tomado en cuenta la función principal para comparar los precios.

Figura 12, Alarmas contra incendios del mercado.

A partir de los precios que se encuentran en el mercado se concluye que el precio ronda los C$3000 – C$3200 córdobas nicaragüenses, cifra aproximada al costo del proyecto, tomando en cuenta que no se encontraron dispositivos los cuales cumplan con la función de comunicarse mediante redes telefónicas se determina que el proyecto es viable económicamente para su desarrollo.

VI. Conclusiones

Finalmente, al concluir con el diseño y el montaje del prototipo de la alarma antiincendios se logró cumplir con los objetivos planteados en la propuesta de la construcción del dispositivo como solución a la problemática del alto índice de riesgo de incendio que se tiene como antecedentes en el país, se logró crear un dispositivo funcional y preciso que nos alerta de manera temprana y segura para agilizar el proceso de mitigación de manera más eficiente, siendo este muy económico hablando de su diseño y componentes, a la vez es de muy bajo consumo energético por lo que también cumple con los estándares económicos que buscábamos, el dispositivo está diseñado para que su desmontaje sea práctico, lo que facilita su mantenimiento, el cual de acuerdo a la norma NFPA-72 debe realizarse anualmente y realizar inspecciones visuales de manera semestral para garantizar el correcto funcionamiento del dispositivo ante cualquier eventualidad.

Es importante mencionar que en el estudio que se hizo en las instalaciones del edificio donde fue la FEC, actualmente DACTIC, se logró identificar de manera rápida los puntos estratégicos donde hay mayor conveniencia para la instalación de los dispositivos, tomando en cuenta la mayor afluencia de personas, mayor valor en activos para la institución y donde hay una mayor carga en el sistema eléctrico, ya que están es una de las mayores causas de los incendios en el país, lo que nos permite que el sistema sea funcional y de mucho provecho para mantener la seguridad de la institución y de sus colaboradores.

VII. Recomendaciones

Algunas de las recomendaciones que brindamos son:

Usar una bocina de alarma con menor impedancia para que la alerta sea más fácil de escuchar y tenga mayor alcance.

Maximizar las señales lumínicas del dispositivo para mejorar la visión en caso de que se tenga poca visibilidad por la gran presencia de humo en las salidas de emergencia.

Agregar una batería de mayor capacidad para asegurar la autonomía del dispositivo por un mayor tiempo luego de haberle hecho mejoras.

Realizar test de funcionamiento de manera semestral y mantenimiento preventivo anualmente según lo que indica la normal NFPA-72 para asegurarnos que el dispositivo funcione de manera correcta y eficiente al momento de una eventualidad de incendio.

Complementar el equipamiento de mitigación de incendios ubicando extintores en puntos estratégicos para así reducir aún más el riesgo de incendio. (Asegurarse que los extintores sean de CO2 en los laboratorios donde hay conductores y placas electrónicas expuestas).

VIII. Bibliografía

[1] L. C. LTDA., «www.laarcom.com,» 2020. [En línea]. Available: https://www.laarcom.com/tipos-de-incendio. [Último acceso: 27 05 2021].

[2] D. R. E-Marmolejo, «HETPRO,» HETPRO/TUTORIALES, 12 2017. [En línea]. Available: https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/. [Último acceso: 12 06 2022].

[3] L. T. Ojeda, «Arduino.cl,» MCI Electronics, 2022. [En línea]. Available: https://arduino.cl/que-es-arduino/. [Último acceso: 13 02 2023].

[4] «electronicaplugandplay,» electronicaplugandplay.com, 2022. [En línea]. Available: https://www.electronicaplugandplay.com/comunicaciones/product/541-modulo-gsm-gprs-sim800c-simcom#:~:text=El%20M%C3%B3dulo%20SIM800C%20es%20un,%2C%20CS2%2C%20CS3%20y%20CS4.. [Último acceso: 15 12 2022].

[5] Miguel, «Control Real Español,» Control Real Español, 18 Agosto 2015. [En línea]. Available: https://controlreal.com/es/sensores-definicion-y-caracteristicas/. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

[6] H. Torres, «HETPRO,» HETPRO/TUTORIALES, 2014. [En línea]. Available: https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-gas-mq2/. [Último acceso: 16 06 2022].

[7] L. Llamas, «Luis Llamas,» 29 03 2016. [En línea]. Available: https://www.luisllamas.es/arduino-dht11-dht22/. [Último acceso: 18 06 2022].

[8] M. Electronics, «Arduino.cl,» Arduino.cl, 2021. [En línea]. Available: https://arduino.cl/que-es-arduino/. [Último acceso: 18 06 2022].

[9] C. Guevara, Interviewee, *Entrevista de presentación de propuesta de proyecto a la dirección general del cuerpo de bomberos.* [Entrevista]. 17 08 2021.

[10] N. L. Urbina Rodríguez y S. R. Urbina Arana, «repositorio.unan.edu.ni,» 07 05 2021. [En línea]. Available: http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14862. [Último acceso: 17 06 2021].

[11] M. Salazar Betanco y W. Sequeira Calero, «repositorio.unan.edu.ni/,» 05 12 2016. [En línea]. Available: http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3250. [Último acceso: 27 05 2021].

Anexos

Product Reference Manual
SKU: A000066

Description

The Arduino UNO R3 is the perfect board to get familiar with electronics and coding. This versatile development board is equipped with the well-known ATmega328P and the ATMega 16U2 Processor.
This board will give you a great first experience within the world of Arduino.

Target areas:

Maker, introduction, industries

Features

- **ATMega328P** Processor
  - **Memory**
    - AVR CPU at up to 16 MHz
    - 32KB Flash
    - 2KB SRAM
    - 1KB EEPROM
  - **Security**
    - Power On Reset (POR)
    - Brown Out Detection (BOD)
  - **Peripherals**
    - 2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels
    - 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels
    - 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection
    - 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI)
    - 1x Dual mode controller/peripheral I2C
    - 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input
    - Watchdog Timer with separate on-chip oscillator
    - Six PWM channels
    - Interrupt and wake-up on pin change
  - **ATMega16U2 Processor**
    - 8-bit AVR® RISC-based microcontroller
  - **Memory**
    - 16 KB ISP Flash
    - 512B EEPROM
    - 512B SRAM
    - debugWIRE interface for on-chip debugging and programming
  - **Power**
    - 2.7-5.5 volts

5.1 JANALOG

Pin	Function	Type	Description
1	NC	NC	Not connected
2	IOREF	IOREF	Reference for digital logic V - connected to 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	Power	+3V3 Power Rail
5	+5V	Power	+5V Power Rail
6	GND	Power	Ground
7	GND	Power	Ground
8	VIN	Power	Voltage Input
9	A0	Analog/GPIO	Analog input 0 /GPIO
10	A1	Analog/GPIO	Analog input 1 /GPIO
11	A2	Analog/GPIO	Analog input 2 /GPIO
12	A3	Analog/GPIO	Analog input 3 /GPIO
13	A4/SDA	Analog input/I2C	Analog input 4/I2C Data line
14	A5/SCL	Analog input/I2C	Analog input 5/I2C Clock line

5.2 JDIGITAL

Pin	Function	Type	Description
1	D0	Digital/GPIO	Digital pin 0/GPIO
2	D1	Digital/GPIO	Digital pin 1/GPIO
3	D2	Digital/GPIO	Digital pin 2/GPIO
4	D3	Digital/GPIO	Digital pin 3/GPIO
5	D4	Digital/GPIO	Digital pin 4/GPIO
6	D5	Digital/GPIO	Digital pin 5/GPIO
7	D6	Digital/GPIO	Digital pin 6/GPIO
8	D7	Digital/GPIO	Digital pin 7/GPIO
9	D8	Digital/GPIO	Digital pin 8/GPIO
10	D9	Digital/GPIO	Digital pin 9/GPIO
11	SS	Digital	SPI Chip Select
12	MOSI	Digital	SPI1 Main Out Secondary In
13	MISO	Digital	SPI Main In Secondary Out
14	SCK	Digital	SPI serial clock output
15	GND	Power	Ground
16	AREF	Digital	Analog reference voltage
17	A4/SD4	Digital	Analog input 4/I2C Data line (duplicated)
18	A5/SD5	Digital	Analog input 5/I2C Clock line (duplicated)

MQ-2 Semiconductor Sensor for Combustible Gas

Sensitive material of MQ-2 gas sensor is SnO_2, which with lower conductivity in clean air. When the target combustible gas exist, The sensor's conductivity is more higher along with the gas concentration rising. Please use simple electrocircuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration.

MQ-2 gas sensor has high sensitity to LPG, Propane and Hydrogen, also could be used to Methane and other combustible steam, it is with low cost and suitable for different application.

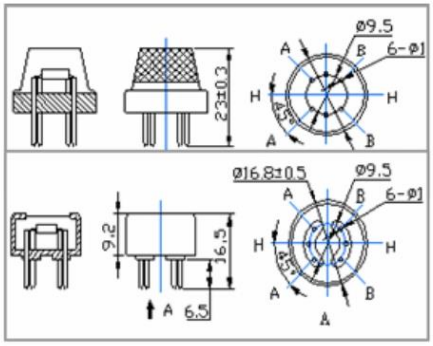
Character

*Good sensitivity to Combustible gas in wide range
* High sensitivity to LPG, Propane and Hydrogen
* Long life and low cost
* Simple drive circuit

Application

* Domestic gas leakage detector
* Industrial Combustible gas detector
* Portable gas detector

Configuration

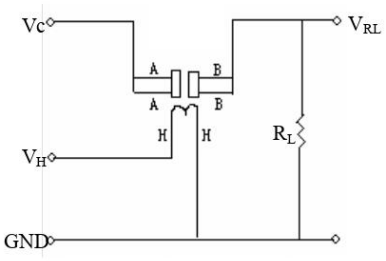


Technical Data

Model No.			MQ-2
Sensor Type			Semiconductor
Standard Encapsulation			Bakelite (Black Bakelite)
Detection Gas			Combustible gas and smoke
Concentration			300-10000ppm (Combustible gas)
Circuit	Loop Voltage	V_c	≤24V DC
	Heater Voltage	V_H	5.0V±0.2V ACorDC
	Load Resistance	R_L	Adjustable
Character	Heater Resistance	R_H	31Ω±3Ω（Room Tem.）
	Heater consumption	P_H	≤900mW
	Sensing Resistance	R_s	2KΩ-20KΩ(in 2000ppm C_3H_8)
	Sensitivity	S	Rs(in air)/Rs(1000ppm isobutane)≥5
	Slope	α	≤0.6($R_{5000ppm}/R_{3000ppm}$ CH_4)
Condition	Tem. Humidity		20℃±2℃； 65%±5%RH
	Standard test circuit		Vc:5.0V±0.1V； V_H: 5.0V±0.1V
	Preheat time		Over 48 hours

Basic test loop

T



The above is basic test circuit of the sensor. The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage（VH） and test voltage（VC）. VH used to supply certified working temperature to the sensor, while VC used to detect voltage (VRL) on load resistance （RL） whom is in series with sensor. The sensor has light polarity, Vc need DC power. VC and VH could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable RL value is needed:

Power of Sensitivity body(Ps):

$Ps=Vc^2\times Rs/(Rs+RL)^2$

Resistance of sensor(Rs): Rs=(Vc/VRL-1)×RL

Sensitivity Characteristics

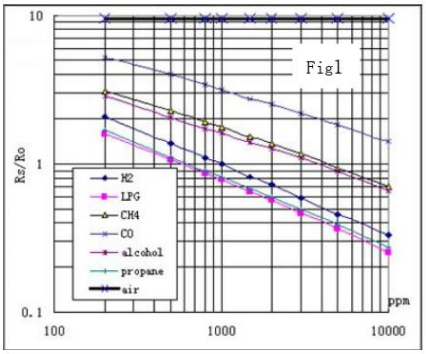


Fig.1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-2, ordinate means resistance ratio of the sensor (Rs/Ro), abscissa is concentration of gases. Rs means resistance in different gases, Ro means resistance of sensor in 1000ppm Hyrogen. All test are under standard test conditions.

Influence of Temperature/Humidity

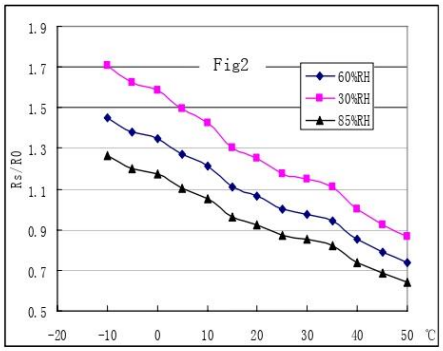


Fig.2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor (Rs/Ro), Rs means resistance of sensor in 1000ppm Butane under different tem. and humidity. Ro means resistance of the sensor in environment of 1000ppm Methane, 20℃/65%RH

Structure and configuration

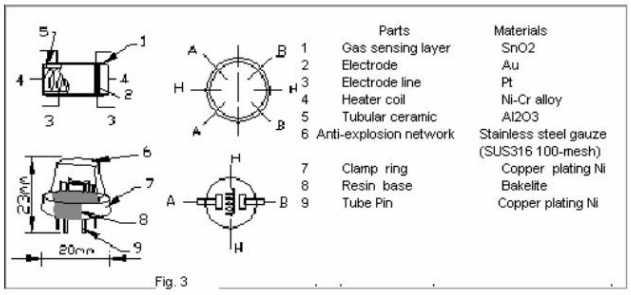


Fig. 3

Structure and configuration of MQ-2 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro AL2O3 ceramic tube, Tin Dioxide (SnO2) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-2 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Notification

1 Following conditions must be prohibited

1.1 Exposed to organic silicon steam

Organic silicon steam cause sensors invalid, sensors must be avoid exposing to silicon bond, fixature, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment

1.2 High Corrosive gas

If the sensors exposed to high concentration corrosive gas (such as H_2Sz, SO_X, Cl_2, HCl etc), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it cause sincere sensitivity attenuation.

1.3 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution

The sensors performance will be changed badly if sensors be sprayed polluted by alkali metals salt especially brine, or be exposed to halogen such as fluorin.

1.4 Touch water

Sensitivity of the sensors will be reduced when spattered or dipped in water.

1.5 Freezing

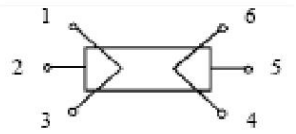
Do avoid icing on sensor'surface, otherwise sensor would lose sensitivity.

1.6 Applied voltage higher

Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, otherwise it cause down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristic changed badly.

1.7 Voltage on wrong pins

For 6 pins sensor, if apply voltage on 1、3 pins or 4、6 pins, it will make lead broken, and without signal when apply on 2、4 pins



2 Following conditions must be avoided

2.1 Water Condensation

Indoor conditions, slight water condensation will effect sensors performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensor' sensitivity will be decreased.

2.2 Used in high gas concentration

No matter the sensor is electrified or not, if long time placed in high gas concentration, if will affect sensors characteristic.

2.3 Long time storage

The sensors resistance produce reversible drift if it's stored for long time without electrify, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in airproof without silicon gel bag with clean air. For the sensors with long time storage but no electrify, they need long aging time for stbility before using.

2.4 Long time exposed to adverse environment

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc, it will effect the sensors performance badly.

2.5 Vibration

Continual vibration will result in sensors down-lead response then repture. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

2.6 Concussion

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

2.7 Usage

For sensor, handmade welding is optimal way. If use wave crest welding should meet the following conditions:

2.7.1 Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine

2.7.2 Speed: 1-2 Meter/ Minute

2.7.3 Warm-up temperature：100±20℃

2.7.4 Welding temperature：250±10℃

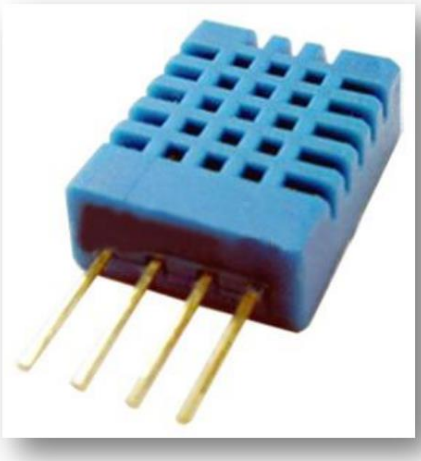
2.7.5 1 time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will be reduced.

DHT 11 Humidity & Temperature Sensor

1. Introduction

DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.



Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 ℃	±5%RH	±2℃	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			±1%RH	
Accuracy	25℃		±4%RH	
	0-50℃			±5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0℃	30%RH		90%RH
	25℃	20%RH		90%RH
	50℃	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25℃, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			±1%RH	
Long-Term Stability	Typical		±1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1℃	1℃	1℃
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			±1℃	
Accuracy		±1℃		±2℃
Measurement Range		0℃		50℃
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

Módulo SIM800C

Table of Contents:

1. **Introduction**
2. **SIM800C Modem features**
   - 2.1 SIM800C
   - 2.2 Power supply
   - 2.3 Ports
   - 2.4 Antenna
   - 2.5 Dimensions
3. **Product details**
4. **Hardware description**
   - 4.1 SIMCOM SIM800C Module
   - 4.2 GPRS Antenna
   - 4.3 Power section
   - 4.4 LED indications
   - 4.5 RS232 Relimate connector(J7)
   - 4.6 Expansion connector Slot(J13)
5. **Electrical Specifications**
6. **Communication with Modem**
   - 6.1 Serial Interface Mechanism
   - 6.2 Communication Software

3. Product details

PIN NO	NAME
1	VCC_5VD
2	GND

PIN NO	NAME
1	UART RTS
2	UART CTS
3	UART RXD
4	UART TXD
5	GND

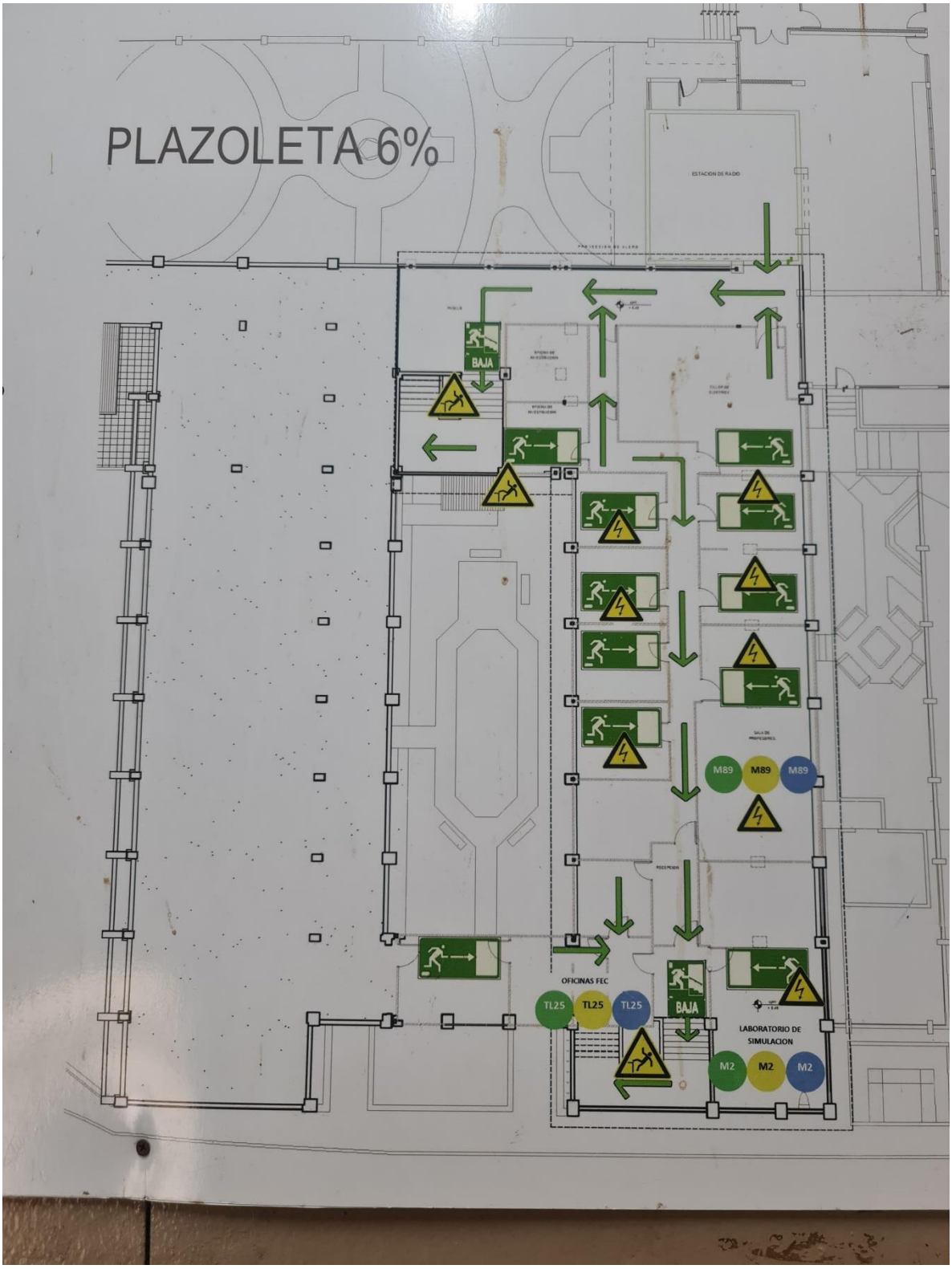
RESET SWITCH

PIN NO	NAME(V=2.8V)
1	AUDIO +VE
2	AUDIO –VE
3	MIC +VE
4	MIC –VE
5	AUXILIARY UART TXD
6	AUXILIARY UART RXD
7	TTL_UART_RI
8	TTL_UART_DTR
9	TTL_UART_DCD
10	NC
11	NC
12	GND
13	GND
14	GND

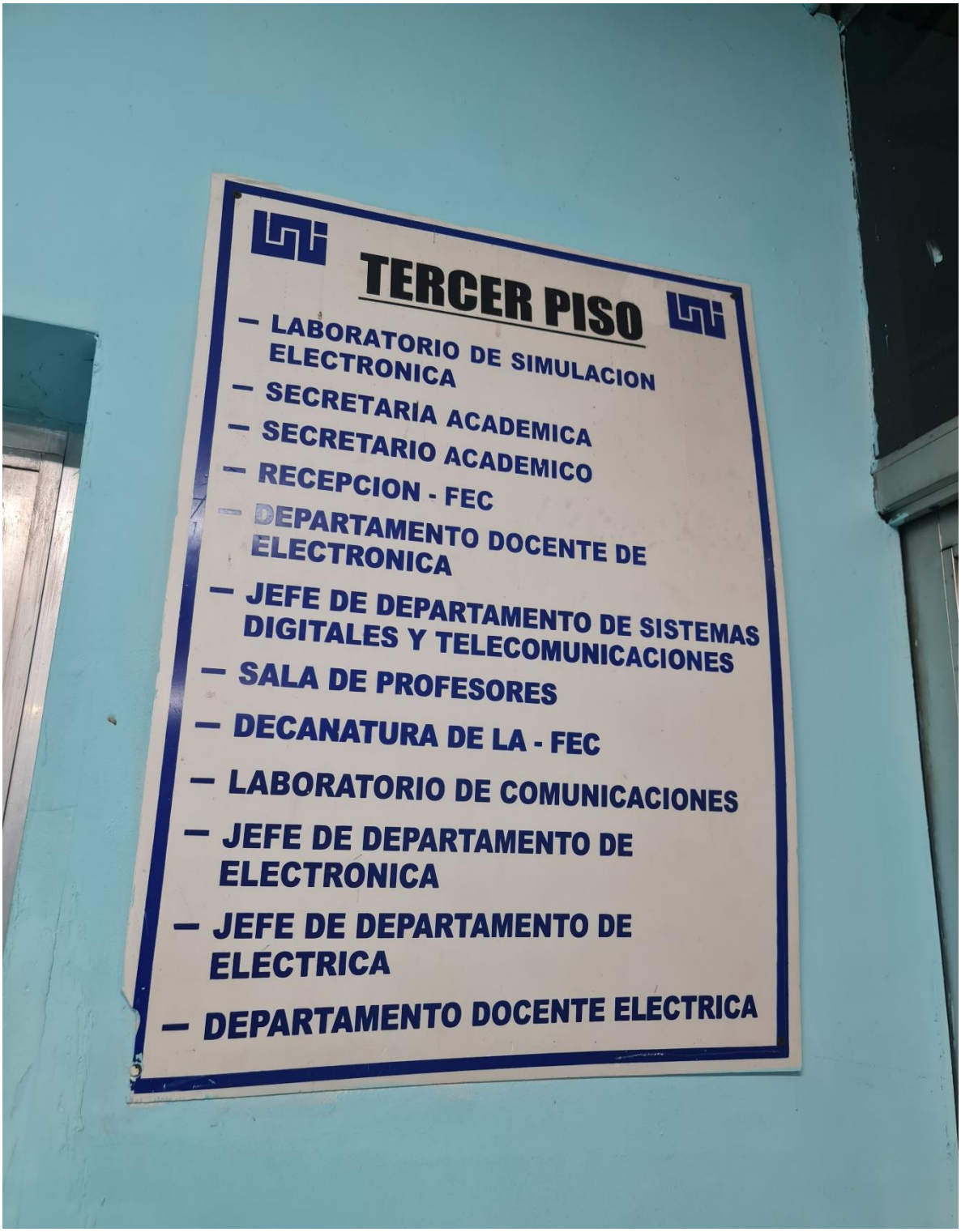
PIN NUMBERING SCHEME

i. Laboratorio de simulación de Ingeniería Electrónica

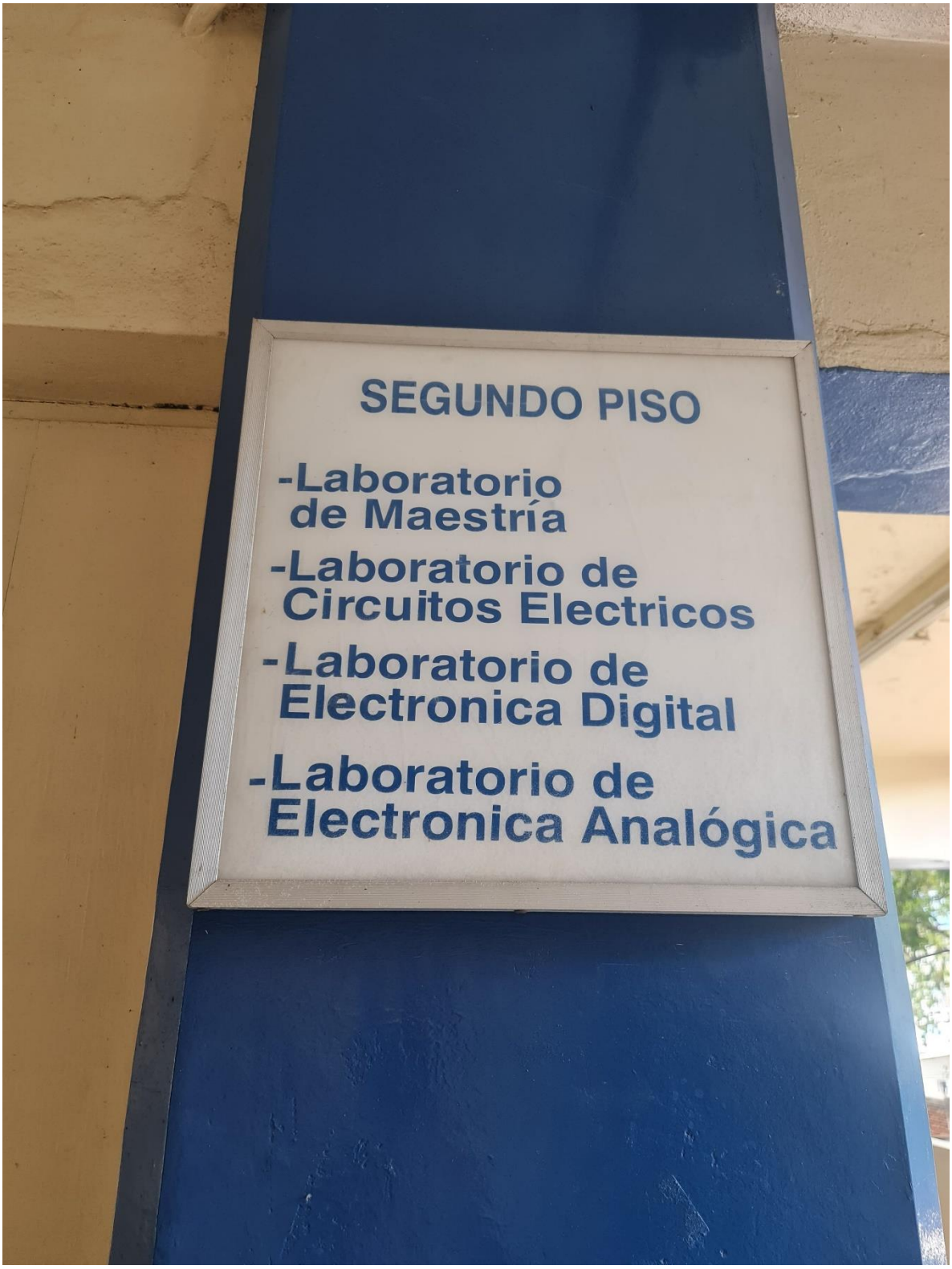
ii. principal al laboratorio de simulaciones Electrónica



iii. Plano referencial la plazoleta 6%



iv. Segmento de información del tercer piso del edificio donde fue la FEC.



v. Segmento de información del segundo piso del edificio donde fue la FEC.

vi. Laboratorio de Electrónica Digital

vii. Laboratorio de automatización FEC.

viii. Laboratorio de electrónica Analógica

ix. Laboratorio de máquinas eléctricas

x. Pasillo de la planta baja, del edificio de los laboratorios de la antigua FEC.