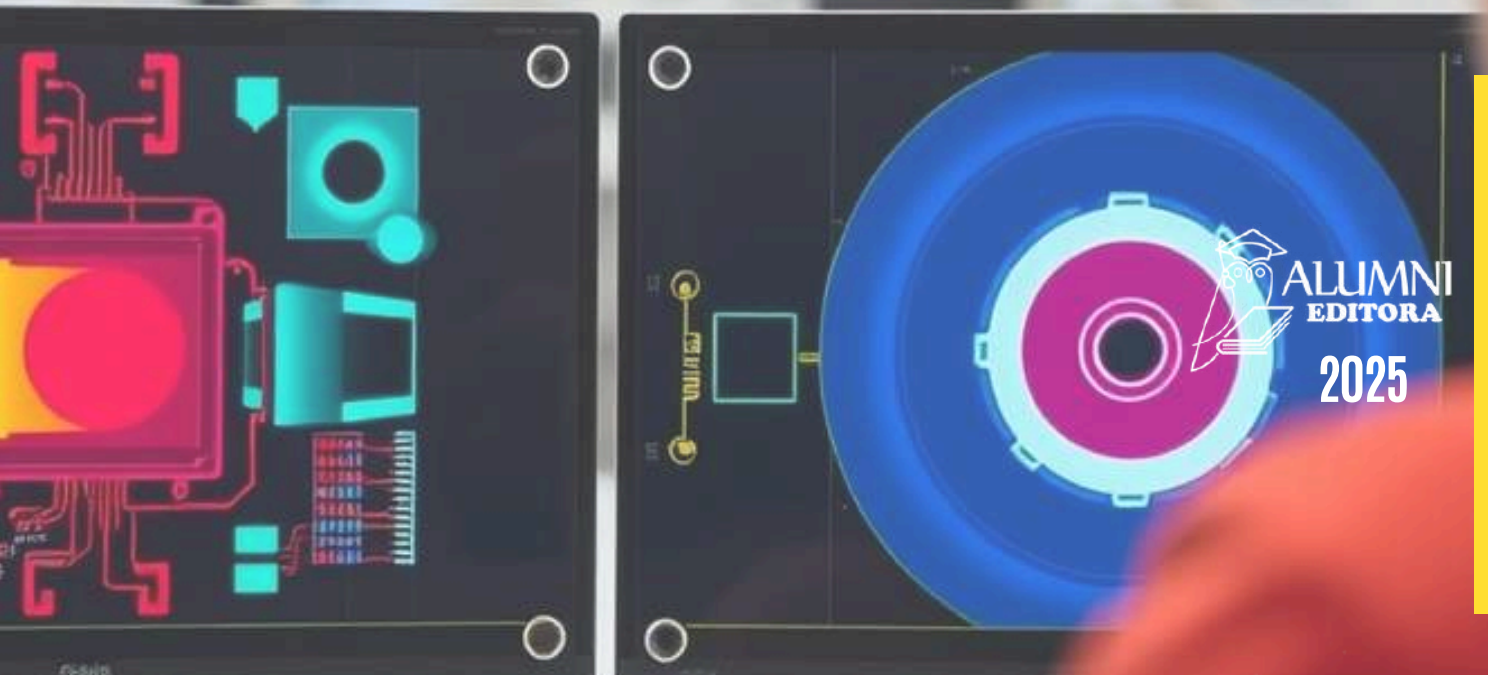


ANDRÉS PROAÑO – VÍCTOR AGUIRRE – DIEGO ERAZO – DANILO
PORTILLA – JOSÉ ORTIZ – FERNANDO VALENCIA – DANILO
BASTIDAS



PRIMERA EDICIÓN

ALUMNI
EDITORIA
2025

INSTRUMENTACIÓN, ELECTRÓNICA Y APLICACIONES

MANUAL DE PRÁCTICAS PARA EL ESTUDIANTE

Instrumentación, Electrónica y Aplicaciones: Manual de Prácticas para el Estudiante

Autores

Edison Andrés Proaño Lapuerta

- Ingeniero en Mecatrónica
- Magister en Gestión de Proyectos

 <https://orcid.org/0000-0001-9022-3256>

 eproanio@ist17dejulio.edu.ec

Víctor Hugo Aguirre Chagna

- Ingeniero en Electrónica y Control
- Magister en Seguridad Industrial

 <https://orcid.org/0000-0002-0883-6780>

 vaguirre@ist17dejulio.edu.ec

Diego Orlando Erazo Chafuel

- Ingeniero en Mecatrónica

 <https://orcid.org/0009-0008-5395-1244>

 derazo@ist17dejulio.edu.ec

Instrumentación, Electrónica y Aplicaciones: Manual de Prácticas para el Estudiante

Autores

Fausto Danilo Portilla Morales

- Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

 <https://orcid.org/0009-0006-4080-8831>

 fportilla@ist17dejulio.edu.ec

José Luis Ortiz Arciniega

- Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
- Máster Universitario en Ingeniería Electrónica

 <https://orcid.org/0000-0003-3707-5252>

 jlortiz@ist17dejulio.edu.ec

Fernando Xavier Valencia Barahona

- Tecnólogo en Sistemas
- Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación

 <https://orcid.org/0009-0006-5889-4918>

 fvalencia@ist17dejulio.edu.ec

Instrumentación, Electrónica y Aplicaciones: Manual de Prácticas para el Estudiante

Autores

Alex Danilo Bastidas Jácome

- Ingeniero en Mecatrónica
- Magister en Mecatrónica mención en Procesos Industriales

 <https://orcid.org/0009-0007-7601-7588>

 jtorres@ist17dejulio.edu.ec

Instrumentación, Electrónica y Aplicaciones: Manual de Prácticas para el Estudiante

Catalogación Bibliográfica

Autores	• Edison Andrés Proaño Lapuerta • Víctor Hugo Aguirre Chagna • Diego Orlando Erazo Chafuel • Fausto Danilo Portilla Morales • José Luis Ortiz Arciniega • Fernando Xavier Valencia Barahona • Alex Danilo Bastidas Jácome
Título	Instrumentación, Electrónica y Aplicaciones: Manual de Prácticas para el Estudiante
Descriptores	Instrumentación, Electrónica, Sensores, Circuitos, Automatización
Dewey	621.3
Thema	TJFD
Publicación	Febrero 2025
Edición	Primera
ISBN	978-9942-7307-7-0
DOI	https://doi.org/10.70625/alumned/10
Editorial	Alumni Editora
Pais - Ciudad	Ecuador - Atuntaqui
Formato	Adobe Acrobat Reader
Páginas	101

Cámara Ecuatoriana del Libro



Todo el contenido de este libro tiene una licencia de Creative Commons Attribution License. Reconocimiento-No Comercial-No Derivados 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

El contenido del texto y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente la posición oficial de Alumni Editora. Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos al autor, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales.

Instrumentación, Electrónica y Aplicaciones: Manual de Prácticas para el Estudiante

Editor en Jefe

Santiago Andrés Otero, PhD., Alumni Editora, Ecuador

Equipo Editorial

- Óscar Gómez Jiménez, PhD., Universidad Internacional de Valencia (VIU), España
- Shashi Kant Gupta, PhD., Eudoxia Research University, Estados Unidos
- Anabell Fondón Ludeña, PhD., Universidad Rey Juan Carlos, España
- Edwin Ricardo Flores Hernández, PhD., Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer, El Salvador
- Gopi Devarajan, PhD., SRM Institute of Science and Technology, India
- Flérída Moreno Alcaraz, PhD., Universidad Autónoma de Sinaloa, México
- J. Suresh Kumar, PhD., St. Joseph University, India
- Mauricio Lima Narváez, PhD., Universidad Técnica del Norte, Ecuador
- Héctor Luis López López, PhD., Universidad Autónoma de Sinaloa, México
- Samuel Helena Tumbula, PhD., Universidad Católica de Angola, Angola
- Carlos Bolivar Sarmiento Chugcho, PhD., Universidad Técnica de Machala, Ecuador
- Xavier Fernando Acosta Faneite, PhD., Universidad del Zulia, Venezuela
- Mirian Alexandra Valeriano Meneses, PhD., Instituto Superior Tecnológico Liceo Aduanero, Ecuador
- Sivabalan Settu, PhD., CSE SoCI Vignan University Guntur, India
- Lorena Elizabeth Casanova Imbaquingo, MSc., Instituto Universitario Cotacachi, Ecuador
- Gladys Magdalena Paredes, MSc., Ministerio de Educación, Ecuador
- Henri Emmanuel López Gómez, MSc., Universidad Peruana Los Andes, Perú



El contenido del texto y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente la posición oficial de Alumni Editora. Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos al autor, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales.



Revisión de Pares

Este libro ha sido evaluado mediante un proceso de revisión por pares externos bajo el formato de doble ciego. En consecuencia, la investigación presentada en esta obra cuenta con el respaldo de expertos en la materia, quienes han emitido un juicio imparcial basado en criterios científicos, garantizando así la solidez académica del contenido.

Peer Review

This book has undergone a peer review process by external academics using a double-blind system. Consequently, the research presented in this work has the endorsement of subject matter experts, who have provided an impartial assessment based on scientific criteria, ensuring the academic rigor of the content.



Declaración del Editor

Alumni Editora declara para todos los efectos legales, que:

Esta publicación implica únicamente una cesión temporal de los derechos de autor y de publicación, sin que ello constituya responsabilidad solidaria en la creación de los manuscritos publicados en conformidad con la Ley de Propiedad Intelectual y las normativas legales aplicables.

Autoriza y fomenta que los autores firmen acuerdos con repositorios institucionales con el fin exclusivo de difundir la obra, siempre que se reconozca adecuadamente la autoría y la edición, y que no existan fines comerciales involucrados.

Todos los libros electrónicos publicados son de acceso abierto y, por lo tanto, no se venden en el sitio web de Alumni Editora, ni en plataformas asociadas, de comercio electrónico u otros medios virtuales o físicos, eximiéndose de la transferencia de derechos de autor a los autores.

Todos los miembros del consejo editorial cuentan con el grado académico de cuarto nivel y están vinculados a instituciones de educación superior, conforme a las recomendaciones de las entidades de evaluación académica nacionales e internacionales para la obtención de estándares de calidad editorial.

Alumni Editora no transfiere, comercializa, ni autoriza el uso de los nombres, correos electrónicos u otros datos personales de los autores para fines distintos a la difusión de esta obra.

Declaración del Autor

El autor de la obra declara: 1. no poseer ningún interés comercial que pueda representar un conflicto de interés en relación con el presente documento publicado; 2. Asegura haber participado activamente en la elaboración del manuscrito, específicamente en la concepción del estudio, la obtención de datos y/o su análisis e interpretación; la redacción o revisión del documento para garantizar su relevancia intelectual y la aprobación final del manuscrito antes de su envío; 3. Certifica que el contenido publicado está libre de datos o resultados fraudulentos; 4. Confirma que todas las citas y referencias de datos e interpretaciones de investigaciones previas son correctas; 5. Reconoce haber declarado todas las fuentes de financiamiento recibidas para la investigación; 6. Autoriza la publicación de la obra, que incluye su inclusión en catálogos, asignación de ISBN, DOI, otros índices, diseño visual, portada, maquetación interior, y su posterior difusión según lo dispuesto por Alumni Editora.

Prólogo

En un mundo cada vez más tecnológico, la electrónica y la automatización desempeñan un papel clave en el desarrollo de soluciones innovadoras en diversas áreas, desde la domótica y la industria hasta la medicina y el Internet de las Cosas (IoT). La capacidad de interactuar con el entorno mediante sensores y microcontroladores se ha vuelto esencial para los futuros profesionales del ámbito tecnológico.

Este libro responde a la necesidad de contar con un recurso didáctico que combine teoría y práctica, fomentando el aprendizaje experimental. Diseñado para los estudiantes de Tecnología Superior en Electrónica del Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, su enfoque aplicado busca fortalecer competencias en el uso de microcontroladores y sensores.

La metodología propuesta ofrece una guía estructurada para estudiantes y docentes, facilitando la comprensión y aplicación de conceptos clave en electrónica y programación con Arduino. A través de cuatro prácticas progresivas, se exploran desde los fundamentos del uso de sensores hasta el diseño de sistemas más avanzados orientados a la calidad ambiental y la seguridad. Este enfoque garantiza un aprendizaje gradual y contextualizado.

El material es adaptable a distintos niveles de conocimiento. Los estudiantes encontrarán una base sólida, mientras que los docentes podrán utilizarlo como una herramienta complementaria en el aula. Asimismo, profesionales y entusiastas de la electrónica podrán actualizar sus conocimientos y explorar nuevas aplicaciones.

Más allá de la teoría, el aprendizaje en electrónica y automatización implica la integración de componentes en sistemas funcionales que resuelvan problemas reales. Este libro representa una herramienta fundamental para la formación práctica, promoviendo la experimentación, la creatividad y el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras.

Los Autores

Tabla de contenido

Índice de Figuras	7
Índice de Tablas	8
Introducción	9
Capítulo I: Introducción y Antecedentes	12
Introducción	13
Herramientas Tecnológicas.....	14
Placas de Desarrollo Arduino (Hardware Libre).....	15
IDE de Arduino (Software Libre).....	15
Software de Simulación Electrónica Tinkercad.....	16
Lenguajes de Programación y Bibliotecas Open Source	16
Antecedentes.....	17
Contexto Académico y Formativo	18
Ubicación de la Asignatura en el Plan de Estudios	19
Papel de la Asignatura en la Unidad Curricular Profesional o Básica.....	20
Contribución al Perfil Profesional del Estudiante.....	20
Conocimientos Previos Necesarios	21
Relación con Otras Asignaturas y Áreas de Conocimiento	22
Justificación de la Necesidad del Libro dentro del Proceso Formativo	23
Conclusión sobre la Relevancia Académica y la Estructura del Libro.....	24
Capítulo II: Sensores de ambiente básico para domótica.....	26
Fundamentación.....	27
Objetivos	30
Objetivo General.....	30
Objetivos Específicos.....	30
Preparación Previa	31
Procedimiento.....	34
Materiales	34
Conexiones del Hardware	34
Configuración del Software	38
Resultados de la Práctica.....	40
Evaluación del Aprendizaje.....	40
Actividades complementarias	41

Capítulo III: Sensores de movimiento y proximidad	45
Fundamentación.....	46
Objetivos	50
Objetivo General.....	50
Objetivos Específicos	50
Preparación Previa	50
Procedimiento.....	52
Materiales	52
Configuración de Hardware	52
Configuración de Software	54
Resultados de la Práctica.....	55
Evaluación del Aprendizaje.....	56
Actividades Complementarias	57
Capítulo IV: Estación Meteorológica	61
Fundamentación.....	62
Objetivos	63
Preparación Previa	64
Procedimiento.....	67
Resultados de la Práctica.....	72
Evaluación del Aprendizaje.....	73
Actividades Complementarias	73
Capítulo V: Estación de Monitoreo de Calidad del Aire.....	75
Fundamentación.....	76
Objetivos	77
Objetivo General.....	77
Objetivos Específicos	77
Preparación Previa	77
Procedimiento.....	80
Resultados de la Práctica.....	86
Evaluación del Aprendizaje.....	88
Actividades Complementarias	89
Glosario	91
Referencias.....	92

Índice de Figuras

Figura 1.....35

Figura 236

Figura 337

Figura 437

Figura 553

Figura 653

Figura 7 68

Figura 8 81

Índice de Tablas

Tabla 1	40
Tabla 2	56
Tabla 3	68
Tabla 4	73
Tabla 5	80
Tabla 6	81
Tabla 7	87
Tabla 8	88
Tabla 9	89

Introducción

El presente libro surge como respuesta a la creciente necesidad de contar con recursos didácticos actualizados y orientados al desarrollo de competencias prácticas en el ámbito de la electrónica. Dirigido a los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electrónica del Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, este material busca complementar la formación académica mediante la introducción de proyectos y prácticas con microcontroladores y sensores en un entorno Arduino.

La electrónica, en la actualidad, se encuentra presente en la mayoría de los dispositivos que utilizamos a diario. Desde el simple control de la iluminación en el hogar hasta complejos sistemas de medición y monitoreo industrial, la capacidad de interactuar con el entorno físico a través de sensores y procesar esa información mediante un microcontrolador resulta esencial para el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras. Bajo este enfoque, el libro presenta un conjunto de prácticas diseñadas para fomentar la experimentación, el aprendizaje y el uso creativo de los componentes electrónicos.

El propósito de este libro es brindar un recurso integral que combine teoría y práctica para el dominio de proyectos con microcontroladores y sensores. A través de cuatro prácticas cuidadosamente diseñadas, se ofrece una progresión de aprendizaje que inicia con sensores de ambiente básico, continúa con sensores de movimiento y proximidad, profundiza en sensores de medición de parámetros físicos, y culmina con sensores orientados a la calidad ambiental y la seguridad.

De esta manera, el libro busca cubrir desde los fundamentos esenciales del uso de Arduino y los principios de sensorización, hasta la aplicación de conceptos más avanzados en el diseño de sistemas electrónicos. Sirve como guía tanto para el aprendizaje autónomo como para la enseñanza en entornos educativos formales, proporcionando ejemplos de código, diagramas de conexión y actividades prácticas que refuerzan las competencias necesarias para enfrentar desafíos reales en el ámbito de la electrónica.

Con ello, el texto pretende ser una referencia confiable y accesible para estudiantes, docentes y profesionales, ofreciendo una base sólida para el desarrollo de habilidades técnicas y la incorporación de soluciones innovadoras en diversos proyectos y aplicaciones tecnológicas.

En los últimos años, la popularidad de la plataforma Arduino y la creciente importancia de la sensorización en distintos campos —desde la industria hasta la domótica— han hecho que la demanda de este tipo de conocimientos aumente de forma considerable. Sin embargo, la falta de recursos didácticos accesibles y estructurados ha dificultado que muchos alumnos alcancen un dominio profundo de estos temas.

Con este libro, se busca subsanar esa carencia, ofreciendo una guía con un enfoque teórico-práctico que permita a los lectores avanzar de manera progresiva en la comprensión y aplicación de los sensores, integrando así la teoría con escenarios de uso reales. Se pretende que este recurso sea útil tanto para apoyar la enseñanza en el aula como para el estudio autónomo, fomentando la experimentación y el aprendizaje activo.

Este libro está dirigido principalmente a los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electrónica del Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, quienes requieren un material accesible y práctico para fortalecer sus competencias en el uso de microcontroladores y sensores. Asimismo, puede resultar de gran utilidad para docentes que deseen implementar metodologías de enseñanza innovadoras y para profesionales en formación que busquen actualizar o profundizar sus conocimientos en electrónica aplicada.

La estructura y lenguaje empleados permiten que autodidactas y personas interesadas en adentrarse en la temática de la sensorización y la automatización con Arduino también encuentren en estas páginas una guía comprensible, aun sin poseer conocimientos previos avanzados. De este modo, el contenido busca satisfacer tanto las necesidades de un programa formal de estudios como las de quienes aprenden de manera independiente.

El libro se organiza en cuatro prácticas principales, cada una enfocada en un conjunto específico de sensores y aplicaciones electrónicas. En la primera práctica se presentan sensores de ambiente básico, abordando la medición de temperatura, humedad, luz y sonido. La segunda práctica profundiza en sensores de movimiento y proximidad, con énfasis en métodos de detección de objetos y vigilancia de áreas. En la tercera práctica, se cubren sensores de medición de parámetros físicos tales como presión, temperatura de alta precisión y fuerza aplicada, mientras que la cuarta práctica se centra en sensores de calidad

ambiental y seguridad, incluyendo la detección de niveles de CO₂, contaminantes y monóxido de carbono.

Cada uno de estos bloques de contenido incluye una introducción teórica que explica el funcionamiento interno de los sensores y el contexto de sus aplicaciones. Posteriormente, se ofrecen ejemplos prácticos detallados, que muestran paso a paso cómo conectar, programar y probar cada sensor con la plataforma Arduino. Al final de cada sección, el lector encontrará ejercicios y actividades para afianzar los conceptos vistos y desarrollar habilidades de resolución de problemas, fomentando así el aprendizaje activo y la experimentación.

Este libro está concebido como una guía práctica y progresiva en el uso de microcontroladores y sensores aplicados a diversos proyectos. Se recomienda iniciar con las prácticas que abordan los fundamentos teóricos y la configuración básica de Arduino, continuando de forma ascendente hacia las secciones más avanzadas.

Al final de cada práctica, se proponen ejercicios y actividades que permiten llevar a la acción los conceptos aprendidos, resolviendo situaciones reales o escenarios de simulación. Esto promueve el aprendizaje activo, en el que el lector refuerza su comprensión a través de la experimentación y la solución de problemas concretos. Para los docentes, estas prácticas constituyen un valioso recurso para planificar clases y sesiones de laboratorio, ya que ofrecen ejemplos de código, diagramas de conexión y pasos detallados que facilitan la implementación en el aula.

Finalmente, el libro incluye proyectos integradores con los que se busca consolidar los conocimientos en situaciones más cercanas a la realidad profesional, integrando varios sensores y tecnologías en un solo sistema funcional. De esta manera, se estimula la creatividad y la capacidad de los estudiantes para aplicar lo aprendido en el desarrollo de soluciones innovadoras.

CAPÍTULO I

Introducción y Antecedentes



Introducción

La electrónica y los sistemas de sensorización han cobrado una relevancia creciente en nuestro mundo conectado, donde la capacidad de interactuar con el entorno y procesar información de manera eficiente resulta fundamental en diversas áreas: desde la automatización industrial hasta la domótica, pasando por la salud y el Internet de las Cosas (IoT)[1]. En este contexto, el presente libro se concibe como una guía orientada al uso de microcontroladores y sensores, con el propósito de que estudiantes, docentes y profesionales adquieran competencias sólidas para diseñar, implementar y optimizar soluciones tecnológicas basadas en la medición y el control de variables físicas.

A lo largo de sus capítulos, cada práctica abordará conceptos esenciales relacionados con la electrónica, la programación en Arduino y la aplicación de diferentes tipos de sensores. Se explicará el funcionamiento interno de cada sensor, la importancia de sus mediciones y la forma de procesar los datos para fines de monitoreo, registro o automatización. Además, se ilustrarán ejemplos prácticos que muestran la instalación y programación de dichos sensores, fomentando el aprendizaje activo y la experimentación directa con los componentes.

Sensores: Dispositivos encargados de traducir magnitudes físicas (temperatura, luz, presión, gases, etc.) en señales eléctricas que pueden ser interpretadas por un sistema digital.

Microcontroladores (Arduino): Unidades de procesamiento que permiten la lectura de los sensores y el control de diferentes dispositivos (motores, luces, pantallas, etc.) mediante la programación de comportamientos específicos.

Internet de las Cosas (IoT): Integración de dispositivos inteligentes en redes de comunicaciones, lo que posibilita el intercambio de datos y el control remoto de sistemas electrónicos.

Automatización y Control: Procesos que buscan sustituir o asistir las intervenciones humanas en tareas repetitivas o de alto riesgo, mejorando la precisión y la eficiencia.

Importancia en el Ámbito Profesional, Académico y Social

Profesional: El dominio de la sensorización y la programación de microcontroladores es esencial en múltiples industrias, como la manufactura, la

robótica, la agricultura de precisión y la gestión de la energía. Los profesionales con estas competencias pueden participar en proyectos de innovación y optimización de procesos, impactando directamente en la productividad y competitividad de las empresas.

Académico: En carreras técnicas y tecnológicas, la comprensión y práctica de la electrónica aplicada a la medición y el control de variables físicas refuerza las bases para la investigación y el desarrollo de proyectos de grado. Este libro aporta contenidos y ejercicios que permiten a los estudiantes consolidar sus conocimientos y adquirir habilidades críticas en el manejo de herramientas de hardware y software.

Social: La aplicación de sistemas de monitoreo y control tiene implicaciones directas en la calidad de vida de las personas, ya sea en el mejoramiento de la seguridad en el hogar, la gestión de recursos energéticos, el monitoreo ambiental o el cuidado de la salud. La expansión de soluciones inteligentes en la sociedad implica un entendimiento profundo de cómo funcionan y se configuran estos dispositivos.

Ejemplos Concretos de Aplicación

- **Domótica:** Medir la temperatura y la luz para encender o apagar automáticamente la climatización y la iluminación, optimizando el uso de la energía y brindando mayor comodidad a los usuarios.
- **Salud y Bienestar:** Utilizar sensores de humedad y calidad del aire para controlar ambientes o mejorar la calidad de vida de personas con enfermedades respiratorias.

En conjunto, estas aplicaciones reflejan el amplio alcance de la sensorización y la electrónica en la actualidad.

Herramientas Tecnológicas

Uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de competencias en la carrera de Tecnología Superior en Electrónica es el uso de herramientas de hardware y software libre, que permitan al estudiante llevar a la práctica los conceptos aprendidos de manera flexible, colaborativa y económica. Estas herramientas no solo facilitan la implementación de proyectos en el aula o en el

laboratorio, sino que también impulsan la innovación y la independencia tecnológica. A continuación, se describen algunas de las más utilizadas:

Placas de Desarrollo Arduino (Hardware Libre)

Arduino es una plataforma de código abierto basada en microcontroladores AVR o ARM[2]. Permite la conexión de sensores, actuadores y la ejecución de programas sencillos o complejos.

Funciones Principales:

- Recepción de datos de sensores analógicos y digitales.
- Control de actuadores (motores, relés, LEDs, pantallas, etc.).
- Comunicación con otros dispositivos mediante protocolos (UART, I2C, SPI, etc.).

Uso en Proyectos Prácticos:

- Diseño de prototipos de automatización (domótica, control industrial, etc.).
- Pruebas de sensorización y monitoreo de variables (temperatura, humedad, luz etc.).
- Aprendizaje y experimentación con programación de bajo nivel.

IDE de Arduino (Software Libre)

Entorno de Desarrollo Integrado oficial para programar las placas Arduino. Se distribuye gratuitamente, con una comunidad muy activa que aporta ejemplos, librerías y documentación.

Funciones Principales:

- Edición, compilación y carga de sketches (programas) a la placa Arduino.
- Monitoreo serie para depurar y visualizar datos en tiempo real.
- Soporte para librerías de terceros, que facilitan el uso de sensores y módulos.

Uso en Proyectos Prácticos:

- Creación de rutinas de lectura de sensores y control de actuadores.
- Implementación de algoritmos de toma de decisiones basados en datos.
- Visualización de valores sensados y registro de resultados para análisis posterior.

Software de Simulación Electrónica Tinkercad

Aplicación enfocada en el diseño y simulación de circuitos electrónicos con entornos intuitivos[3].

Funciones Principales:

- Diseño de esquemas y diagramas en protoboard.
- Simulación de componentes para previsualizar comportamientos.

Uso en Proyectos Prácticos:

- Validación previa de conexiones y valores de componentes sin requerir hardware.
- Documentación de proyectos para compartir diseños en la comunidad.
- Reducción de costos y tiempos de prueba, al poder identificar errores.

Lenguajes de Programación y Bibliotecas Open Source

El lenguaje principal para Arduino se basa en C/C++, [2] pero existen numerosas bibliotecas (drivers y módulos de software) de código abierto que facilitan la interacción con sensores, pantallas y otros dispositivos.

Funciones Principales:

- Simplificación de tareas de lectura/escritura, conversión de datos.
- Ahorro de tiempo en el desarrollo, aprovechando librerías existentes y confiables.

Uso en Proyectos Prácticos:

- Conexión sencilla a sensores.

- Creación de soluciones modulares, reutilizando código en múltiples proyectos.

Opcional / Nivel Avanzado: Integración con Plataformas IoT.

Para proyectos de electrónica que requieren conectividad y análisis de datos en tiempo real, el ecosistema de software libre ofrece soluciones para el envío, almacenamiento y visualización de información.

Funciones Principales:

- Node-RED: Orquestación de flujos de datos mediante una interfaz gráfica.
- MQTT: Protocolo ligero de mensajería para la comunicación máquina a máquina.
- Almacenamiento histórico de datos de sensores para su posterior análisis.

Uso en Proyectos Prácticos:

- Creación de dashboards para monitorear múltiples variables.
- Programación de alertas y automatizaciones basadas en condiciones específicas (por ejemplo, si la temperatura supera cierto umbral).
- Análisis estadístico y representaciones gráficas de datos recolectados.

En conjunto, estas herramientas permiten a los estudiantes abordar proyectos completos de electrónica, comprendiendo desde la conceptualización teórica hasta la implementación real, pasando por la simulación y validación de los diseños

Antecedentes

El presente apartado de antecedentes tiene como propósito brindar una descripción integral del contexto académico y formativo en el que se enmarca el desarrollo de la asignatura que da origen a este libro, así como de las competencias que los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electrónica del Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio adquieren al cursarla. Además, se justifica la necesidad de contar con un material que amplíe, profundice y complemente los conocimientos impartidos en otras unidades

curriculares, facilitando así una formación más sólida y coherente con las demandas del mercado laboral y las exigencias de la sociedad contemporánea.

Contexto Académico y Formativo

La carrera de Tecnología Superior en Electrónica, ofrecida en el Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, se ubica en un contexto en el que la industria electrónica, la automatización y las soluciones tecnológicas orientadas a la industria 4.0 demandan profesionales altamente capacitados. Por ende, las instituciones de educación superior deben actualizar y optimizar continuamente sus planes de estudio, de modo que los egresados cuenten con las herramientas necesarias para responder de forma eficaz a los retos actuales.

Esta carrera, por su propia naturaleza, integra saberes de disciplinas como la física, la matemática, la informática y la tecnología, con un fuerte enfoque práctico que permita la aplicación de conceptos teóricos a escenarios reales. En tal sentido, la asignatura vinculada al desarrollo y uso de sensores, microcontroladores y sistemas de medición —materia prima de este libro— se requiere que el estudiante posea habilidades sólidas para la comprensión de documentos técnicos, la interpretación de planos o esquemas electrónicos y la resolución de problemas mediante herramientas de software y hardware libre.

Por otra parte, en el Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, se impulsa un modelo pedagógico que prioriza el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias clave, tales como la capacidad de análisis, la creatividad, la comunicación asertiva y la responsabilidad social. Las asignaturas de la carrera se diseñan bajo una lógica de aprendizaje progresivo, donde cada materia depende de los cimientos establecidos en las anteriores.

Asimismo, resulta esencial la alineación de esta asignatura con los objetivos estratégicos de la institución, que buscan formar profesionales capaces de generar innovación tecnológica y emprendimientos sostenibles en el ámbito local, nacional e incluso internacional. Muchas de las iniciativas de investigación y proyectos de vinculación con la comunidad realizadas en el Instituto tienen como base la integración de sensores y sistemas de monitoreo, razón por la cual contar con un libro especializado en esta área no solo robustecerá la docencia, sino que también facilitará la participación de estudiantes y docentes en dichos proyectos colaborativos.

Ubicación de la Asignatura en el Plan de Estudios

La carrera de Tecnología Superior en Electrónica se compone de múltiples asignaturas que cubren desde los fundamentos de la electricidad y la electrónica analógica, pasando por la electrónica digital y la automatización, hasta llegar a materias de especialización en control de procesos, robótica y comunicación de datos. Dentro de esta estructura, la asignatura que motiva este libro se ubica en un nivel intermedio-avanzado, donde los estudiantes ya han cursado materias como:

- **Cálculo:** Han adquirido las competencias necesarias para modelar y analizar comportamientos de circuitos mediante funciones matemáticas.
- **Programación:** Tienen la base para manipular un lenguaje de alto nivel (C, C++, o similar) y pueden leer algoritmos de programación.
- **Electrónica Analógica y Digital:** Conocen las propiedades de resistencias, condensadores, transistores, amplificadores operacionales, compuertas lógicas, flip-flops, microprocesadores básicos, entre otros.

Con esto como sustento, la materia enfocada en sensores y microcontroladores impulsa al estudiante a hacer la transición entre los conceptos estáticos aprendidos en materias teóricas y la realidad dinámica de un proyecto real. Se convierte así en el espacio ideal para que el futuro tecnólogo aplique lo aprendido sobre configuraciones de pines en un microcontrolador, protocolos de comunicación (UART, I²C, SPI), lecturas analógicas y digitales, diseño de sistemas de registro de datos y estrategias de control automatizado.

La elección del nivel académico en el que se imparte esta asignatura es fruto de un análisis curricular que busca garantizar que el estudiante tenga la madurez intelectual y la experiencia de laboratorio necesarias para enfrentar retos de integración. Es en esta etapa donde se asume que ya se dominan los fundamentos de circuitos y se poseen las bases algorítmicas suficientes para abordar, sin dificultad excesiva, la programación de un dispositivo Arduino u otras plataformas similares.

Además, esta materia o bloque de estudio suele relacionarse con una unidad curricular profesional más amplia que también abarca la temática de automatización, control de procesos industriales y diseño de prototipos funcionales. Se planea que, al finalizar la asignatura y con la ayuda de este libro, el estudiante tenga la preparación suficiente para encarar proyectos de fin de

carrera o prácticas profesionales donde la implementación de sistemas con sensores sea una parte crucial del proceso.

Papel de la Asignatura en la Unidad Curricular Profesional o Básica

Dentro del plan formativo de un Tecnólogo Superior en Electrónica, existen unidades curriculares que responden a las líneas de formación básica, profesional y de especialización. La asignatura en cuestión, centrada en sistemas de medición y control basados en microcontroladores y sensores, forma parte de la unidad profesional, pues su aplicación está directamente ligada a las labores que un graduado desempeñará en el campo laboral: diagnóstico de fallas en sistemas electrónicos, implementación de sistemas de monitoreo, programación de dispositivos embebidos y diseño de soluciones para la industria.

El valor profesional radica en que refleja la realidad de la industria actual: la mayor parte de las organizaciones busca optimizar procesos, mejorar la calidad de producción, reducir costos y atender normativas de seguridad que exigen niveles cada vez mayores de monitoreo y automatización. Es aquí donde los sensores, el hardware programable y el análisis de datos se convierten en piezas centrales.

Asimismo, se complementa unidades de formación básica, ya que se apoya en la comprensión de principios matemáticos y físicos, y potencia asignaturas de especialización que se cursan en semestres posteriores, donde se abordan con más detalle los ámbitos de robótica, sistemas de control avanzado, comunicaciones industriales (p. ej., Modbus, PROFINET), y plataformas de IoT.

Contribución al Perfil Profesional del Estudiante

La formación de un profesional en Tecnología Superior en Electrónica exige un balance adecuado entre el conocimiento teórico-científico y la habilidad práctica de implementar y/o modificar sistemas reales; el material didáctico — como el presente libro—, contribuye de manera transversal a forjar un perfil de egreso que destaque en varios ámbitos:

1. **Capacidad de Análisis y Síntesis:** Al enfrentarse a diversos tipos de sensores (temperatura, gas, movimiento, humedad, entre otros), el estudiante debe evaluar qué tecnología es la más adecuada para la solución de un

problema específico, considerando aspectos de precisión, costo, escalabilidad y robustez.

2. **Pensamiento Creativo:** El uso de entornos de hardware libre (Arduino, ESP32, etc.) facilita la experimentación y el prototipado rápido, de modo que el estudiante puede plantear mejoras o ideas innovadoras para la industria o la sociedad, impulsando así la cultura de innovación dentro de la institución.

3. **Trabajo en Equipo y Comunicación:** El montaje, configuración y testeado de sensores en un laboratorio suelen requerir la colaboración de varios integrantes, lo cual fomenta la habilidad de distribuir tareas, plantear estrategias de prueba y comunicar resultados de manera efectiva.

4. **Orientación a la Resolución de Problemas:** Los proyectos típicos de la asignatura, y por ende de este libro, involucran errores de montaje, ruidos en la señal, calibraciones no esperadas, y otros retos que el estudiante aprende a resolver con un método sistemático de prueba y error o aplicando métodos científicos de análisis.

5. **Responsabilidad y Ética Profesional:** La manipulación de circuitos, la programación de sistemas que pueden operar en la industria, o la instalación de dispositivos de monitoreo en el hogar, conllevan responsabilidades éticas en cuanto a la seguridad y la confidencialidad de los datos, la gestión ambiental y el bienestar de las personas involucradas.

Todos estos elementos forman parte del perfil de un tecnólogo superior que, al momento de egresar, debe estar en condiciones de aportar valor real a las empresas o emprender iniciativas propias. Este libro, al detallar cada práctica con ejemplos de la vida real y retos de aplicación, se convierte en un complemento poderoso para fortalecer dichas competencias.

Conocimientos Previos Necesarios

Para poder comprender y aplicar de forma efectiva los contenidos de este libro, se asume que los estudiantes han adquirido previamente un conjunto de habilidades y conocimientos fundamentales. A continuación, se detalla la base que el estudiante necesita para seguir con éxito el hilo conductor del material:

1. **Fundamentos de Programación:** Manejo de estructuras básicas de control (condicionales, bucles), funciones y arreglos. Esto posibilita la

lectura, interpretación y escritura de código en C/C++ (o lenguaje similar), que se utiliza para programar las placas de Arduino.

2. **Circuitos Eléctricos y Electrónica Básica:** Conocimiento de la ley de Ohm, los conceptos de potencia y energía, así como la relación serie-paralelo de resistencias. Comprensión de componentes como diodos, transistores, reguladores de voltaje y puertas lógicas elementales.

3. **Electrónica Digital:** Familiaridad con la lógica binaria, sistemas de numeración, y fundamentos de microprocesadores o microcontroladores (registro, puertos de entrada/salida, interrupciones, etc.). Incluso aunque no sea en profundidad, el estudiante deberá reconocer cómo se representan las señales digitales dentro de un sistema embebido.

4. **Uso de Herramientas de Laboratorio:** Destrezas básicas con el osciloscopio, multímetro, fuente de alimentación, y soldadura (aunque la mayoría de los proyectos con Arduino pueden requerir solo uso de protoboard, ciertas prácticas demandan una soldadura básica de pines).

5. **Manejo de Documentación Técnica:** Capacidad para consultar datasheets de sensores o módulos, interpretando los parámetros de alimentación, rangos de medición y pines de conexión.

Estos conocimientos previos no solo habilitan la comprensión de la teoría que se expone en cada capítulo, sino que también permiten el aprovechamiento óptimo de los ejercicios prácticos. Al manejar, por ejemplo, el concepto de divisor de voltaje, el estudiante podrá sin dificultad conectar un LDR con una resistencia para medir la intensidad lumínica. Del mismo modo, la familiaridad con la sintaxis básica de C/C++ hará que la programación de una rutina de lectura de un sensor sea mucho más fluida.

Relación con Otras Asignaturas y Áreas de Conocimiento

La electrónica es un campo multidisciplinario que, por su propia naturaleza, se integra con diversas áreas tecnológicas y científicas. El contenido de este libro —enfocado en sistemas de medición, sensorización y microcontroladores— se conecta con otras asignaturas de la malla curricular de la carrera de Tecnología Superior en Electrónica:

1. **Automatización Industrial:** La lectura de sensores es el primer paso en el diseño de un sistema de control en lazo cerrado. Así, las prácticas aquí

propuestas proporcionan la materia prima de medición que luego puede ser usada en asignaturas de control PID, control difuso, control robusto, entre otros.

2. **Robótica y visión artificial:** Muchos proyectos robóticos dependen de la interpretación de datos de sensores de distancia (ultrasónicos o infrarrojos), sensores de posición (encoder, potenciómetros) o sensores de entorno (temperatura, humedad). Los capítulos que se centran en la configuración y lectura de dichos sensores resultan esenciales para cimentar las prácticas de robótica.

3. **Comunicaciones:** El uso de Wi-Fi, Bluetooth o protocolos de comunicación en redes de sensores embebidos es un complemento natural. Si bien el libro puede no profundizar en la parte de redes, sí sienta las bases necesarias para la transmisión de datos capturados mediante módulos o shield adicionales.

4. **Proyecto de Titulación:** Dado que la creación de productos electrónicos conlleva la integración de múltiples disciplinas, la experiencia adquirida al completar las prácticas incluidas en este libro aporta valor a la asignatura o módulo que abarque metodologías de gestión de proyectos y planes de negocio.

Esta transversalidad fomenta la formación integral del estudiante, pues evidencia que lo aprendido no se circunscribe únicamente al escenario del laboratorio, sino que puede extenderse y enriquecerse con los aportes de otras áreas. Además, la malla curricular se mantiene cohesionada cuando se resaltan las interrelaciones entre las asignaturas, haciendo que el estudiante aprecie el camino de aprendizaje como un conjunto de piezas que encajan para formar un todo coherente.

Justificación de la Necesidad del Libro dentro del Proceso Formativo

A medida que la sociedad evoluciona hacia una mayor digitalización, las instituciones de educación superior enfrentan el desafío de proporcionar materiales didácticos que sintetizen los últimos avances tecnológicos y, a la vez, resulten accesibles para los distintos niveles de formación. El campo de la electrónica aplicada a sensores y sistemas de adquisición de datos es particularmente dinámico: constantemente surgen nuevos sensores, protocolos

de comunicación y plataformas de desarrollo que pueden aprovecharse en la práctica docente. Sin un material actualizado y adaptado al contexto local e institucional, existe el riesgo de impartir contenidos desfasados o demasiado generales.

Por otra parte, buena parte de los materiales que podrían encontrarse en la literatura internacional están en idiomas como el inglés, lo que dificulta su adopción por un amplio sector de la comunidad estudiantil que no domina ese idioma. Este libro, al estar redactado en español y ajustarse a la realidad académica ecuatoriana (o latinoamericana, si se desea un ámbito más amplio), se convierte en un instrumento inclusivo, acercando la tecnología y la electrónica a un mayor número de alumnos.

Sumado a ello, la estructura de cada capítulo o práctica que aquí se presenta busca reforzar el aprendizaje activo: se incluyen ejemplos paso a paso, diagramas, ejercicios de verificación y propuestas de proyectos finales integradores que retan al estudiante a ir más allá del uso básico de los sensores. Esto fortalece la curva de aprendizaje y alinea las metas pedagógicas de la institución con la demanda de las industrias y empresas que requieren profesionales competentes en resolución de problemas y con mentalidad innovadora.

En última instancia, la necesidad de este libro dentro del proceso formativo radica en la vocación de conectar la teoría con la práctica, otorgando a los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electrónica la oportunidad de desarrollar una formación integral que sirva de plataforma para su futuro desempeño. El material complementa y amplía los aprendizajes previos en asignaturas como electrónica analógica y digital, introduciendo aplicaciones concretas y tangibles que serán de uso inmediato en su ámbito profesional. A la vez, sienta las bases para materias más complejas que se cursarán en semestres venideros, fortaleciendo así la coherencia global del plan de estudios.

Conclusión sobre la Relevancia Académica y la Estructura del Libro

En función de todo lo descrito, se comprende que los antecedentes de este libro responden a una necesidad educativa claramente identificada: contar con un recurso actualizado, en español, y con un enfoque teórico-práctico que integre

efectivamente los conocimientos previos de electrónica y programación con la implementación real de sistemas de medición y control. La asignatura que se apoya en este material se ubica en una fase intermedia-avanzada de la formación, exigida tanto por el plan de estudios como por las tendencias de la industria, situando al estudiante en una etapa de consolidación de competencias y preparación para especializaciones ulteriores.

Los conocimientos previos que deben haberse afianzado —cálculo, programación básica, electrónica digital y análoga— garantizan que el lector pueda seguir con fluidez las explicaciones de montaje, configuración y calibración de sensores. A su vez, la materia se ve fortalecida por la relación directa con otras asignaturas de la malla, como automatización industrial, robótica y visión artificial, emprendimiento o diseño de proyectos. Por ello, este libro no surge de manera aislada, sino como una pieza clave que articula los progresos académicos de los estudiantes y los prepara para enfrentar de forma integral los desafíos tecnológicos actuales.

La relevancia académica de la asignatura se evidencia en cómo contribuye a formar el perfil profesional del tecnólogo, forjando la capacidad de enfrentar problemas reales mediante la integración de sensores y controladores, el análisis de datos y la implementación de soluciones innovadoras. El libro, por su parte, respalda la consecución de dichos objetivos al presentar contenidos de manera organizada, progresiva y con énfasis en la experimentación, la indagación y la aplicación práctica.

En cuanto a la estructura, cada bloque temático se diseña para que el lector avance desde fundamentos generales hasta aplicaciones más complejas. Se promueve la realización de ejercicios que incentivan la creatividad y la investigación autónoma, a la vez que se ofrecen lineamientos claros para no perder de vista la coherencia académica. El resultado esperado es que el estudiante comprenda de forma sólida los mecanismos de funcionamiento de distintos sensores, se familiarice con sus principios de lectura y calibración, y sea capaz de implementar proyectos cada vez más completos que articulen el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera.

CAPÍTULO II

Sensores de ambiente básico para domótica

Fundamentación

Los sensores de ambiente básico desempeñan un papel esencial en la monitorización de condiciones ambientales, al recopilar datos indispensables para una amplia gama de aplicaciones en la industria, la investigación científica, la seguridad y, muy especialmente, en la domótica[4]. El término "domótica" alude a la automatización del hogar y describe la integración de diversas tecnologías enfocadas en la comodidad, la seguridad y la eficiencia energética dentro del ambiente doméstico[5]. En este contexto, los sensores funcionan como "sentidos" tecnológicos que permiten a los dispositivos interactuar con su entorno de manera inteligente, transformando fenómenos físicos –como cambios en la temperatura, la intensidad de la luz, la presencia de gases y los niveles de sonido– en señales eléctricas susceptibles de ser procesadas y analizadas por sistemas basados en microcontroladores como Arduino.

Este apartado se centra en brindar una fundamentación sólida sobre la importancia de los sensores de ambiente en la domótica. Aunque existen múltiples tipologías de sensores, los seleccionados para esta práctica – DHT11/DHT22 para medir temperatura y humedad, LDR para detectar la intensidad lumínica, MQ-2 para la detección de gases y KY-038 para monitorear los niveles de sonido– permiten cubrir un amplio espectro de necesidades habituales en el hogar conectado. Así, al comprender el funcionamiento de estos dispositivos y su integración con microcontroladores, el estudiante adquiere competencias clave para diseñar sistemas automáticos de control y monitoreo que mejoren la calidad de vida de los usuarios.

A continuación, se presentan diferentes aspectos teóricos y prácticos que sustentan la relevancia de estos sensores en el campo de la domótica, su evolución histórica, su conexión con los avances tecnológicos actuales y futuros, así como sus implicaciones en la transformación del hogar moderno en un espacio inteligente.

Domótica: conceptos y alcance

El término "domótica" surge de la combinación de la palabra latina "domus" (hogar) y el vocablo "robótica"[5]. Con él se alude a la disciplina encargada de automatizar las tareas cotidianas en una vivienda, de modo que los habitantes puedan gozar de mayor comodidad, seguridad y eficiencia en el uso de

recursos. Este concepto ha cobrado gran relevancia en los últimos años gracias a la disminución de costes en los dispositivos electrónicos, a la expansión de Internet y al surgimiento de las redes inalámbricas, lo que facilita la comunicación entre distintos elementos del hogar.

La domótica engloba múltiples sistemas y funciones, tales como: la iluminación inteligente, la climatización automatizada, la gestión del consumo energético, la seguridad y videovigilancia, el control de acceso, y la monitorización de distintas variables ambientales. En este contexto, los sensores son la piedra angular de todos estos subsistemas, ya que proveen la información necesaria para que el sistema central o el microcontrolador tome decisiones y ejecute acciones.

Concepto de hogar inteligente

El hogar inteligente, o "smart home", se refiere a una vivienda donde múltiples elementos –luces, persianas, electrodomésticos, sistemas de seguridad, calefacción, refrigeración, etc.– están conectados a una red y son controlables desde un punto central o mediante dispositivos externos como smartphones o asistentes de voz[6]. En un hogar inteligente, la información capturada por los sensores se emplea no solo para automatizar tareas, sino también para personalizar la experiencia de los usuarios.

La inteligencia de estos hogares se basa en algoritmos que procesan la información proveniente de los sensores para determinar cuándo y cómo actuar. Por ejemplo, un sistema podría cerrar las persianas cuando detecte una alta incidencia de luz solar, o encender la calefacción al advertir que la temperatura desciende por debajo de un determinado umbral. Asimismo, la detección de gases peligrosos puede disparar alertas inmediatas y, en casos avanzados, notificar a los servicios de emergencia.

Relevancia de los sensores de ambiente en domótica

Los sensores de ambiente representan la interfaz directa entre el medio físico y el sistema de control electrónico; sin ellos, un sistema domótico carecería de la información necesaria para tomar decisiones efectivas[4]. A continuación, se profundiza en la función de los principales sensores que se utilizan en esta práctica y en cómo estos se conectan con la visión más amplia de la domótica.

Sensor de temperatura y humedad (DHT11/DHT22)

En el hogar, la temperatura y la humedad son variables esenciales para el confort de los habitantes. El DHT11 y el DHT22[7], sensores muy populares en la comunidad Maker, utilizan un termistor y un sensor capacitivo de humedad para proporcionar mediciones digitales sencillas de leer mediante protocolos básicos.

En aplicaciones domóticas, estos sensores permiten regular sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), optimizando el uso de energía y garantizando un ambiente agradable. Además, las mediciones de humedad pueden emplearse para activar deshumidificadores o humidificadores en espacios cerrados, evitando la proliferación de moho o la sequedad excesiva.

Sensor de luz (LDR)

Los sensores de luz, o fotorresistencias (LDR), son componentes cuyo valor de resistencia varía en función de la intensidad lumínica. En el campo de la domótica, estos sensores se utilizan para ajustar el brillo de las luces internas en base a la iluminación natural, o para accionar persianas automáticas[8]. Además, pueden servir como detectores de presencia o permitir un encendido eficiente de la iluminación perimetral en horas de poca luz.

Su sencillez de uso y bajo costo los hace ideales para sistemas de domótica básicos donde se busca gestionar la iluminación de forma rentable y efectiva.

Sensor de gases (MQ-2)

La seguridad es un pilar fundamental en cualquier sistema domótico, y el sensor MQ-2 resulta útil para detectar la presencia de gases inflamables y humo. Este sensor está construido con un material semiconductor (generalmente SnO₂) que modifica su conductividad al entrar en contacto con ciertos gases[9].

En ambientes residenciales, un MQ-2 puede emplearse para generar alertas tempranas ante fugas de gas butano o propano en cocinas, detectar humo en caso de incendio y disparar sistemas de ventilación para expulsar gases nocivos. Su uso reduce el riesgo de accidentes y mejora la confianza de los usuarios en la tecnología domótica.

Sensor de sonido (KY-038)

El sensor KY-038 detecta los cambios en los niveles de presión acústica, posibilitando aplicaciones tanto de seguridad como de confort[4]. En el ámbito de la domótica, puede servir para identificar ruidos inusuales, como cristales rotos, disparos o gritos, enviando notificaciones al usuario o a un servicio de seguridad.

Asimismo, el sensor de sonido puede usarse de modo creativo, por ejemplo, para encender luces con una palma de manos o para ajustar sistemas de entretenimiento en función del ruido ambiental. De esta manera, se potencia la interactividad y la personalización de la experiencia dentro del hogar.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo y control de variables ambientales (temperatura, humedad, luz, detección de gases y niveles de sonido) basado en microcontroladores, con el fin de optimizar la seguridad, el confort y la eficiencia energética en entornos domésticos, fomentando la aplicación de principios de domótica e Internet de las Cosas.

Objetivos Específicos

- **Diseñar y armar los circuitos necesarios** para la lectura de los diferentes sensores (temperatura/humedad, luz, gas y sonido) en una plataforma de prototipado como Arduino, asegurando la correcta conexión y alimentación de cada uno de los componentes.
- **Programar y configurar el microcontrolador** de manera que interprete las señales de los sensores y ejecute acciones automáticas relacionadas con el control de iluminación, la seguridad frente a gases o la gestión de la climatización en un entorno doméstico.
- **Implementar mecanismos de verificación y validación** para comprobar la precisión de los datos proporcionados por los sensores y evaluar la efectividad de las respuestas del sistema domótico, garantizando así la fiabilidad y la escalabilidad de la solución.

Preparación Previa

La preparación previa es fundamental para garantizar el éxito en la ejecución de cualquier práctica relacionada con la domótica y el uso de sensores en sistemas basados en microcontroladores como Arduino. Esta sección proporciona una base sólida de conocimientos teóricos y prácticos que los estudiantes deben revisar antes de iniciar la práctica, con el fin de comprender el funcionamiento de los sensores, la programación básica de Arduino y la integración de estos elementos en aplicaciones domóticas.

1. Conceptos Básicos de Electrónica

Antes de trabajar con sensores y microcontroladores, es esencial tener una comprensión básica de los principios de la electrónica. Esto incluye:

- **Ley de Ohm:** Relación entre voltaje, corriente y resistencia ($V = I \times R$).
- **Circuitos en serie y paralelo:** Cómo se comportan la corriente y el voltaje en diferentes configuraciones de circuitos.
- **Componentes electrónicos básicos:** Resistencias, condensadores, diodos, transistores y su función en un circuito.
- **Protección de circuitos:** Uso de resistencias de pull-up y pull-down, diodos de protección y fusibles para evitar daños en los componentes electrónicos.

Estos conocimientos permiten entender cómo fluyen las señales eléctricas en un sistema y cómo se puede controlar este flujo para obtener los resultados deseados.

2. Introducción a Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre basada en un microcontrolador que permite la programación y el control de dispositivos electrónicos. Los aspectos clave que se deben revisar incluyen:

- **Arquitectura de Arduino:** Comprender los pines digitales y analógicos, la alimentación de energía, el puerto USB para la programación y la interfaz de comunicación.

- **IDE de Arduino:** Instalación y configuración del entorno de desarrollo integrado (IDE), que se utiliza para escribir, compilar y cargar programas en la placa Arduino.
- **Estructura de un programa de Arduino:** Conocer las funciones básicas como `setup()` y `loop()`, que definen la inicialización del sistema y el ciclo continuo de ejecución del programa.
- **Sintaxis básica de programación:** Declaración de variables, estructuras de control (`if`, `for`, `while`), funciones y bibliotecas.

3. Fundamentos de Programación para Domótica

La programación en Arduino se basa en el lenguaje C/C++, lo que permite una gran flexibilidad en el control de hardware. Es importante revisar:

- **Lectura de entradas y control de salidas:** Uso de funciones como `digitalRead()`, `analogRead()`, `digitalWrite()` y `analogWrite()`.
- **Manejo de sensores:** Cómo leer datos de sensores analógicos y digitales, interpretar las señales y utilizarlas para tomar decisiones.
- **Automatización de tareas:** Programación de condiciones para activar o desactivar dispositivos automáticamente en función de los datos de los sensores.
- **Depuración de programas:** Técnicas para identificar y corregir errores en el código, utilizando el monitor serie para la visualización de datos.

4. Conocimiento de los Sensores Utilizados

Es crucial entender el funcionamiento de los sensores que se emplearán en la práctica:

- **Sensor de Temperatura y Humedad (DHT11/DHT22):** Cómo mide la temperatura y la humedad relativa, protocolo de comunicación y cómo interpretar sus datos.
- **Sensor de Luz (LDR):** Principio de funcionamiento basado en la variación de la resistencia según la intensidad lumínica, y su uso en divisores de voltaje.
- **Sensor de Gas (MQ-2):** Detección de gases inflamables y humo, proceso de calibración y lectura de niveles de concentración de gas.

- **Sensor de Sonido (KY-038):** Detección de niveles de sonido, configuración de sensibilidad y análisis de la señal de salida.

Comprender estos sensores permite anticipar posibles problemas y optimizar su uso en aplicaciones reales.

5. Preparación del Entorno de Trabajo

Antes de comenzar la práctica, es importante preparar el entorno de trabajo:

- **Materiales y herramientas:** Asegurarse de tener todos los componentes necesarios, como cables de conexión, resistencias, protoboard, fuentes de alimentación, etc.
- **Configuración del hardware:** Verificar la correcta conexión de los sensores al Arduino, asegurándose de que estén bien alimentados y conectados a los pines adecuados.
- **Pruebas preliminares:** Realizar pruebas básicas para comprobar que cada sensor responde correctamente antes de integrarlos en un sistema más complejo.
- **Medidas de seguridad:** Asegurarse de que el entorno de trabajo sea seguro, evitando riesgos de cortocircuitos, sobrecalentamiento o daños en los componentes.

6. Análisis de Casos de Uso en Domótica

Para contextualizar la práctica, es útil analizar algunos casos de uso reales de la domótica que emplean sensores similares:

- **Control de climatización inteligente:** Sistemas que ajustan la temperatura y la humedad de una vivienda de manera automática para mejorar el confort y la eficiencia energética.
- **Gestión de la iluminación:** Automatización del encendido y apagado de luces en función de la presencia de personas o la intensidad de la luz natural.
- **Sistemas de seguridad:** Detección de humo, gas o sonidos inusuales para activar alarmas y enviar notificaciones en caso de emergencia.
- **Monitoreo ambiental:** Medición de la calidad del aire y el nivel de ruido para mantener un ambiente saludable dentro del hogar.

Estos ejemplos ayudan a comprender el impacto real de la tecnología y motivan a los estudiantes a explorar nuevas aplicaciones.

Procedimiento

El objetivo de este procedimiento es guiar paso a paso la implementación de un sistema de monitoreo de variables ambientales (temperatura, humedad, luz, detección de gases y niveles de sonido) utilizando Arduino y una serie de sensores. La práctica busca familiarizar al estudiante con los fundamentos de la domótica, mostrando cómo la información de los sensores se puede utilizar para accionar dispositivos y mejorar la eficiencia y la seguridad en entornos domésticos.

Materiales

- 1 Arduino UNO (o equivalente) con cable USB
- 1 Protoboard (placa de pruebas)
- Sensor de temperatura y humedad DHT11 o DHT22
- Sensor de luz (LDR)
- Sensor de gas (MQ-2)
- Sensor de sonido (KY-038)
- Resistencias de 10 k Ω (para formar divisores de voltaje y/o resistencia de pull-up)
- 1 LED (para control de iluminación o indicación)
- Resistencias de 220 Ω (para limitar la corriente del LED)
- Cables de conexión (jumpers)
- Fuente de alimentación de 5V (puede emplearse el propio Arduino)
- Computadora con el IDE de Arduino instalado

Conexiones del Hardware

1. Preparación del Área de Trabajo

1.1. Orden y seguridad: Escoge un área de trabajo limpia y bien iluminada. Asegúrate de tener suficiente espacio para organizar la breadboard, los sensores y el Arduino.

1.2. Revisión de componentes: Verifica que todos los sensores y resistencias funcionen correctamente. Revisa visualmente si hay pines doblados, soldaduras sueltas o signos de daño.

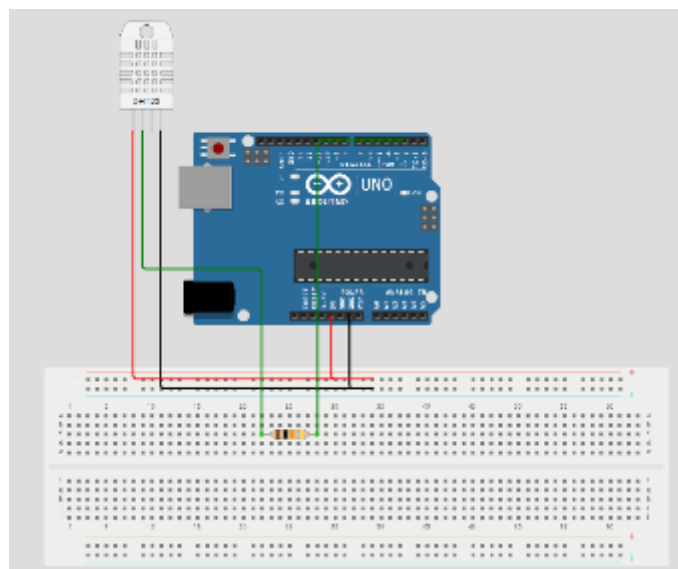
1.3. Instalación del IDE de Arduino: Si aún no lo has hecho, descarga e instala el IDE de Arduino en tu computadora. Asegúrate de seleccionar la placa Arduino UNO en la sección de "Herramientas" (Tools) y configurar el puerto de comunicación adecuado.

2. Conexión de los Sensores

2.1. Sensor de Temperatura y Humedad (DHT11/DHT22)

- **Ubicación:** Inserta el DHT11/DHT22 en la protoboard, asegurándote de que sus pines no entren en cortocircuito.
- **Alimentación:** Conecta el pin VCC al riel de 5V de la protoboard y el pin GND al riel de tierra (GND).
- **Señal de Datos:** Conecta el pin de datos a D2 del Arduino (o cualquier pin digital disponible).
- **Resistencia de Pull-up:** Coloca una resistencia de 10 k Ω entre VCC y la línea de datos para garantizar la estabilidad de la señal.

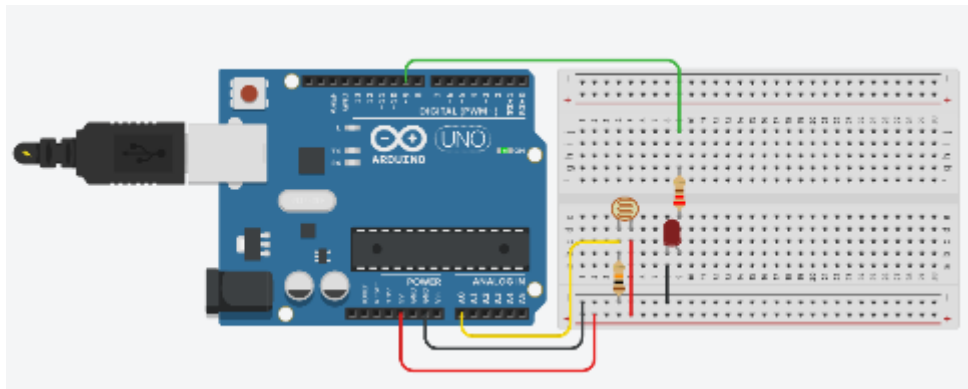
Figura 1
Conexión DHT22



2.2. Sensor de Luz (LDR)

- **Divisor de Voltaje:** Coloca el LDR en la protoboard y conéctalo al pin A0 del Arduino. El otro extremo del LDR va a 5V.
- **Resistencia y GND:** Conecta una resistencia de 10 kΩ entre el pin A0 y GND, formando así un divisor de voltaje.
- **Verificación:** Con este montaje, la lectura analógica en A0 variará según la intensidad de luz incidente en el LDR.

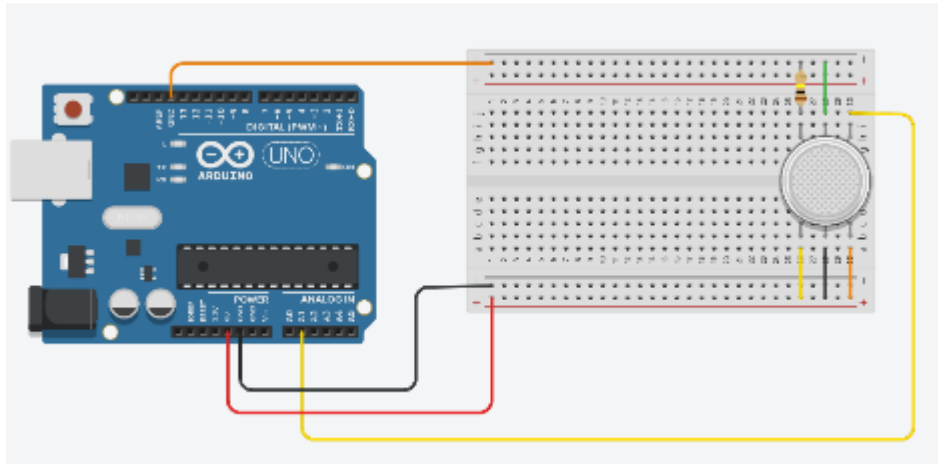
Figura 2
Conexión LDR



2.3. Sensor de Gas (MQ-2)

- **Alimentación:** Conecta el pin VCC del MQ-2 a 5V y el GND a tierra. Asegúrate de que el módulo esté bien sujeto en la protoboard.
- **Salida Analógica:** Conecta la salida analógica del MQ-2 al pin A1 del Arduino.
- **Calibración:** El MQ-2 requiere un breve tiempo de calentamiento; ajusta el potenciómetro integrado si el módulo lo incluye, para refinar la sensibilidad.

Figura 3
Conexión MQ-2



2.4. Sensor de Sonido (KY-038)

- **Alimentación:** Pin VCC a 5V y GND a tierra.
- **Salida Analógica:** Conecta la salida analógica (AO en el módulo) al pin A2 del Arduino.
- **Verificación:** El potenciómetro integrado en el KY-038 puede calibrar la sensibilidad para detectar distintos niveles de sonido.

Figura 4
Conexión KY038



3. Conexión de Actuadores (Ejemplo con LED)

- **LED:** Inserta el LED en la breadboard.
- **Resistencia en Serie:** Conecta una resistencia de 220 Ω entre el pin digital D9 del Arduino y el ánodo (pierna larga) del LED. El cátodo (pierna corta) va a GND.

Esta configuración servirá para encender o apagar la luz en función de la lectura del LDR, simulando un sistema automático de iluminación.

Configuración del Software

1. **Abrir el IDE:** Ejecuta el software de Arduino en tu computadora.
2. **Crear un nuevo Sketch:** En el menú principal, haz clic en "Archivo" > "Nuevo".

3. **Código de Ejemplo:** Copia el siguiente código en el editor:

```
#include "DHT.h"
```

```
#define DHTPIN 2    // Pin donde se conecta el DHT
```

```
#define DHTTYPE DHT11 // Ajustar si usas el DHT22
```

```
#define LDR_PIN A0  // Sensor de Luz
```

```
#define MQ2_PIN A1  // Sensor de Gas
```

```
#define SOUND_PIN A2 // Sensor de Sonido
```

```
#define LED_PIN 9   // LED para control de iluminación
```

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  dht.begin();
```

```
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  // Leer temperatura y humedad
```

```
  float temperature = dht.readTemperature();
```

```
  float humidity = dht.readHumidity();
```

```
  // Leer sensores analógicos
```

```
  int ldrValue = analogRead(LDR_PIN);
```

```
  int gasValue = analogRead(MQ2_PIN);
```

```

int soundValue = analogRead(SOUND_PIN);

// Mostrar valores en el monitor serie
Serial.print("Temp: ");
Serial.print(temperature);
Serial.print(" °C | Hum: ");
Serial.print(humidity);
Serial.print(" % | LDR: ");
Serial.print(ldrValue);
Serial.print(" | Gas: ");
Serial.print(gasValue);
Serial.print(" | Sound: ");
Serial.println(soundValue);

// Control del LED según la lectura del LDR
if (ldrValue < 500) {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
} else {
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
}

// Ejemplo de uso de valores de gas o sonido para expandir la lógica
// if (gasValue > 300) { // Activar alarma o sistema de ventilación }
// if (soundValue > 500) { // Enviar alerta de ruido elevado }

delay(1000); // Esperar 1 segundo
}

```

4. **Seleccionar la placa y el puerto:** En el menú "Herramientas" (Tools), elige "Arduino UNO" y el puerto COM correspondiente.
5. **Subir el código:** Haz clic en el botón de "Subir" (Upload). Espera a que finalice la compilación y carga del programa en la placa.

Resultados de la Práctica

- **Monitor Serie:** Abre el monitor serie (Ctrl + Shift + M o en el menú "Herramientas") para ver la lectura de los sensores en tiempo real.
- **Prueba del LDR:** Cubre el LDR con tu mano para simular oscuridad y observa si el LED se enciende. Retira la mano y confirma que el LED se apaga.
- **Prueba del Gas:** Acerca una fuente de gas (encendedor sin llama, por ejemplo) o genera un poco de humo para observar si el valor del MQ-2 varía.
- **Prueba del Sonido:** Aplaudes o emites un sonido cerca del KY-038 para verificar cómo fluctúan las lecturas.
- **Temperatura y Humedad:** Observa la lectura del DHT11/DHT22 y comprueba si la temperatura cambia al acercarse calor (por ejemplo, tu mano o aire caliente).

Evaluación del Aprendizaje

El docente calificará todo el proceso y desarrollo de la práctica estableciendo una calificación final sobre 10 puntos en base a la rúbrica presentada en la siguiente tabla.

Tabla 1

Rúbrica de evaluación práctica estación meteorológica

Criterio de Evaluación	Nivel de Desempeño
Montaje y Conexión del Hardware (Sensores de temperatura/humedad, luz, gas y sonido; estabilidad del circuito)	2,5 puntos
Programación en Arduino (Estructura del código, uso de librerías y lógica de captura de datos)	2,5 puntos
Monitorización y Control del Ambiente (Obtención de datos, coherencia de las mediciones y respuesta domótica)	2,5 puntos

Presentación y documentación (Explicación clara del procedimiento, solución de problemas y argumentación de resultados)	2,5 puntos
---	------------

Actividades complementarias

El estudiante, de forma autónoma o con acompañamiento docente, deberá investigar proyectos de domótica que involucren sensores de temperatura, luz, gas y sonido. Esta actividad implica buscar fuentes confiables, analizar los principios de operación de los componentes usados y comparar los resultados obtenidos en diferentes contextos (laboratorios, hogares, entornos industriales). Además, el estudiante elaborará cuestionarios de autoevaluación donde se incluirán preguntas específicas sobre el funcionamiento de cada sensor y la lógica de programación en Arduino, reforzando su comprensión teórica.

En el ámbito práctico, el estudiante desarrollará prototipos sencillos para evaluar la calidad ambiental —por ejemplo, detectando variaciones de gas o cambios de iluminación— y documentará el proceso en una breve bitácora de laboratorio, detallando las conexiones realizadas, el código empleado y los resultados obtenidos. Como extensión, se sugiere la realización de experimentos comparativos para seleccionar los sensores más adecuados según precisión, costo y facilidad de integración. Finalmente, el estudiante podrá experimentar con librerías adicionales o herramientas de visualización (pantallas LCD, dashboards en línea) para crear un sistema básico de monitoreo que muestre los datos captados de manera clara y útil.:

Además se añade un cuestionario de preguntas de opción múltiple para reforzar los conocimientos.

1. ¿Cuál de los siguientes sensores mide temperatura y humedad?

- A. MQ-2
- B. LDR
- C. DHT11/DHT22
- D. KY-038

2. ¿Para qué se utiliza el sensor LDR en un sistema domótico?

- A. Para medir gases tóxicos en el ambiente
- B. Para registrar los niveles de luz ambiental

- C. Para detectar vibraciones en superficies
 - D. Para escuchar sonidos de alta frecuencia
3. ¿Cuál es la función principal del MQ-2 en este tipo de práctica?
- A. Medir la humedad relativa en interiores
 - B. Detectar la concentración de gases como humo o metano
 - C. Controlar la intensidad lumínica de un LED
 - D. Capturar señales acústicas del entorno
4. El sensor KY-038 se caracteriza por _____.
- A. Medir la presión atmosférica
 - B. Detectar la presencia de agua
 - C. Registrarse como un micrófono para medir niveles de ruido
 - D. Monitorear la fuerza aplicada en una superficie
5. ¿Qué tipo de señal entrega típicamente el LDR al pin analógico del Arduino?
- A. Señal digital alta o baja
 - B. Señal PWM
 - C. Variación de voltaje en función de la luz
 - D. Frecuencia modulada por intensidad lumínica
6. ¿Por qué se recomienda colocar una resistencia de pull-up en el pin de datos del DHT11/DHT22?
- A. Para proteger al sensor de sobrecargas de corriente
 - B. Para estabilizar la señal y evitar lecturas erróneas
 - C. Para convertir la señal analógica en digital
 - D. Para disminuir la temperatura del sensor
7. ¿Cuál de los siguientes protocolos de comunicación se utiliza a menudo con el DHT11/DHT22?
- A. SPI
 - B. I²C
 - C. USART

D. Protocolo de una sola línea (One-Wire-like)

8. ¿Qué ocurre en el MQ-2 durante el tiempo de “precalentamiento”?

A. El sensor mide la temperatura ambiente para calibrarse

B. Su elemento sensor se estabiliza para ofrecer valores de lectura correctos

C. Cambia de un modo de bajo consumo a uno activo

D. Envía los datos al Arduino por protocolo USB

9. ¿Para qué sirve el potenciómetro integrado en muchos módulos KY-038?

A. Ajustar la frecuencia de muestreo del sensor

B. Configurar el rango de distancias a medir

C. Calibrar la sensibilidad al sonido

D. Conmutar entre salidas digital y analógica

10. ¿Cuál de estas opciones describe mejor el uso de un divisor de voltaje con el LDR?

A. Permite convertir una señal digital en una analógica

B. Ayuda a generar frecuencias bajas para el sensor

C. Ajusta la alimentación del sensor a 3,3V

D. Convierte los cambios de resistencia en variaciones de voltaje medibles por Arduino

11. En un proyecto domótico, la lectura de un LDR se utiliza para _____.

A. Encender un buzzer al detectar humo

B. Activar una alarma si se detectan ruidos fuertes

C. Regular la intensidad de luz artificial según la iluminación ambiental

D. Detectar el nivel de CO₂ presente en el aire

12. Si en el monitor serie observas que la medición del MQ-2 permanece casi constante y cercana a cero todo el tiempo, podría indicar que _____.

A. El sensor no ha tenido tiempo suficiente de precalentarse

- B. Existe una fuga de gas masiva y no se logra leer
 - C. El sensor está saturado por un exceso de luz ambiental
 - D. El Arduino se reinicia continuamente por problemas de alimentación
13. ¿Qué pin del Arduino es comúnmente utilizado como salida PWM para controlar la intensidad de un LED?
- A. A0
 - B. 13
 - C. 2
 - D. 9
14. ¿Cuál de los siguientes componentes es más sensible a la temperatura ambiente y a la humedad en el entorno?
- A. KY-038
 - B. MQ-2
 - C. LDR
 - D. DHT11/DHT22
15. ¿Qué ventaja tiene usar el sensor DHT22 frente al DHT11 en ciertas aplicaciones?
- A. El DHT22 registra niveles de ruido con mayor precisión
 - B. El DHT22 es capaz de medir mayor rango de gases tóxicos
 - C. El DHT22 ofrece mayor precisión y rango en la medición de temperatura y humedad
 - D. El DHT22 permite mediciones de luz en ambientes oscuros

CAPÍTULO III

Sensores de movimiento y proximidad



Fundamentación

Los sensores de movimiento y proximidad constituyen uno de los pilares fundamentales en la electrónica aplicada a la automatización, la robótica y la seguridad. El objetivo de esta práctica —centrada en el sensor de ultrasonido (HC-SR04) y el sensor PIR (HC-SR501)[10]— es brindar al estudiante una comprensión amplia sobre los principios físicos y las aplicaciones tecnológicas de estos componentes, así como de las consideraciones que se deben tener en cuenta al integrarlos en sistemas de control basados en microcontroladores como Arduino.

Importancia de la Detección de Movimiento y Proximidad

La detección de movimiento y proximidad encuentra aplicaciones en muy diversos sectores:

- **Sistemas de seguridad y vigilancia:** Alarmas domésticas, sensores de iluminación automática, control de acceso en edificios y establecimientos comerciales.
- **Robótica y vehículos autónomos:** Detección de obstáculos para evitar colisiones, mapeo de entornos e identificación de trayectorias libres de impedimentos.
- **Automatización industrial:** Líneas de producción que requieren detección de piezas para su clasificación o control de calidad.
- **Sistemas urbanos inteligentes (Smart Cities):** Control de tránsito, conteo de peatones, gestión eficiente de la iluminación pública, entre otros.

En la actualidad, el uso de sensores de proximidad y de detección de movimiento ha adquirido una relevancia aún mayor con la proliferación de soluciones basadas en Internet de las Cosas (IoT), donde la información captada por estos sensores puede ser procesada localmente o enviada a la nube para análisis predictivos, recopilación de estadísticas o integración con plataformas de Big Data. En este escenario, el estudiante de Tecnología Superior en Electrónica debe familiarizarse con los aspectos teóricos y prácticos que rodean a la implementación de dichos dispositivos.

Sensor de Ultrasonido (HC-SR04)

Principio de Funcionamiento

El HC-SR04 basa su operación en el concepto de ultrasonido, es decir, ondas acústicas de alta frecuencia (por encima del rango audible para el ser humano, generalmente superior a 20 kHz). El dispositivo emite un pulso de sonido, que viaja a través del aire y rebota al chocar con un objeto. El tiempo que transcurre entre la emisión del pulso y la recepción del eco se utiliza para calcular la distancia.

En condiciones estándar (temperatura de 20 °C), la velocidad del sonido ronda los 343 m/s (o 0,0343 cm/μs). Ajustando esta constante de acuerdo con la temperatura ambiente, se logra mayor precisión. El HC-SR04 típicamente trabaja con una frecuencia de 40 kHz y puede medir distancias en un rango aproximado de 2 cm hasta 4-5 metros.

Componentes Internos y Señales

El sensor suele tener cuatro pines:

- **VCC (5V):** Alimentación positiva.
- **Trig (Trigger):** Pin de entrada para el pulso de activación.
- **Echo:** Pin de salida que mide el tiempo alto durante el eco de la señal.
- **GND:** Tierra (negativo de la alimentación).

El usuario (o el microcontrolador, en este caso Arduino) envía un pulso alto de 10 microsegundos en el pin Trig, lo que activa la emisión ultrasónica. El pin Echo permanece en alto mientras dura el viaje del sonido (ida y vuelta). Una vez detectado el eco, el pin Echo se pone en bajo y, con la función ``pulseIn()`` u otras técnicas de medición de tiempos, se calcula la duración en microsegundos de ese pulso alto.

Ventajas y Limitaciones

Entre las ventajas del HC-SR04 se encuentran:

- Precio asequible y fácil disponibilidad.
- Simplicidad de uso con microcontroladores, gracias a su interfaz de Trigger/Echo.

- Buena precisión en rangos cortos y medianos (± 3 mm en condiciones ideales).

Sin embargo, también presenta limitaciones:

- Susceptibilidad a entornos ruidosos (perturbaciones acústicas, superficies muy absorbentes o extremadamente anguladas).
- Dependencia de la temperatura en la medición (la velocidad del sonido varía con la temperatura y la humedad del aire).
- Ángulo de detección relativamente estrecho (alrededor de 15°), lo que puede requerir múltiples sensores para abarcar áreas más amplias.

Sensor PIR (HC-SR501)

Principio de Funcionamiento

El PIR (Passive InfraRed) detecta radiación infrarroja emitida por cuerpos con temperatura por encima del cero absoluto. Como el cuerpo humano y muchos animales emiten calor, el sensor PIR logra identificar cambios en la energía infrarroja en su campo de visión. La palabra “pasivo” indica que el sensor no emite ningún tipo de radiación, sino que mide la radiación infrarroja del entorno.

El núcleo del PIR es un material piroeléctrico que genera una pequeña señal eléctrica cuando experimenta un cambio de temperatura. Para enfocar la radiación, el sensor tiene una lente Fresnel, que concentra y segmenta el área de detección en zonas. Al moverse una persona (o un animal) dentro de esas zonas, se produce un cambio súbito en la cantidad de radiación infrarroja detectada, lo cual se traduce en el disparo de la señal de salida.

Características Principales

El HC-SR501 dispone generalmente de:

- Tres pines (VCC, GND y Output).
- **Potenciómetros de ajuste:** uno para regular la sensibilidad (distancia de detección o ganancia) y otro para fijar el tiempo que permanece activa la salida tras detectar un movimiento.
- Ángulo de detección amplio (entre 110° y 120° aproximadamente).

- Alcance de detección que suele variar entre 3 y 7 metros, dependiendo del modelo y de las condiciones ambientales.

El pin de salida (OUT) del PIR normalmente suministra un pulso de 3.3 V o 5 V (según el módulo) cuando detecta movimiento, manteniéndose en alto por un tiempo configurable mediante el potenciómetro.

Aplicaciones y Restricciones

Las aplicaciones del PIR son numerosas:

- Iluminación automática en pasillos, jardines o zonas comunitarias.
- Sistemas de alarma y seguridad, para detectar intrusos en un área.
- Control de acceso y conteo de personas en eventos o establecimientos.

Contexto Académico: Integración con Arduino

El microcontrolador Arduino proporciona una forma sencilla de captar las señales de estos sensores y ejecutar acciones en función de los valores obtenidos. Para el HC-SR04, se requiere medir el tiempo de eco mediante funciones como ``pulseIn()``, mientras que el PIR simplemente entregará una señal digital alta o baja a un pin configurado como ``INPUT``.

La importancia de integrar estos sensores en un entorno de aprendizaje es doble:

1. Refuerza los conceptos de medición y control: Los estudiantes ven cómo la teoría sobre velocidad del sonido o radiación infrarroja se traduce en proyectos reales.

2. Desarrolla habilidades de programación y depuración: Ajustes de temporización, interrupciones, calibraciones y lógicas de control refuerzan la metodología de ensayo y error, esencial en la formación técnica.

Además, este contexto formativo prepara al estudiante para escalar dichas prácticas hacia aplicaciones de mayor complejidad, como robótica móvil, domótica integral o sistemas de monitoreo industrial, en los cuales la detección de movimiento o proximidad es un elemento esencial para garantizar eficiencia y seguridad.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema básico de medición de distancia y detección de movimiento, utilizando el sensor de ultrasonido HC-SR04 y el sensor PIR (HC-SR501), con el fin de comprender sus principios de funcionamiento y sus aplicaciones en entornos de seguridad y automatización.

Objetivos Específicos

- **Conectar** y configurar los sensores de ultrasonido y PIR en una placa de desarrollo como Arduino, asegurando la correcta lectura de datos y la alimentación de cada sensor.
- **Programar** un microcontrolador para interpretar las señales de distancia y detección de movimiento, mostrando la información o tomando acciones en tiempo real (por ejemplo, encender un LED o emitir una alerta).
- **Evaluar** la precisión y confiabilidad de los sensores en distintos escenarios, documentando los resultados y proponiendo mejoras en el montaje o en la programación.

Preparación Previa

A continuación, se describen los aspectos clave que los estudiantes deben revisar y alistar antes de iniciar la práctica.

1. Conocimientos Teóricos y Técnicos

1.1. Fundamentos de Electrónica:

- Repasa las leyes básicas (Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff) y la forma de calcular corrientes, voltajes y resistencias en circuitos sencillos.
- Asegúrate de comprender la diferencia entre señales analógicas y digitales, así como las implicaciones de usar cada tipo de sensor en un microcontrolador.

1.2. Microcontroladores y Arduino:

- Familiarízate con la plataforma Arduino (o la que se utilice), revisando pines de entrada y salida (I/O), formas de leer y escribir señales digitales, y la manera de realizar mediciones de tiempo (funciones como pulseIn()).
- Comprende la estructura de un sketch (funciones setup() y loop()), el uso del Serial.print() para depuración, y cómo configurar la velocidad de transmisión (baud rate) en el monitor serie.

1.3. Programación Básica:

- Repasa estructuras de control (if/else, while, for) y sintaxis en C/C++ a fin de manipular pines, ciclos de lectura y escritura.
- Conoce el uso de variables de tipo long, float y int para interpretar datos de duración (en microsegundos), distancias y estados lógicos.

2. Documentación de los Sensores

2.1. HC-SR04 (Ultrasonido):

- Consulta el datasheet o la hoja de especificaciones del HC-SR04 para conocer su rango de medición (aprox. 2 cm - 4 m), su frecuencia de operación (40 kHz) y los tiempos de pulso requeridos para Trigger y Echo.
- Comprende la importancia de la calibración según la temperatura ambiente, dado que la velocidad del sonido varía con ella.

2.2. Sensor PIR (HC-SR501):

- Identifica los pines de alimentación (VCC y GND) y salida de señal (OUT), así como los potenciómetros de ajuste (tiempo y sensibilidad).
- Asegúrate de saber que la detección de movimiento se basa en la radiación infrarroja emitida por cuerpos cálidos (p. ej., personas) y que el ángulo de detección suele rondar los 110°.

3. Planificación del Proyecto

- Define objetivos específicos: por ejemplo, encender un LED si el objeto está a menos de 10 cm o si se detecta movimiento en la sala.
- Planifica el espacio físico para las pruebas: el HC-SR04 funciona mejor en superficies perpendiculares y con pocos obstáculos laterales, mientras que

el PIR debe ubicarse a una altura y ángulo adecuados para capturar el movimiento humano.

- Establece la estrategia de pruebas: cuántas mediciones realizarás, qué valores umbral usarás para considerar un objeto "cercano" o un movimiento "detectado".

Procedimiento

Materiales

- 1 Placa Arduino UNO (o equivalente)
- 1 Sensor de Ultrasonido HC-SR04
- 1 Sensor PIR HC-SR501
- 1 Breadboard (placa de pruebas)
- Cables de conexión (Jumpers)
- Computadora con IDE de Arduino instalado
- Resistencias (220 Ω o 330 Ω)
- 1 Fuente de Alimentación Externa (5V)
- Soportes o marcos

Configuración de Hardware

Conexión del HC-SR04 (Sensor Ultrasonido)

Alimentación

VCC → Conectar a la línea de 5V en la breadboard (proveniente del pin de 5V del Arduino).

GND → Conectar a la línea de GND de la breadboard (unido al GND del Arduino).

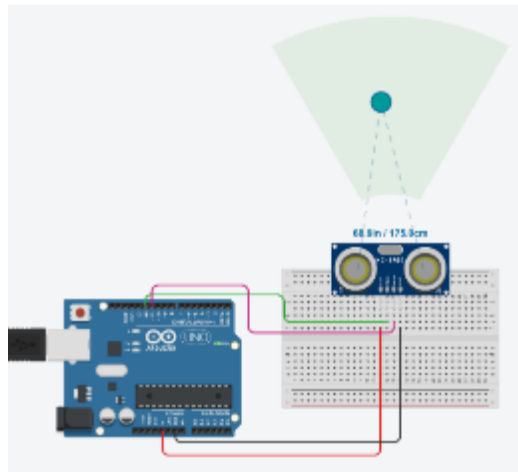
Señales

Trigger (Trig) → Conectar a un pin digital del Arduino (por ejemplo, D12).

Echo → Conectar a otro pin digital (por ejemplo, D11).

El HC-SR04 requiere un pulso de activación (Trigger), y el tiempo que permanece en alto el pin Echo te permitirá calcular la distancia usando una función como `pulseIn()`.

Figura 5
Conexión sensor HC-SR04

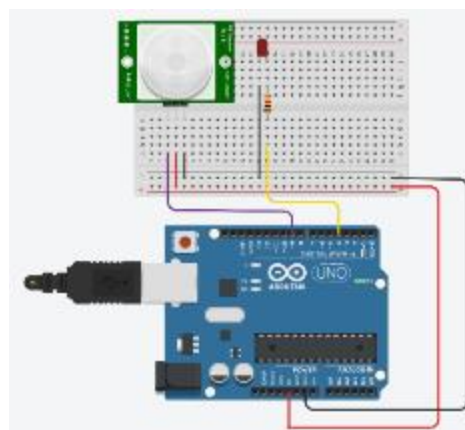


Conexión del PIR (HC-SR501)

- Alimentación
- VCC → Conectar a la línea de 5V de la breadboard.
- GND → Conectar a la línea de GND de la breadboard.
- Salida de Detección
- OUT → Conectar a un pin digital del Arduino (por ejemplo, D4).

Nota: El PIR entrega una señal digital alta (normalmente 3.3V o 5V, según el módulo) cuando detecta movimiento. Los potenciómetros en la placa PIR ajustan la sensibilidad y el tiempo que permanece activa la señal.

Figura 6
Conexión HC-SR501



Configuración de Software

```
#define TRIGGER_PIN 2
#define ECHO_PIN 3
#define PIR_PIN 4
#define LED_PIN 9

long duration;
float distance;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);

  pinMode(PIR_PIN, INPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  // 1. Lectura del sensor PIR
  int pirState = digitalRead(PIR_PIN);
  if (pirState == HIGH) {
    Serial.println("Movimiento detectado!");
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  }

  // 2. Lectura del sensor ultrasonido (HC-SR04)
  digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(TRIGGER_PIN, HIGH);
```

```

delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);

duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);

// Calcular la distancia (en centímetros)
distance = duration * 0.0343 / 2.0;

Serial.print("Distancia: ");
Serial.print(distance);
Serial.println(" cm");

// Ejemplo: encender LED si la distancia es menor a 10 cm
if (distance > 0 && distance < 10) {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
} else if (pirState == LOW) {
    // Solo apagar si no hay movimiento detectado
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
}

delay(500);
}

```

Resultados de la Práctica

Lectura correcta del sensor de movimiento:

Se logrará detectar movimientos dentro del rango especificado del sensor PIR.

Se verificará la estabilidad de la señal de salida en función del tiempo de retardo configurado.

Activación de una respuesta ante movimiento:

Se comprobará la activación de una salida digital (LED o buzzer) cuando el sensor detecta movimiento.

Se medirá el tiempo de respuesta del sensor ante distintos tipos de movimiento.

Comprobación de interferencias y precisión:

Se analizará el comportamiento del sensor en diferentes condiciones de iluminación y distancia.

Se identificará la presencia de falsas alarmas y se ajustaron los parámetros de sensibilidad si el modelo del sensor lo permitía.

Integración con otras plataformas:

Se logrará visualizar las detecciones en el monitor serie de Arduino.

Evaluación del Aprendizaje

El docente calificará todo el proceso y desarrollo de la práctica estableciendo una calificación final sobre 10 puntos en base a la rúbrica presentada en la siguiente tabla.

Tabla 2

Rúbrica de evaluación práctica estación meteorológica

Criterio de Evaluación	Nivel de Desempeño
Montaje y Conexión del Hardware (Sensores de movimiento y distancia; estabilidad del circuito)	2,5 puntos
Programación en Arduino (Estructura del código, uso de librerías y lógica de captura de datos)	2,5 puntos
Monitorización y Control del Ambiente (Obtención de datos, coherencia de las mediciones y respuesta)	2,5 puntos
Presentación y documentación (Explicación clara del procedimiento, solución de problemas y argumentación de resultados)	2,5 puntos

Actividades Complementarias

Registro de Eventos

Programar el Arduino para contar el número de detecciones en un intervalo de tiempo y mostrar los datos en un LCD o en el monitor serie.

Implementar una función de registro de actividad, almacenando las detecciones en una memoria EEPROM o tarjeta SD.

Comunicación con otros Dispositivos

Integrar el sensor con un módulo Bluetooth o Wi-Fi (ESP8266 o ESP32) para enviar notificaciones a un dispositivo móvil cuando detecte movimiento.

Conectar el sensor a un sistema de domótica, activando dispositivos inteligentes como cámaras o luces mediante una aplicación en el celular.

Comparación de Sensores de Movimiento

Comparar el rendimiento de un sensor PIR y un sensor de ultrasonidos (HC-SR04) para la detección de presencia en distintas condiciones.

Implementar un sistema combinado que utilice ambos sensores para mejorar la precisión de la detección de movimiento.

Aplicación en Seguridad y Automatización

Crear un sistema de alarma con contraseña utilizando un teclado matricial y el sensor PIR.

Diseñar un sistema de iluminación automática para pasillos o habitaciones con el sensor PIR y relés para luces de 220V.

Además de resolver el siguiente cuestionario de opción múltiple:

1. ¿Cuál de los siguientes sensores es comúnmente utilizado para detectar movimiento humano en sistemas de seguridad?

- a) Sensor de temperatura LM35
- b) Sensor de proximidad inductivo
- c) Sensor PIR (Infrarrojo Pasivo)
- d) Sensor de humedad DHT11

2. ¿Qué significa PIR en los sensores de movimiento?

- a) Passive Infrared Sensor
- b) Proximity Infrared Recognition
- c) Passive Inductive Response
- d) Proximity Interactive Radar

3. ¿Cómo funciona un sensor PIR?

- a) Detecta cambios en la radiación infrarroja emitida por los objetos en su campo de visión
- b) Emite ultrasonidos y mide el tiempo de retorno
- c) Detecta variaciones en el campo magnético
- d) Mide la variación de temperatura de un objeto en contacto directo

4. ¿Cuál es la principal limitación de un sensor PIR?

- a) No puede detectar movimiento a través de superficies transparentes como vidrio
- b) Solo funciona en entornos extremadamente fríos
- c) Requiere contacto físico con el objeto para detectar movimiento
- d) No es compatible con Arduino

5. ¿Qué tipo de sensor de movimiento se basa en el efecto Doppler?

- a) Sensor PIR
- b) Sensor de radar de microondas
- c) Sensor ultrasónico
- d) Sensor de presión

6. ¿Cuál es una aplicación típica de los sensores PIR en el hogar?

- a) Control de humedad en habitaciones
- b) Iluminación automática
- c) Detección de gases tóxicos
- d) Medición de temperatura ambiente

7. ¿Cuál de los siguientes sensores de movimiento utiliza ultrasonidos para detectar objetos?

- a) HC-SR04

- b) MPU6050
- c) DHT22
- d) MQ-2

8. ¿Qué significa la sigla "HC" en el sensor ultrasónico HC-SR04?

- a) High Capacity
- b) High Contrast
- c) High Current
- d) High Coverage

9. ¿Cómo se determina la distancia en un sensor ultrasónico HC-SR04?

- a) Midiendo la variación de temperatura entre el emisor y el receptor
- b) Calculando el tiempo de viaje del sonido reflejado por un objeto
- c) Analizando el espectro electromagnético del entorno
- d) A través de cambios en la presión atmosférica

10. ¿Cuál es la función del pin "Trigger" en el sensor HC-SR04?

- a) Recibir la señal de eco
- b) Emitir un pulso ultrasónico
- c) Activar la medición de temperatura
- d) Configurar la sensibilidad del sensor

11. ¿Por qué los sensores PIR tienen un tiempo de estabilización al encenderse?

- a) Para calentar el circuito interno
- b) Para calibrar la detección de radiación infrarroja ambiental
- c) Porque necesitan recibir señales GPS
- d) Porque miden la velocidad del sonido antes de operar

12. ¿Cómo se puede reducir las falsas alarmas en un sensor PIR?

- a) Colocándolo cerca de fuentes de calor
- b) Ajustando su sensibilidad y zona de detección
- c) Utilizando más sensores PIR en la misma zona
- d) Conectándolo a un sensor de temperatura adicional

13. ¿Cuál es una desventaja de los sensores ultrasónicos en comparación con los PIR?

- a) Son menos precisos en la detección de movimiento
- b) No pueden detectar objetos metálicos
- c) Son más sensibles a condiciones ambientales como viento y temperatura
- d) No funcionan en la oscuridad

14. ¿Cuál es el rango típico de un sensor PIR común?

- a) 2-5 cm
- b) 10-20 cm
- c) 3-7 metros
- d) 15-30 metros

15. ¿Cómo se puede integrar un sensor PIR con Arduino?

- a) Conectando la salida del sensor a un pin digital de Arduino
- b) Usando un amplificador operacional
- c) Mediante comunicación I2C
- d) Requiere un convertidor analógico-digital (ADC)

CAPÍTULO IV

Estación Meteorológica



Fundamentación

El monitoreo de variables ambientales es una necesidad clave en diversos sectores, desde la agricultura hasta la salud pública, las estaciones meteorológicas han evolucionado significativamente, permitiendo la recolección de datos en tiempo real mediante sensores electrónicos, y en este contexto, el uso de Arduino como plataforma de desarrollo ofrece una solución accesible y versátil para la integración de sensores y la visualización de datos[11].

En esta práctica, se utilizarán sensores específicos como el DS18B20 para medir temperatura, el HIH-4030 para humedad, el BMP180/BMP280 para presión atmosférica y altitud, y el VEML6075 para evaluar la radiación ultravioleta, todos ellos conectados a una pantalla OLED para la presentación en tiempo real de la información recolectada, el procesamiento de los datos se realiza a través de Arduino Uno, un microcontrolador de código abierto que permite gestionar la adquisición y visualización de información de manera eficiente.

La importancia de esta práctica radica en su capacidad para integrar conocimientos teóricos en un entorno práctico, permitiendo a los estudiantes comprender el funcionamiento de sensores y su relación con fenómenos físicos reales, desarrollar habilidades en electrónica y programación, fomentar el pensamiento lógico y la resolución de problemas a través de la calibración y optimización del código, y generar conciencia sobre la importancia del monitoreo meteorológico y ambiental. Además, esta práctica proporciona una base sólida para aplicaciones profesionales en diversos campos, como la meteorología y climatología, facilitando el monitoreo climático en tiempo real para estudios científicos y pronósticos; en la agricultura de precisión, optimizando el control de humedad y temperatura en invernaderos y evaluando la radiación UV para mejorar la producción agrícola; en el ámbito de la salud y seguridad ambiental, contribuyendo a la prevención de enfermedades relacionadas con la exposición solar y garantizando condiciones adecuadas en hospitales y laboratorios; en la ingeniería y construcción, donde la medición de condiciones climáticas puede prevenir accidentes y mejorar la planificación de obras; y en tecnologías IoT y Smart Cities, permitiendo la integración de estaciones meteorológicas con plataformas en la nube para la toma de decisiones en ciudades inteligentes y el desarrollo de redes de monitoreo a nivel global.

La construcción de una estación meteorológica con Arduino no solo desarrolla habilidades técnicas en el uso de sensores y programación, sino que también introduce a los estudiantes en aplicaciones reales que pueden contribuir a avances significativos en distintos sectores, demostrando el impacto de la tecnología en el análisis y predicción de fenómenos climáticos.

Objetivos

Objetivo General

Implementar una estación meteorológica inteligente con Arduino, integrando los sensores DS18B20 (temperatura), HIH-4030 (humedad), BMP180/BMP280 (presión) y VEML6075 (radiación UV), mostrando los datos en tiempo real en una pantalla OLED para monitorear variables ambientales con precisión, permitiendo su análisis y aplicación en diversas áreas como agricultura, salud y climatología.

Objetivos Específicos

- Implementar la adquisición de datos ambientales, conectando y programando los sensores DS18B20, HIH-4030, BMP180/BMP280 y VEML6075 en un Arduino, para obtener mediciones precisas de temperatura, humedad, presión y radiación UV en tiempo real.
- Realizar una interfaz visual para la estación meteorológica, utilizando una pantalla OLED para mostrar los valores de los sensores de manera clara y en tiempo real, para facilitar la interpretación de los datos y mejorar la experiencia del usuario.
- Optimizar la precisión y estabilidad de la estación meteorológica, implementando calibraciones, filtrado de datos y ajustes de código para reducir errores en las mediciones, para garantizar que los datos obtenidos sean confiables y útiles en aplicaciones meteorológicas y científicas.

Preparación Previa

Es importante conocer cómo funcionan los sensores utilizados en el proyecto, su principio de operación y su correcta implementación en un sistema basado en Arduino.

Sensor de Temperatura DS18B20

Tipo: Sensor digital basado en el protocolo 1-Wire.

Rango de medición: -55°C a $+125^{\circ}\text{C}$ con una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Conversión de datos en formato digital sin necesidad de un convertidor ADC.

Se puede conectar múltiples sensores en el mismo pin gracias a su dirección única.

Sensor de Humedad HIH-4030

Tipo: Sensor analógico capacitivo que mide la humedad relativa en el aire.

Rango de medición: 0% a 100% de humedad relativa (HR).

Proporciona una salida de voltaje proporcional a la humedad.

Es importante calibrarlo para obtener mediciones precisas.

Sensor de Presión Atmosférica BMP180/BMP280

Tipo: Sensor digital basado en I2C o SPI.

Rango de medición: 300 hPa a 1100 hPa.

También mide la temperatura y permite calcular la altitud.

Se usa en este tipo de proyectos de estaciones meteorológicas para monitorear cambios en la presión y predecir condiciones climáticas.

Sensor de Radiación UV VEML6075

Tipo: Sensor digital basado en I2C.

Mide radiación UVA (315-400 nm) y UVB (280-315 nm).

Proporciona un índice UV calculado basado en los valores de UVA y UVB.

Es útil para determinar la exposición a radiación ultravioleta y su impacto en la salud.

Para conectar correctamente los sensores y otros componentes, los estudiantes deben conocer los siguientes conceptos:

Ley de Ohm y Resistencia Eléctrica

Relación entre voltaje (V), corriente (I) y resistencia (R):

$$V [V] = I[A] \times R[\Omega]$$

Uso de resistencias pull-up en sensores como el DS18B20 (4.7 k Ω en línea de datos 1-Wire).

Comunicación Digital y Analógica

Entradas analógicas (0-5V en Arduino Uno) → Sensores como el HIH-4030 y ML8511.

Entradas digitales (I2C, SPI, 1-Wire) → Sensores como BMP180/BMP280 y VEML6075.

Importancia del uso de reguladores de voltaje si el sensor funciona a 3.3V en un sistema de 5V.

Uso de Pantallas OLED

La pantalla OLED utiliza I2C (SDA y SCL).

Conexión con Arduino Uno en los pines A4 (SDA) y A5 (SCL).

Uso de bibliotecas como Adafruit SSD1306 o U8g2 para visualizar datos.

Programación en Arduino

Fundamentos de Programación en C/C++ para Arduino

Uso de variables, estructuras de control (if, for, while).

Funciones para modularizar el código y facilitar la depuración.

Uso de la función millis() en lugar de delay() para evitar bloqueos en el código.

Manejo de Sensores en Arduino

Lectura de sensores analógicos (analogRead) y conversión de valores de voltaje a unidades de medición.

Uso de protocolos de comunicación (I2C, SPI, 1-Wire) con las bibliotecas correspondientes.

Cálculo de valores derivados como índice UV, altitud, o compensación de temperatura en la presión atmosférica.

Visualización de Datos en Pantalla OLED

Instalación y uso de la librería Adafruit SSD1306.

Formateo y presentación de los datos en la pantalla OLED.

Uso de diferentes tamaños y estilos de texto para mejorar la legibilidad.

Calibración y Validación de Sensores

Calibración del Sensor de Humedad HIH-4030

Comparación con un higrómetro de referencia para ajustar las lecturas.

Aplicación de una curva de ajuste para mejorar la precisión.

Corrección de Temperatura en el Sensor BMP180/BMP280

Este sensor mide temperatura interna, lo que puede generar un pequeño error.

Se puede mejorar con una corrección basada en la temperatura ambiente real.

Conversión del Sensor UV VEML6075 a Índice UV

El sensor proporciona valores UVA y UVB, pero requiere una ecuación para obtener el índice UV.

Se deben utilizar factores de conversión para obtener un resultado realista.

Ensamblaje y Pruebas del Circuito

Diseño del Esquema de Conexión:

- Identificar pines de alimentación (3.3V o 5V según cada sensor).
- Usar resistencias pull-up en líneas I2C y 1-Wire si es necesario.
- Evitar ruido eléctrico usando cables cortos y conexiones estables.

Pruebas Individuales de Sensores

- Se recomienda verificar cada sensor por separado antes de integrarlos en un solo código.
- Utilizar el Monitor Serie de Arduino para depuración.

Integración de Sensores en un Código Único

Evitar conflictos en comunicación I2C al usar múltiples dispositivos.

Optimizar la frecuencia de actualización de cada sensor según su latencia.

Interpretación y Uso de los Datos Meteorológicos

Una vez obtenidos los datos, los estudiantes deben comprender su interpretación:

- **Temperatura y humedad:** Impacto en el confort térmico y el clima.
- **Presión atmosférica:** Relación con cambios meteorológicos (alta presión = clima estable, baja presión = lluvia o tormentas).
- **Radiación UV:** Relación con la exposición al sol y sus efectos en la salud, verificar la tabla de índice UV de la OMS.

Procedimiento

Materiales Necesarios

Componentes Electrónicos:

- Arduino Uno, Mega o ESP32 (placa principal).
- Pantalla OLED 128x64 (I2C, compatible con SSD1306).
- Sensor de Temperatura DS18B20 (digital, protocolo 1-Wire).
- Sensor de Humedad HIH-4030 (analógico).
- Sensor de Presión BMP180/BMP280 (I2C).
- Sensor de Radiación UV VEML6075 (I2C).
- Resistencia de 4.7k Ω (para el DS18B20).
- Protoboard y cables Dupont (para conexiones).
- Fuente de alimentación 5V (batería o adaptador USB).

Herramientas y Software:

- Arduino IDE (para la programación).
- Bibliotecas necesarias:
- OneWire.h y DallasTemperature.h (para DS18B20).
- Adafruit_Sensor.h, Adafruit_BMP280.h (para BMP280).
- Adafruit_VEML6075.h (para VEML6075).

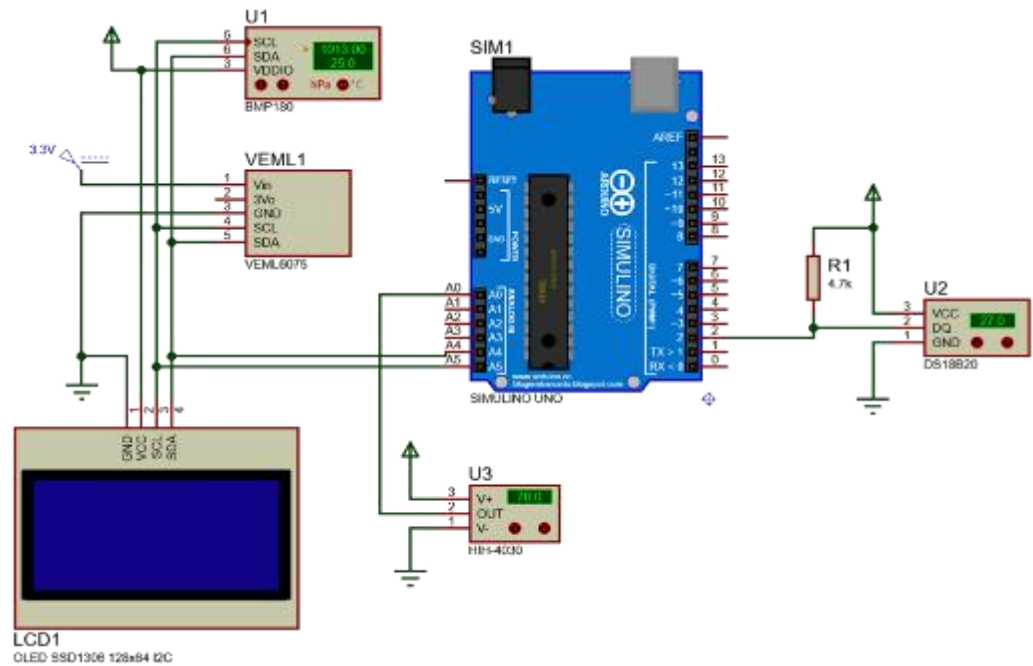
- Adafruit_GFX.h y Adafruit_SSD1306.h (para la pantalla OLED).

Conexión de los Componentes

Esquemático de Conexión

En la siguiente Figura se muestran las conexiones que se deben realizar físicamente.

Figura 7
Diagrama eléctrico estación meteorológica



La siguiente tabla muestra una breve descripción de las conexiones necesarias entre los sensores y el Arduino.

Tabla 3
Distribución de pines estación meteorológica

Componente		VCC	GND	Datos
Pantalla	OLED	3.3V o 5V	GND	SDA → A4, SCL → A5
SSD1306				
DS18B20		5V	GND	DQ → Pin 2 (con resistencia de 4.7kΩ a 5V)
HIH-4030		5V	GND	Ao (salida analógica)

BMP280/BMP180	5V	GND	SDA → A4, SCL → A5
VEML6075	3.3V	G	SDA → A4, SCL → A5
ND			

Nota: La pantalla OLED, BMP280 y VEML6075 comparten el bus I2C (SDA y SCL).

Programación en Arduino

A continuación, se detalla un código de ejemplo que captura los datos de los sensores y los muestra en la pantalla OLED, cabe recalcar que existen varias formas de programación, se recomienda consultar diferentes maneras para realizar la práctica.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
#include <Adafruit_VEML6075.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>

// Definir la pantalla OLED
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT,
&Wire, -1);

// Definir el sensor DS18B20
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Sensor de presión BMP280
Adafruit_BMP280 bmp;
```

```

// Sensor de UV VEML6075
Adafruit_VEML6075 uv = Adafruit_VEML6075();

// Sensor de humedad HIH-4030
#define HUMIDITY_SENSOR Ao

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    // Inicializar OLED
    if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
        Serial.println("Error al iniciar pantalla OLED");
        while (1);
    }
    display.clearDisplay();

    // Inicializar sensores
    sensors.begin();
    if (!bmp.begin(0x76)) {
        Serial.println("Error al iniciar BMP280");
        while (1);
    }
    if (!uv.begin()) {
        Serial.println("Error al iniciar VEML6075");
        while (1);
    }
}

void loop() {
    sensors.requestTemperatures();
    float temp = sensors.getTempCByIndex(0);

    int humidityRaw = analogRead(HUMIDITY_SENSOR);
    float humidity = (humidityRaw / 1023.0) * 100.0;

```

```
float pressure = bmp.readPressure() / 100.0; // hPa
```

```
float uva = uv.readUVA();
```

```
float uvb = uv.readUVB();
```

```
float uvIndex = uv.readUVI();
```

```
// Mostrar en OLED
```

```
display.clearDisplay();
```

```
display.setTextSize(1);
```

```
display.setTextColor(WHITE);
```

```
display.setCursor(0, 0);
```

```
display.print("Temp: ");
```

```
display.print(temp);
```

```
display.println(" C");
```

```
display.setCursor(0, 10);
```

```
display.print("Humedad: ");
```

```
display.print(humidity);
```

```
display.println(" %");
```

```
display.setCursor(0, 20);
```

```
display.print("Presion: ");
```

```
display.print(pressure);
```

```
display.println(" hPa");
```

```
display.setCursor(0, 30);
```

```
display.print("UVA: ");
```

```
display.print(uva);
```

```
display.setCursor(0, 40);
```

```
display.print("UVB: ");
```

```
display.print(uvb);
```

```

    display.setCursor(0, 50);
    display.print("Indice UV: ");
    display.print(uvIndex);

    display.display();

    delay(2000); // Actualización cada 2 segundos
}

```

Pruebas y Verificación de Datos

Monitor Serie

Abrir el Monitor Serie en Arduino IDE para verificar los valores, comprobar que los datos de temperatura, humedad, presión y UV se actualizan correctamente.

Visualización en la Pantalla OLED

La pantalla debe mostrar valores actualizados cada 2 segundos, si no se muestra información, verificar conexiones I2C y dirección 0x3C de la pantalla.

Validación de Sensores

Comparar la temperatura con un termómetro externo, la humedad puede verificarse con un higrómetro digital y la presión atmosférica puede compararse con un barómetro local, mientras que el índice UV puede validarse con aplicaciones meteorológicas confiables.

Resultados de la Práctica

Tras completar la práctica de construcción de la estación meteorológica inteligente con Arduino, los estudiantes deben conocer la forma de mostrar datos en una pantalla OLED y utilizar sensores para medir magnitudes físicas, además, de interpretar los resultados obtenidos de presión, temperatura, humedad e índice de radiación y su relación con el clima.

Los sensores deberán proporcionar datos ambientales precisos y actualizados cada 2 segundos. La pantalla OLED debe mostrar de forma clara:

Temperatura (°C) medida con el DS18B20.

Humedad relativa (%) obtenida del HIH-4030.

Presión atmosférica (hPa) registrada por el BMP180/BMP280.

Radiación UVA y UVB, así como el Índice UV, proporcionados por el VEML6075.

Los estudiantes deberán registrar los valores obtenidos en distintos momentos del día para observar cambios ambientales, comparar los datos con fuentes meteorológicas locales para validar la precisión, reflexionar sobre el impacto ambiental, como el efecto de la radiación UV en la salud.

Evaluación del Aprendizaje

El docente calificará todo el proceso y desarrollo de la práctica estableciendo una calificación final sobre 10 puntos en base a la rúbrica presentada en la siguiente tabla.

Tabla 4

Rúbrica de evaluación práctica estación meteorológica

Criterio de Evaluación	Nivel de Desempeño
Montaje y funcionamiento del hardware (Conexión de sensores, pantalla OLED y estabilidad del circuito)	2,5 puntos
Programación en Arduino (Estructura del código, uso de bibliotecas y calidad de la lógica implementada)	2,5 puntos
Visualización y análisis de datos (Pantalla OLED muestra datos claros y se validan con referencias externas)	2,5 puntos
Presentación y documentación (Explicación clara del procedimiento, solución de problemas y argumentación de resultados)	2,5 puntos

Actividades Complementarias

Se pueden realizar actividades adicionales para mejorar la estación meteorológica y para que el estudiante amplie sus conocimientos, como:

- Incorporar un módulo WiFi (ESP8266/ESP32) para enviar datos en tiempo real a una plataforma en línea.
- Agregar un sensor adicional, para mejorar la precisión de humedad y temperatura.
- Implementar alertas visuales o sonoras, como LEDs o un buzzer, cuando el índice UV sea peligroso.
- Almacenar datos en una tarjeta SD o en la nube para análisis a largo plazo.
- Integrar una batería recargable o panel solar para autonomía en zonas remotas.

Cuestionario sobre la práctica

¿Cuál es la función de cada sensor utilizado en la estación meteorológica?

¿Por qué es importante calibrar los sensores antes de usarlos en aplicaciones reales?

¿Qué diferencias existen entre el sensor BMP180 y el BMP280?

¿Por qué se necesita una resistencia pull-up en el sensor DS18B20?

¿Cómo se comunica la pantalla OLED con el Arduino?

CAPÍTULO V

Estación de Monitoreo de Calidad del Aire



Fundamentación

Esta práctica de "Estación de Monitoreo de Calidad del Aire" se fundamenta en principios de química, ambiental, electrónica analógica/digital y ciencia de datos, utilizando sensores como el MH-Z19 (CO₂ mediante espectroscopía infrarroja NDIR, basada en la ley de Beer-Lambert), MQ-135 (detecta NH₃/NO_x/CO₂ por cambios en la resistencia de óxidos metálicos), MiCS-5524 (VOC mediante adsorción en nanopartículas de SnO₂) y MQ-7 (CO con ciclos térmicos para optimizar selectividad), los datos de dichos sensores se muestran en una pantalla OLED, en la unidad de medida "ppm" (partes por millón) que cuantifica la concentración de gases, vinculada a efectos como el calentamiento global (CO₂ > 420 ppm) o toxicidad aguda (CO > 35 ppm).

Las estaciones de monitoreo profesional, usadas en ciudades e industrias, emplean sensores de mayor precisión y cumplen normativas como la directiva UE 2008/50/CE, pero esta práctica simula su funcionamiento con dispositivos de bajo costo, destacando desafíos como la calibración (ajuste con estándares NIST/WHO), interferencias cruzadas (humedad, temperatura) y validación estadística (regresiones lineales), su importancia académica radica en integrar habilidades multidisciplinarias: programación (Arduino/C++), diseño de circuitos (protocolos I²C/Serial), análisis ambiental (límites seguros de contaminantes) y ética en el manejo de datos.

Para aplicaciones profesionales, forma capacidades críticas en el área ambiental (monitoreo de emisiones industriales), salud pública (detección de riesgos en zonas urbanas), smart cities (redes IoT para gestión del aire) y seguridad laboral (detección de fugas en plantas químicas). Además, introduce a los estudiantes en retos globales como la economía circular (reducción de VOC en procesos industriales) y los ODS 2030 (salud y sostenibilidad). Las estaciones profesionales, como las de la red EPA o SAFAR, combinan sensores de referencia (cromatografía, láser) con modelos predictivos para políticas públicas, mientras esta práctica enfatiza la innovación accesible, usando herramientas replicables en países en desarrollo. Así, los estudiantes no solo dominan tecnología, sino que adquieren una visión crítica para diseñar soluciones ante la crisis climática, la contaminación urbana y los desafíos regulatorios del siglo XXI.

Objetivos

Objetivo General

Implementar una estación de monitoreo de calidad del aire que integre sensores de CO₂, CO, NH₃ y VOC, para visualizar datos en tiempo real en una pantalla OLED, con el fin de analizar la concentración de contaminantes atmosféricos en diferentes ambientes y promover soluciones tecnológicas accesibles para la vigilancia ambiental.

Objetivos Específicos

- Conectar físicamente los sensores MH-Z19 (CO₂), MQ-135 (NH₃/NO_x), MiCS-5524 (VOC) y MQ-7 (CO) al microcontrolador, utilizando un protoboard, la comunicación serial para el MH-Z19 y el protocolo I²C para la OLED para garantizar la adquisición precisa de señales eléctricas y sentar las bases para el procesamiento de datos.
- Desarrollar un algoritmo que muestre las concentraciones de gases en ppm con formato claro, usando la librería Adafruit_SSD1306 para controlar la pantalla, funciones de actualización cada 5 segundos y manejo de errores para facilitar la interpretación inmediata de resultados por parte del usuario y validar el funcionamiento del sistema.
- Ajustar las lecturas de los sensores usando referencias ambientales y estándares internacionales para garantizar la confiabilidad de los datos y entender las limitaciones de los sensores de bajo costo.

Preparación Previa

Antes de elaborar la presente práctica, los estudiantes deben conocer lo siguiente:

Revisiones Teóricas:

Principios de funcionamiento de los sensores:

MH-Z19 (CO₂): Comprender la espectroscopía infrarroja no dispersiva (NDIR) y la ley de Beer-Lambert (absorción de luz por el gas).

MQ-135/MQ-7/MiCS-5524: Estudiar la química de semiconductores de óxidos metálicos (SnO₂, ZnO) y cómo los gases alteran su resistencia eléctrica mediante reacciones superficiales redox.

Unidades de medición:

Entender “ppm” (partes por millón) como unidad de concentración volumétrica y su relación con mg/m³ o densidad del gas.

Contaminantes y sus impactos:

Efectos del CO₂ en el efecto invernadero, toxicidad del CO (enlace con hemoglobina), y riesgos de los VOC en la formación de ozono troposférico.

Metrología ambiental:

Conceptos de calibración utilizando curvas de respuesta de sensores, límite de detección (LOD), y exactitud vs. precisión en mediciones.

Sistemas profesionales de monitoreo:

Funcionamiento de estaciones de referencia (ej: SAFAR-India, EPA AirNow) que usan cromatografía de gases o espectrometría de masas.

Revisiones Prácticas:

Calibración de sensores:

Realizar calibración en aire limpio para determinar la resistencia en ambiente puro (R₀).

Usar gases patrón (ej: CO₂ a 400 ppm) para ajustar las fórmulas de conversión (ej: $\text{ppm} = A * (\text{RS}/\text{R}_0)^B$).

Electrónica básica:

Verificar el uso de resistencias de carga (R_L) adecuadas para cada sensor (valores típicos: 10 a 47 kΩ).

Comprender el protocolo I²C para la pantalla OLED y SoftwareSerial para el MH-Z19.

Programación en Arduino:

Revisar el manejo de librerías por ejemplo Adafruit_SSD1306, SoftwareSerial y técnicas de muestreo de señales analógicas o filtrado por promedio móvil.

Interferencias ambientales:

Evaluar efectos de humedad relativa y temperatura en las lecturas, en el caso del MQ-135 pierde precisión cuando la humedad relativa es mayor a 70%.

Implementar compensación termohigrométrica con sensores adicionales como el DHT22 si es posible.

Protocolos de seguridad:

MQ-7: Requiere ciclos de calentamiento (5V) y enfriamiento (1.4V) cada 60 segundos para evitar saturación.

Manipular sensores en áreas ventiladas, especialmente al detectar CO (>35 ppm es peligroso).

Validación de datos:

Comparar lecturas con equipos certificados como un medidor portátil de CO₂ o datos públicos de estaciones locales de calidad del aire.

Herramientas y Recursos Necesarios:

Multímetro: Para medir resistencias en sensores y verificar voltajes.

Hojas técnicas (datasheets): Consultar tablas de respuesta de gases para cada sensor por ejemplo la curva de sensibilidad del MQ-135 a NH₃ vs. CO₂.

Simuladores en línea: Plataformas como Tinkercad o Wokwi para prototipar circuitos antes de implementarlos.

Procedimiento

Materiales Necesarios

Tabla 5

Materiales estación de monitoreo de calidad del aire

Componente	Especificaciones	Cantidad
Arduino Uno/Nano	Microcontrolador con entradas analógicas/digitales	1
Sensor MH-Z19	Medidor de CO ₂ por NDIR (0–5000 ppm)	1
Sensor MQ-135	Detección de NH ₃ /NO _x /CO ₂ (analógico)	1
Sensor MiCS-5524	Detección de VOC (analógico)	1
Sensor MQ-7	Detección de CO (analógico)	1
Pantalla OLED	I2C, 128x64 píxeles, SSD1306	1
Resistencias	10 kΩ (para MQ-135, MQ-7, MiCS-5524)	3
Breadboard	Tablero de prototipos	1
Cables Dupont	Macho-macho (para conexiones)	@ 20
Fuente de alimentación	5V/2A (para calentamiento de sensores)	1
Multímetro	Para verificar voltajes y resistencias	1

Herramientas y Software:

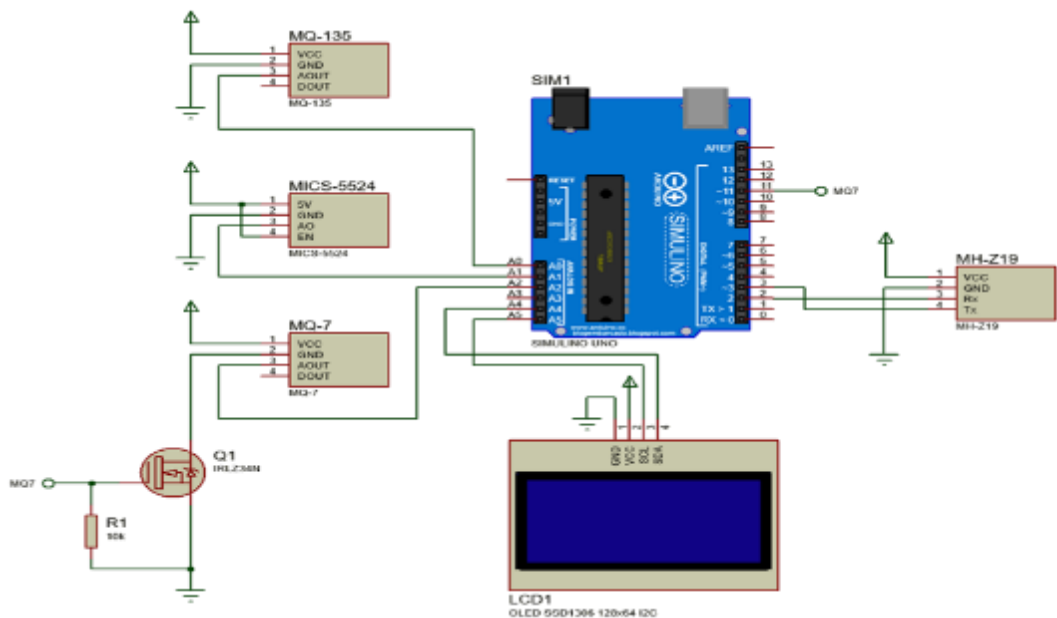
- Arduino IDE (para la programación).
- Bibliotecas necesarias:
- Adafruit SSD1306 y GFX: En Arduino IDE: Sketch > Include Library > Manage Libraries > Buscar "Adafruit SSD1306", instalar ambas librerías.
- SoftwareSerial: Ya incluida en Arduino IDE (no requiere instalación).

Conexión de los Componentes

Esquemático de Conexión

En la siguiente Figura se muestran las conexiones que se deben realizar físicamente.

Figura 8
Diagrama eléctrico estación de monitoreo de calidad del aire



La siguiente tabla muestra una breve descripción de las conexiones necesarias entre los sensores y el Arduino.

Tabla 6
Distribución de pines estación de monitoreo de calidad del aire

Componente	VCC	GND	Datos
Pantalla OLED SSD1306	3.3V o 5V	GND	SDA → A4, SCL → A5
MH-Z19 (CO₂):	5V	GND	RX → Pin 2 (Tx del Arduino) TX → Pin 3 (Rx del Arduino)
MQ-135 (NH₃/NO_x)	5V	GND	A0 (entrada analógica) y resistencia de 10 kΩ a GND
MiCS-5524 (VOC)	5V	GND	A1 (entrada analógica) y resistencia de 10 kΩ a GND
MQ-7 (CO)	3.3V	GND	A2 (entrada analógica), alternar con 1.4V cada 60s

Nota: El MQ-7 requiere un ciclo de calentamiento (5V por 60s) y medición (1.4V por 90s), usar un divisor de tensión o un MOSFET (IRLZ34N) controlado por código con una señal PWM.

Programación en Arduino

A continuación, se detalla un código de ejemplo que captura los datos de los sensores y los muestra en la pantalla OLED, cabe recalcar que existen varias formas de programación, se recomienda consultar diferentes maneras para realizar la práctica.

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

// Configuración OLED
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT,
&Wire, OLED_RESET);

// Configuración MH-Z19 (CO2)
SoftwareSerial co2Serial(2, 3); // RX, TX

// Pines de sensores
#define MQ135_PIN A0
#define MICS5524_PIN A1
#define MQ7_PIN A2
#define MQ7_PWM 11 // Pin de ciclo de calentamiento 60s 5V, 90s 1.4V,
agregar con la función analogWrite y millis, no con delay

// Variables de calibración (ajustar según necesidad)
#define RL_MQ135 10 // Resistencia de carga en kilo-ohms
#define RL_MQ7 10 // Resistencia de carga en kilo-ohms
#define RL_MICS5524 10 // Resistencia de carga en kilo-ohms

float Ro_MQ135 = 3.12; // Resistencia en aire limpio
```

```

float Ro_MQ7 = 1.0; // Valor de ejemplo, calibrar
float Ro_MICS5524 = 1.0; // Valor de ejemplo, calibrar

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  co2Serial.begin(9600);

  // Inicializar OLED
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
    Serial.println(F("Error OLED"));
    for(;;);
  }

  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);

  // Calentar sensores
  calentarSensores();
}

void loop() {
  // Leer sensores
  int co2 = leerCO2();
  float mq135 = leerMQ135();
  float mics5524 = leerMiCS5524();
  float mq7 = leerMQ7();

  // Mostrar en OLED
  display.clearDisplay();
  display.setCursor(0,0);

  display.print("CO2: ");
  display.print(co2);

```

```

display.println(" ppm");

display.print("AQI: ");
display.print(mq135);
display.println(" ppm");

display.print("CO: ");
display.print(mq7);
display.println(" ppm");

display.print("VOC: ");
display.print(mics5524);
display.println(" ppm");

display.display();

delay(5000);
}

// Funciones para leer sensores
int leerCO2() {
  byte cmd[9] = {0xFF,0x01,0x86,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x79};
  byte response[9];

  co2Serial.write(cmd, 9);
  delay(100);

  if(co2Serial.available() >= 9) {
    co2Serial.readBytes(response, 9);
    return (256 * response[2]) + response[3];
  }
  return -1;
}

```

```

float leerMQ135() {
    float valorsensor = analogRead(MQ135_PIN);
    float RS = ((1023.0 / valorsensor) - 1) * RL_MQ135;
    float ratio = RS / Ro_MQ135;
    return 116.6020682 * pow(ratio, -2.769034857); // Aproximación para
aire
}

```

```

float leerMQ7() {
    float valorsensor = analogRead(MQ7_PIN);
    float RS = ((1023.0 / valorsensor) - 1) * RL_MQ7;
    float ratio = RS / Ro_MQ7;
    return 27.86 * pow(ratio, -1.13); // Aproximación para CO
}

```

```

float leerMiCS5524() {
    float valorsensor = analogRead(MICS5524_PIN);
    float RS = ((1023.0 / valorsensor) - 1) * RL_MICS5524;
    float ratio = RS / Ro_MICS5524;
    return 100.0 * pow(ratio, -1.5); // Aproximación para VOC
}

```

```

void calentarSensores() {
    display.clearDisplay();
    display.setCursor(0,0);
    display.println("Calentando");
    display.println("sensores...");
    display.display();
}

```

```

for(int i = 180; i > 0; i--) {
    display.setCursor(0,40);
    display.print(i);
    display.print(" seg");
    display.display();
}

```

```
    delay(1000);  
    display.fillRect(0,40,50,10,BLACK);  
  }  
}
```

Calibración de Sensores

MH-Z19 (CO₂):

Colocar el sensor en ambiente exterior, aire fresco aproximadamente 400 ppm.

Ejecutar el código y verificar lecturas, debe mostrar entre 400 y 420 ppm.

MQ-135 (NH₃):

En aire limpio, leer el valor analógico por ejemplo 150.

Calcular $R_o = (1023.0 / \text{valor_analógico} - 1) * R_L / 9.8$ ajustar según datasheet.

MQ-7 (CO):

Usar gas de calibración con 50 ppm CO.

Ajustar el factor 0.4 en leerMQ7() hasta que coincida la lectura.

Pruebas y Validación

Prueba de CO₂: Soplar cerca del MH-Z19 para aumentar la lectura hasta pasar de 1000 ppm.

Prueba de CO: Acercar un encendedor sin flama al MQ-7, debe mostrar un valor mayor a 100 ppm.

Validación Visual: Confirmar que la OLED muestre datos actualizados cada 5 segundos.

Resultados de la Práctica

A continuación, se muestran los resultados obtenidos o que se deben obtener con el desarrollo de la práctica.

Resultados Cuantitativos

Tabla 7

Resultados cuantitativos estación de monitoreo de calidad del aire

Parámetro	Rango de Medición	Valores Esperados	Ambiente de Prueba
CO ₂	0–5000 ppm	400–450 ppm (exterior), 800–1200 ppm (interior con personas)	Exterior urbano, aula cerrada
CO	10–1000 ppm	0.5–2 ppm (ambiente limpio), >20 ppm (cerca de combustión)	Cerca de un encendedor o auto en marcha
NH ₃	5–300 ppm	1–5 ppm (ambiente normal), >10 ppm (cerca de productos de limpieza)	Laboratorio con amoníaco
VOC	0.1–100 ppm	0.3–1 ppm (interior ventilado), >5 ppm (con disolventes)	Taller con pinturas o thinner

Resultados Cualitativos

Funcionamiento del Sistema

Pantalla OLED:

Muestra los cuatro parámetros (CO₂, CO, NH₃, VOC) con sus valores en ppm, con una actualización de datos cada 5 segundos sin errores de visualización.

Ejemplo de lectura:

CO₂: 850 ppm

CO: 1.2 ppm

NH₃: 3.5 ppm

VOC: 2.8 ppm

Calibración Exitosa

MH-Z19 (CO₂): Lectura en exterior: 410 ppm (coincide con niveles atmosféricos globales).

MQ-135 (NH₃): En aire limpio: valor analógico ≈ 150 (ajuste de $R_0 = 3.12 \text{ k}\Omega$).

MQ-7 (CO): Con gas de calibración (50 ppm): lectura 48–52 ppm (error <5%).

Ejemplos de Mediciones en Diferentes Ambientes

Tabla 8

Ejemplos de mediciones estación de monitoreo de calidad del aire

Escenario	CO ₂ (ppm)	CO (ppm)	NH ₃ (ppm)	VOC (ppm)	Conclusión
Aula ventilada	650	0.8	0.2	1.5	Calidad del aire aceptable
Garaje cerrado	1200	5	0.5	8	Riesgo por CO (límite seguro: 35 ppm)
Laboratorio químico	420	0.3	1.5	1.2	Alerta NH ₃ /VOC

Aplicaciones Prácticas Demostradas

Monitoreo en interiores: Identificar aulas u oficinas con ventilación insuficiente (CO₂ > 1000 ppm).

Detección de fugas: Alertar sobre acumulación de CO en garajes o NH₃ en laboratorios.

Educación ambiental: Visualizar el impacto de actividades humanas, por ejemplo el uso de disolventes aumenta VOC.

Por último, el sistema integrado demuestra capacidad para detectar múltiples gases con bajo costo (<\$50), requiere calibración constante para mantener error <10% frente a equipos profesionales y es una herramienta útil para concientización ambiental y prototipado de soluciones IoT en smart cities.

Evaluación del Aprendizaje

El docente calificará todo el proceso y desarrollo de la práctica estableciendo una calificación final sobre 10 puntos en base a la rúbrica presentada en la siguiente tabla.

Tabla 9

Rúbrica de evaluación práctica estación de monitoreo de calidad del aire

Criterio de Evaluación	Nivel de Desempeño
Montaje y funcionamiento del hardware (Conexión de sensores, pantalla OLED y estabilidad del circuito)	2,5 puntos
Programación en Arduino (Estructura del código, uso de bibliotecas y calidad de la lógica implementada)	2,5 puntos
Visualización y análisis de datos (Pantalla OLED muestra datos claros y se validan con referencias externas)	2,5 puntos
Presentación y documentación (Explicación clara del procedimiento, solución de problemas y argumentación de resultados)	2,5 puntos

Actividades Complementarias

Se pueden realizar actividades adicionales para mejorar la estación meteorológica y para que el estudiante amplie sus conocimientos, como:

- Mejorar la precisión de las mediciones mediante la calibración avanzada de sensores utilizando gases patrón, compensación por temperatura y humedad o comparar resultados con una estación profesional.
- Proteger el sistema para uso en exteriores por medio del diseño de una carcasa protectora utilizando un software CAD, construirla y probar su resistencia a condiciones climáticas (lluvia, polvo).
- Añadir un sistema de alerta para niveles peligrosos implementando señales sonoras como buzzers y luminosas como leds RGB.

Cuestionario sobre la práctica

¿Por qué el MH-Z19 es más preciso que el MQ-135 para medir CO₂?

¿Qué factores ambientales afectan las lecturas de los sensores?

Describa el proceso de calibración del MQ-7.

¿Cómo se compensa la humedad en las mediciones de VOC?

Proponga una mejora para reducir el consumo energético del sistema.

Glosario

Este glosario reúne los términos técnicos y conceptos clave utilizados a lo largo del libro para facilitar la comprensión del lector:

1. **ADC (Analog to Digital Converter):** Componente que convierte señales analógicas en datos digitales interpretables por la ESP32.
2. **Actuador:** Dispositivo que realiza una acción física (movimiento, encendido, etc.) en respuesta a una señal eléctrica.
3. **Algoritmo:** Secuencia de pasos ordenados y finitos que permiten resolver un problema o realizar una tarea. Es la base de cualquier programa.
4. **Antirrebote (Debouncing):** Técnica utilizada para evitar lecturas erróneas en botones o interruptores debido a vibraciones mecánicas.
5. **Arduino IDE:** Entorno de desarrollo integrado usado para programar microcontroladores como la ESP32.
6. **Baud Rate:** Velocidad de transmisión de datos en comunicación serial, medida en bits por segundo (bps). Debe coincidir en ambos extremos de la comunicación.
7. **Bluetooth:** Tecnología inalámbrica utilizada para transferir datos en distancias cortas.
8. **Bootloader:** Pequeño programa almacenado en la memoria del microcontrolador que permite cargar nuevos programas desde una computadora.
9. **Ciclo de Trabajo (Duty Cycle):** En PWM, es el porcentaje de tiempo que una señal está en estado alto (encendido) durante un ciclo completo. Controla la intensidad de salida en dispositivos como LEDs y motores.
10. **Frecuencia de CPU:** Velocidad a la que opera el procesador de la ESP32. Puede configurarse en 80 MHz, 160 MHz o 240 MHz.
11. **GPIO (General Purpose Input/Output):** Pines de propósito general en la ESP32 que pueden configurarse como entrada o salida.
12. **IoT (Internet of Things):** Red de dispositivos interconectados capaces de recopilar y compartir datos a través de internet. La ESP32 es una herramienta clave para desarrollar dispositivos IoT.
13. **LDR (Light Dependent Resistor):** Sensor que mide la intensidad de la luz. Su resistencia varía según la cantidad de luz que incide sobre él.

Referencias

- [1] P. Rodríguez, J. Villar, C. Tarín, and J. Blázquez, *Sociedad Digital en España 2022*. Barcelona: Penguin Random House, 2022. Accessed: Feb. 13, 2025. [Online]. Available: https://www.google.com/search?q=La+electr%C3%B3nica+y+los+sistemas+de+sensorizaci%C3%B3n+han+cobrado+una+relevancia+creciente+en+nuestro+mundo+conectado%2C+donde+la+capacidad+de+interactuar+con+el+entorno+y+procesar+informaci%C3%B3n+de+manera+eficiente+resulta+fundamental+en+diversas+%C3%A1reas%3A+desde+la+automatizaci%C3%B3n+industrial+hasta+la+dom%C3%B3tica%2C+pasando+por+la+salud+y+el+Internet+de+las+Cosas+%28IoT&sca_esv=1efd172859308584&tbs=cdr%3A1%2Ccd_min%3A2019&ei=FIavZ67rOcWMwbkP6NHCiQI&ved=oahUKEwiuxbS94MOLAxVFRjABHeioMCEQ4dUDCBA&uact=5&oq=La+electr%C3%B3nica+y+los+sistemas+de+sensorizaci%C3%B3n+han+cobrado+una+relevancia+creciente+en+nuestro+mundo+conectado%2C+donde+la+capacidad+de+interactuar+con+el+entorno+y+procesar+informaci%C3%B3n+de+manera+eficiente+resulta+fundamental+en+diversas+%C3%A1reas%3A+desde+la+automatizaci%C3%B3n+industrial+hasta+la+dom%C3%B3tica%2C+pasando+por+la+salud+y+el+Internet+de+las+Cosas+%28IoT&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAi4wJMYsBlbGVjdHLDs25pY2EgeSBsb3Mgc2lzdGVtYXMGZGUgc2Vuc29yaXphY2nDs24gaGFuIGNvYnJhZG8gdW5hIHJlbGV2YW5jaWEgY3JlY2llbnRlIGVuIG51ZXNocm8gbXVuZG8gY29uZWNoYWVrVLCBkb25kZSBsYSBjYXBiY2lkYWQgZGUgaW50ZXJhY3R1YXlGY29uIGVsIGVudG9ybm8geSBwcm9jZXNhciBpbmZvcmlhY2nDs24gZGUgbWFuZXJhIGVmaWNpZW50ZSBYb2N1bHRhIGZ1bmRhbWVudGFsIGVuIGRpdmVyc2FzIMOhcmlhZG8gZGVzZGUgbGEgYXVob21hdGl6YWNpw7NuIGluZHVzdHJpYWwgaGFzdGEgbGEgZG9tw7NoaWNhLCBwYXNhbmRvIHBBvciBsYSBzYWx1ZCB5IGVsIEludGVybmVoIGRlIGxhcyBDb3NhcyAoSW9USABQAFgAcAB4AJABAjgBAKABAKoBALgBA8gBAPgBAvgBAZgCAKACAjgDAJIHAKAHAA&scient=gws-wiz-serp
- [2] “Overview of the Arduino IDE 1 | Arduino Documentation.” Accessed: Jan. 30, 2025. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/software/ide->

- v1/tutorials/Environment/?_gl=1*q5ya5h*_up*MQ..*_ga*MTkzNjc5Nzc1OC4xNzM2ODYzMDM4*_ga_NEXN8H46L5*MTczNjg2MzAzNy4xLjAuMTczNjg2MzAzNy4wLjAuNTkyNjEoOTEy
- [3] “Tinkercad.” Accessed: Feb. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.tinkercad.com/>
- [4] “Sensors and Actuators | part of Nanonetworks: The Future of Communication and Computation | Wiley-IEEE Press books | IEEE Xplore.” Accessed: Jan. 30, 2025. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10623922>
- [5] J. Camilo, A. Palacios, J. Sebastián, C. Laguna, and E. Pineda Cadena, “Vivienda domótica,” *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, pp. 1–10, Sep. 2024, doi: 10.26507/PAPER.3791.
- [6] M. S. Flores, “Plataformas de Posicionamiento Interno para Hogares Inteligentes,” 2021, Accessed: Feb. 13, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/22292>
- [7] P. Docs and D. • Simulator, “Connecting to a DHTxx Sensor Using a DHTxx Sensor with Arduino DHT CircuitPython Code • Adafruit CircuitPython Module Install • Wiring • Usage • Example Code”, Accessed: Jan. 30, 2025. [Online]. Available: <http://adafru.it/>
- [8] I. A. Ayoade, O. A. Adeyemi, O. A. Adeaga, R. O. Rufai, and S. B. Olalere, “Development of Smart (Light Dependent Resistor, LDR) Automatic Solar Tracker,” *Proceedings of the 5th International Conference on Information Technology for Education and Development: Changing the Narratives Through Building a Secure Society with Disruptive Technologies, ITED 2022*, 2022, doi: 10.1109/ITED56637.2022.10051239.
- [9] “Winsen MQ Sensor,MQ Series Gas Sensor.” Accessed: Jan. 30, 2025. [Online]. Available: https://www.winsen-sensor.com/mq-sensor.html?campaignid=10463189402&adgroupid=106436716769&feeditemid=&targetid=kwd-355576591810&device=c&creative=483241564758&keyword=mq%20gas%20sensors&gad_source=1&gclid=CjoKCQIAhvK8BhDfARIsABsPy4hCEjRlxipZeuBTi8Is8vy8FM3mLR5ljqvxtBCtdOoE_vn6pUfkl5MaAqYoEALw_wcB

- [10] B. Yang *et al.*, “Arduino Based Security System using Passive Infrared (PIR) Motion Sensor,” *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 655, no. 1, p. 012039, Feb. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/655/1/012039.
- [11] H. K. Kondaveeti, N. K. Kumaravelu, S. D. Vanambathina, S. E. Mathe, and S. Vappangi, “A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations,” *Comput Sci Rev*, vol. 40, p. 100364, May 2021, doi: 10.1016/J.COSREV.2021.100364.

ANDRÉS PROAÑO – VÍCTOR AGUIRRE – DIEGO ERAZO – DANILO
PORTILLA – JOSÉ ORTIZ – FERNANDO VALENCIA – DANILO
BASTIDAS



PRIMERA EDICIÓN

ALUMNI
EDITORIA
2025

INSTRUMENTACIÓN, ELECTRÓNICA Y APLICACIONES

MANUAL DE PRÁCTICAS PARA EL ESTUDIANTE

ISBN: 978-9942-7307-7-0



9 789942 730770