



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

ELABORACIÓN DE UNA PLACA DE
DESARROLLO PARA LA ENSEÑANZA
APRENDIZAJE DE SENSORES Y
ACTUADORES BASADO EN ARDUINO
PARA EL MÓDULO FORMATIVO DE
MICROCONTROLADORES, SISTEMAS
EMBEBIDOS E INTRODUCCIÓN A
INDUSTRIAS IOT EN SENATI

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA

JOSE CARLOS CAPCHA COLLADO

LIMA – PERÚ

2026

ASESOR

Mg. Alejandro Charre Montoya

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DR. LILIANA AIDEE MUÑOZ GUEVARA DE PEBE

PRESIDENTE

MG. MARINA FANY POBLETE ROBLES

VOCAL

DRA. LIDIA SERRANO MIRANDA DE AGUILAR

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo de investigación a mis padres quienes con esfuerzo y dedicación supieron guiarme por el camino correcto apoyándome en cada etapa de mi vida hasta lograr mis metas profesionales.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por brindarme salud y sabiduría para poder alcanzar mis objetivos propuestos.

A mi asesor por compartir sus conocimientos que me ayudaron a encaminar este trabajo de investigación hasta concluir con la misma.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación Autofinanciado



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	CAPCHA COLLADO JOSE CARLOS

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA**, autores del trabajo titulado: **ELABORACIÓN DE UNA PLACA DE DESARROLLO PARA LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE SENSORES Y ACTUADORES BASADO EN ARDUINO PARA EL MÓDULO FORMATIVO DE MICROCONTROLADORES, SISTEMAS EMBEBIDOS E INTRODUCCIÓN A INDUSTRIAS IOT EN SENATI**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA** bajo la modalidad de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	CHARRE MONTOYA ALEJANDRO	FAEDU	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **15%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3032128439**; fecha de entrega: **14-09-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: Lima, 14 de septiembre de 2026

Firma del asesor
N° DNI: 09228530
ORCID: 0009-0009-5177-8641

Firma del Co-asesor
N° DNI:
ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	2
1.1.1. Antecedentes nacionales	2
1.1.2. Antecedentes internacionales	4
1.2. Planteamiento del problema	5
1.3. Justificación del estudio	8
1.4. Pregunta de investigación.....	9
II. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
III. DESARROLLO DEL ESTUDIO	10
3.1. Método, Técnicas e instrumentos	10
3.2. Fundamentos teóricos y prácticos del estudio	11
3.2.1. Fundamentos pedagógicos.	11
3.2.2. Fundamentos tecnológicos	13
3.2.2.1. Placa de Desarrollo Arduino	13
3.3. Desarrollo del estudio.....	37
3.3.1. Diseño de la Placa de Desarrollo Arduino	37

3.3.2. Construcción de la Placa de Desarrollo Arduino	53
3.3.3. Comprobación de funcionalidad de la Placa de Desarrollo Arduino	60
3.3.4. Limitaciones	63
IV. CONCLUSIONES	65
V. RECOMENDACIONES	67
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
VII. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación de 3 tipos de sensores ultrasónicos	28
Tabla 2 Especificaciones eléctricas del sensor de proximidad infrarrojo	33
Tabla 3 Características eléctricas de la placa Arduino.....	39
Tabla 4 Relación de la hoja de operaciones del módulo formativo	46
Tabla 5 Lista de componentes electrónicos	69
Tabla 6 Lista de herramientas	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Placa de desarrollo Arduino y sus componentes	26
Figura 2 Tipos de sensores empleados en Arduino.....	27
Figura 3 Sensor de temperatura y humedad DHT22.....	29
Figura 4 Sensor de humedad del suelo CF-28	30
Figura 5 LCD I2C 16x2	31
Figura 6 Sensor de proximidad infrarrojo	32
Figura 7 Sensor de flama y sus partes.....	34
Figura 8 Sensor de gas MQ-2.....	35
Figura 9 Tipos de actuadores empleados en Arduino	36
Figura 10 Servomotor SG90	37
Figura 11 Módulo relé de 1 canal	37
Figura 12 Placa Arduino y sus partes.....	40
Figura 13 Entorno de desarrollo integrado (IDE Arduino).....	41
Figura 14 Aplicaciones de los sistemas embebidos con Arduino	42
Figura 15 Aplicaciones donde se encuentra el IOT	43
Figura 16 Cuadro de programación del módulo formativo.....	47
Figura 17 Etapas para el diseño de la Placa de Desarrollo Arduimo	49
Figura 18 Pantalla de inicio del programa Proteus	52
Figura 19 Pantalla principal del programa Proteus	53
Figura 20 Selección de componentes en Proteus	54
Figura 21 Componentes electrónicos dentro del área de trabajo de Proteus.....	55
Figura 22 Diseño del esquema electrónico completo de la Placa de Deasarrollo Arduino	56

Figura 23 Programa del sensor ultrasónico HC-SR04	58
Figura 24 Simulación del sensor ultrasónico HC-SR04	59
Figura 25 Pantalla principal del diseño PCB de Proteus	60
Figura 26 Diseño de la PCB de la Placa de Desarrollo Arduino	61
Figura 27 Vista en 3D de la Placa de Desarrollo Arduino	62
Figura 28 Vista de las pistas de la Placa de Desarrollo Arduino	63
Figura 29 Serigrafiado de la Placa de Desarrollo Arduino	64
Figura 30 Vista frontal de la Placa de Desarrollo Arduino	66
Figura 31 Vista reversa de la Placa de Desarrollo Arduino	67
Figura 32 Componentes electrónicos empleados en la implementación	68
Figura 33 Serigrafiado de la Placa de Desarrollo Arduino y sus componentes electrónicos	71
Figura 34 Placa de Desarrollo Arduino completo	72
Figura 35 Funcionamiento del LCD I2C	74
Figura 36 Funcionamiento del sensor HC-SR04	74
Figura 37 Funcionamiento del sensor de temperatura DTH22	75

RESUMEN

El estudio trata acerca de la elaboración de una placa de desarrollo para la enseñanza aprendizaje de sensores y actuadores basado en Arduino, como recurso didáctico para los estudiantes del módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e introducción a Industrias IOT de la carrera de Mecatrónica Industrial del SENATI. El objetivo general fue el diseño de una placa de desarrollo Arduino que contribuya a fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje mediante un recurso educativo que facilite la comprensión de conocimientos teóricos y prácticos asociados a los componentes electrónicos empleados en los sistemas embebidos, así como la programación de la placa Arduino.

El estudio se realizó bajo un enfoque cualitativo con una metodología proyectiva, enfocado al diseño de una solución con fines educativos apoyándose en la observación directa.

Como resultado, se logró una placa de desarrollo Arduino que integra elementos como sensores, actuadores y Arduino que permitirá realizar proyectos aplicados a los sistemas embebidos. Se concluye que la propuesta es un recurso didáctico viable que ayuda a fortalecer las habilidades técnicas de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje mas practico e interactivo en el campo de los sistemas embebidos.

PALABRAS CLAVES

Placa de desarrollo, Sensores, Placa Arduino, Sistemas Embebidos.

ABSTRACT

This study focuses on the development of an Arduino-based development board for teaching and learning about sensors and actuators, as an educational resource for students in the “Microcontrollers, Embedded Systems, and Introduction to IoT Industries” course within the Industrial Mechatronics program at SENATI. The overall objective was to design an Arduino development board that would help strengthen the teaching and learning processes by providing an educational resource that facilitates the understanding of theoretical and practical knowledge associated with the electronic components used in embedded systems, as well as the programming of the Arduino board.

The study was conducted using a qualitative approach with a project-based methodology, focused on designing a solution for educational purposes based on direct observation.

As a result, an Arduino development board was created that integrates elements such as sensors, actuators, and the Arduino itself, enabling students to carry out projects applied to embedded systems. It is concluded that the proposal is a viable teaching resource that helps strengthen students’ technical skills, promoting more practical and interactive learning in the field of embedded systems.

KEYWORDS

Development board, Sensors, Arduino board, Embedded systems.

I. INTRODUCCION

Actualmente es esencial que los estudiantes de nivel técnico de las carreras de electrónica, mecatrónica y afines conozcan y dominen tecnologías de control que les permitan diseñar, desarrollar, controlar, procesar datos, así como modificar el comportamiento de componentes electrónicos como sensores y actuadores para ejecutar soluciones tecnológicas de vanguardia.

El presente proyecto de investigación es la elaboración de una placa de desarrollo para la enseñanza aprendizaje de sensores y actuadores basado en Arduino (que en adelante denominaremos placa de desarrollo Arduino) como recurso didáctico para el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI. La propuesta se origina por la necesidad de contar con un recurso educativo que facilite el desarrollo de las hojas de programación (tareas), la placa de desarrollo Arduino integrará todos los componentes electrónicos empleados en los sistemas embebidos tales como sensores, actuadores y Arduino ayudando a fortalecer los conceptos teóricos por medio de la realización de tareas prácticas, así mismo contribuya a optimizar los procesos de enseñanza aprendizaje, promoviendo las competencias y habilidades técnicas de los estudiantes.

Actualmente existen muchas placas de desarrollo Arduino que integran la electrónica requerida para conectar a los microcontroladores componentes como sensores y actuadores, para el presente proyecto se empleara la placa Arduino ya que cuenta con un microcontrolador ATmega328P reprogramable y un conjunto de

pinos donde se pueden conectar dispositivos externos permitiendo el desarrollo de proyectos electrónicos de manera comprensible sumado a ello la compatibilidad que tiene con diversos sensores digitales, analógicos y actuadores empleados en muchos proyectos permite otorgar un aprendizaje práctico.

Por otra parte, los sensores y actuadores tienen una amplia gama de aplicaciones tales como la domótica, automatización, robótica y sistemas embebidos, es por ello que es indispensable saber su funcionamiento y como controlar su hardware a través de la programación.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes nacionales

Castañeda (2021), en su tesis titulada *“Desarrollo de robots prototipos interactivos digitales para el aprendizaje de la programación con tecnología ARDUINO para fortalecer la enseñanza de las fases de robótica a docentes de UGEL Chiclayo”* propone demostrar con la creación de prototipos interactivos de robots mejorar la enseñanza de la programación de la placa Arduino para reforzar el aprendizaje de los docentes de educación secundaria. En consecuencia, concluye habiendo aplicado la propuesta con tecnología Arduino, los docentes tuvieron mucho interés en la elaboración de proyectos electrónicos e innovadores con una programación fácil de entender a su vez permitiendo desarrollar sus actividades de docente de forma más eficiente mejorando el aprendizaje de sus estudiantes en la programación de robots. A su vez recomienda a los docentes seguir capacitándose en cursos de robótica con Arduino, debido a que cada vez es mayor la presencia de

aulas tecnológicas. El aporte del estudio permitió fortalecer la enseñanza de la robótica con la placa Arduino aumentando el ámbito de estudio en temas de tecnología tomándolo como un recurso didáctico para la enseñanza de los estudiantes.

Coaguila & Mamani (2022), en su tesis titulado “Uso de la Plataforma Educativa Arduino y su Influencia en el Desarrollo de la Creatividad en el Área Educativa para el Trabajo, de los Estudiantes del Cuarto Grado de Secundaria de la I.E. Juan Pablo Viscardo y Guzman, del Distrito de Hunter, Arequipa 2019” propone demostrar como la utilización de la placa Arduino mejoraría las capacidades creativas de los estudiantes. En consecuencia, concluyen la utilización de la placa Arduino influyo significativamente en fortalecer la creatividad en el área de educación para el trabajo validando su hipótesis planteada en su trabajo de investigación. A su vez recomienda realizar talleres de capacitación para los docentes en el empleo de la plataforma Arduino. El aporte del estudio determino que el empleo de la plataforma Arduino ayudo al desarrollo creativo de los estudiantes y docentes del nivel secundario.

Roncal (2022), en su tesis titulado “Propuesta de Implementación de Sensores con Tecnología Arduino para la Empresa ACQUAZEN, Chimbote 2019” propone el diseño e implementación de sensores programados con placa Arduino que permitan determinar la calidad de agua de mesa que garantice la salud del consumidor. Concluye lo siguiente, la implementación del sensor analógico de PH contribuye a mejorar la verificación del nivel de la calidad del producto. Recomienda a empresas desarrollar este tipo de proyecto para automatizar el control del PH del producto de agua de mesa, teniendo en cuenta que es una

implementación de bajo costo. El aporte se basa en los resultados que se obtiene en tiempo real pudiendo tener un control del PH, alcalinidad y la acidez del producto para los consumidores.

1.1.2. Antecedentes internacionales

Sánchez (2020), en su tesis titulada “Módulo de Entrenamiento para el Desarrollo de Aplicaciones Electrónicas Orientadas a la Industria Basado en Microcontrolador Arduino” el siguiente trabajo tiene como propósito la creación de un módulo didáctico para la realización de tareas practicas aplicadas a la electrónica industrial basado con placa Arduino en el Instituto de Educación Superior publica UTS. Al finalizar su estudio concluye que implementar módulos didácticos dinamiza el aprendizaje a su vez facilita la realización de diferentes practicas expandiendo las capacidades de los estudiantes poniendo en práctica la teoría para su posterior aplicación a prácticas reales. Asu vez recomienda la inclusión de más módulos como los realizados, sugiere ubicar los módulos en un lugar fresco y seco por lo que la humedad podría dañar los componentes electrónicos empleados. El aporte del estudio permitirá a los docentes complementar las estrategias de enseñanza que conlleve una mejor comprensión de los temas tratados por los estudiantes.

Almendariz (2023), en su tesis titulada “Implementación de Módulos de Entrenamiento Basado en Plataforma Arduino para el Laboratorio de Electrónica de la carrera de Tecnologías de la Información” el presente estudio tiene como idea principal consolidar los conocimientos teóricos de los estudiantes y llevarlos a la práctica a través de módulos de entrenamiento basado en Arduino. Concluyendo

con la investigación de los diversos componentes electrónicos con que cuentan en su laboratorio de electrónica y cuales pueden emplearse en las diversas tareas y procesos con la plataforma Arduino. Recomienda emplear dispositivos electrónicos que ayuden a mejorar los módulos para potenciar los conocimientos teóricos de los estudiantes. En cuanto al aporte del estudio realizado permite contar con un módulo de entrenamiento debidamente funcional permitiendo fortalecer el aprendizaje obtenido en las aulas y al desarrollo de nuevas habilidades.

Muñoz (2024), en su tesis titulada “Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico Basado en Arduino y Enfocado en Sensores Industriales de Proximidad” propuso la creación de un módulo didáctico que integre la placa Arduino y el sensor de proximidad como un desarrollo educativo que ayudara a entender la forma de programar y entender cómo funciona dicho sensor. Concluyo que el empleo de dicho módulo didáctico conlleva a logros de aprendizaje de los estudiantes, sumado a ello indica que la implementación del módulo didáctico permite el acondicionamiento de la placa Arduino con el sensor. Recomienda promover la implementación de módulos didácticos en las prácticas de laboratorios que permitan a los estudiantes tener una mejor comprensión en la programación y funcionamiento de estos dispositivos. El aporte de este estudio permite verificar el rendimiento de los sensores acondicionados a la placa Arduino mediante las practicas desarrolladas en laboratorios.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad Arduino ha logrado avanzar significativamente debido a las numerosas aplicaciones donde se encuentran, tales como la domótica, sistemas

embebidos, robótica y automatización, su fácil uso y su adaptación a diversos componentes electrónicos como sensores y actuadores, permite a los estudiantes obtener datos como temperatura, distancia, humedad en tiempo real, por lo mencionado lo convierte en una herramienta de mucho valor en el ámbito de la educación.

Vasques et al (2023) indica que Arduino Uno es adaptable con una amplia gama de sensores y actuadores y ciertos módulos que lo hace ideal al momento de realizar proyectos de diversa índole, agrega que es una buena opción para principiantes y expertos debido a su fácil uso y programación.

En nuestra región Magallanes (2023) indica que, gracias a los avances tecnológicos, las placas de desarrollo en los cursos de electrónica y programación últimamente han cobrado importancia dado que nos permite trabajar de manera rápida, ordenada y eficaz. Estas placas de desarrollo se basan en reunir componentes electrónicos para evitar el armado de un circuito desde cero porque ya vienen integradas, listas para su programación y aplicación.

Actualmente, el módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industria IOT, dictado en el IV semestre de la carrera de Mecatrónica Industrial en SENATI, para su desarrollo se dispone de cuatro semanas de las cuales dos semanas corresponde a la programación de microcontroladores PIC y otras dos semanas a la programación de la placa Arduino, funcionamiento de sensores y actuadores empleados en los sistemas embebidos, es en esta última parte del módulo formativo donde se emplea plataformas online como Tinkercad y Wokwi que permita realizar la simulación del funcionamiento

de los sensores y actuadores, el problema principal que se tiene con el empleo de simuladores es la carencia de autenticidad física, esto se debe a que estos últimos frecuentemente emplean componentes electrónicos ideales lo cual no reproduce la conducta real de los circuitos evitando errores en la conexión, los cortocircuitos y componentes electrónicos defectuosos, limitando el aprendizaje práctico que permite desarrollar las competencias reales por parte de los estudiantes.

El empleo de dichas plataformas limita a los estudiantes comprender la funcionalidad e implementación de los diversos componentes electrónicos tales como los sensores y actuadores empleados en los sistemas embebidos, por otra parte, dichas plataformas online requieren de una conectividad a internet constante, la falta de conectividad dificultaría la realización las tareas programadas.

La causa fundamental del problema es la carencia de un recurso didáctico integrado que trae como consecuencia un bajo nivel de aprendizaje, no se logra tener las competencias técnicas que se requiere para la implementación real de proyectos de innovación tecnológica por lo cual no garantiza un aprendizaje efectivo con respecto al manejo práctico de los diversos componentes electrónicos.

Bajo este escenario la elaboración de una placa de desarrollo Arduino permitirá disminuir las limitaciones que se tiene con el uso de plataformas online, permitiendo a los estudiantes interactuar de forma directa con los sensores y actuadores empleados en los sistemas embebidos fortaleciendo su aprendizaje teórico – práctico.

1.3. Justificación del estudio

La placa de desarrollo Arduino otorga a los estudiantes la posibilidad de poder realizar y experimentar de manera directa y práctica con los componentes electrónicos empleados en los sistemas embebidos fortaleciendo los conceptos teóricos de programación de Arduino, el funcionamiento de sensores y actuadores permitiendo adquirir competencias técnicas para un entorno laboral.

Al disponer de una placa de desarrollo Arduino los estudiantes tendrán la oportunidad de adquirir destrezas en el diseño, conexión y programación de los diversos componentes electrónicos para su funcionamiento, de esta manera poder fortalecer sus habilidades técnicas.

La elaboración de la placa de desarrollo Arduino permitirá contribuir a los docentes encargados de dictar el curso de programación de Arduino tener una herramienta de trabajo para crear sus propias aplicaciones y programaciones que ayuden a contribuir con el aprendizaje del estudiante.

La realización del trabajo de investigación es posible ya que se cuenta con los medios bibliográficos y tecnológicos para la elaboración de la placa de desarrollo Arduino en el módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

1.4. Pregunta de investigación

De acuerdo con lo expuesto, la pregunta de investigación propuesta es la siguiente:

¿Cómo diseñar una placa de desarrollo Arduino para la mejora del aprendizaje en el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI?

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Diseñar una placa de desarrollo Arduino para la mejora del aprendizaje en el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

2.2. Objetivos específicos

OE1. Diseñar el esquema electrónico de la placa de desarrollo Arduino para la enseñanza aprendizaje de sensores y actuadores en el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

OE2. Construir la Placa de Desarrollo Arduino para la Enseñanza Aprendizaje de Sensores y Actuadores en el Módulo Formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

OE3. Verificar la funcionalidad tecnológica de la placa de desarrollo Arduino para la enseñanza aprendizaje de sensores y actuadores en el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

III. DESARROLLO DEL ESTUDIO

3.1. Método, Técnicas e instrumentos

El presente trabajo de investigación aplicó un enfoque cualitativo con un alcance proyectivo. Este enfoque permitió entender, ahondar y describe los hechos en una situación determinada dentro del módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI, así mismo generar una propuesta de solución basada en dicho contexto.

El estudio se basa en una investigación proyectiva siguiendo lo mencionado por Herrera (2000), quien determina que dicha investigación tiene como objetivo diseñar, así como elaborar una propuesta de solución para resolver ciertas situaciones a partir de una evaluación de los requerimientos en un momento determinado.

Este tipo de investigación no precisa una aplicación inmediata, solo basta que el diseño o la propuesta esté listo para su ejecución.

Esta premisa nos permite determinar una situación real y formular una propuesta de solución para lo cual se aplicó la técnica de observación directa que nos permitió conocer la situación actual y proponer una solución, se identificó la

carencia de una placa de desarrollo Arduino que limita el aprendizaje de los estudiantes en la programación básica de Arduino, así como el funcionamiento de los componentes electrónicos empleados en los sistemas embebidos.

La revisión bibliográfica fue esencial en la elaboración del proyecto ya que nos permitió recopilar información de diversos autores de revistas científicas, libros relacionados al tema de investigación y manuales de programación de placa Arduino, acorde al plan curricular del módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT para el año 2026-10.

Para realizar el estudio se procedió de la siguiente manera:

- Diseño de la placa de desarrollo Arduino.
- Construcción de la placa de desarrollo Arduino.
- Verificar la funcionalidad tecnológica de la placa de desarrollo Arduino.

3.2. Fundamentos teóricos y prácticos del estudio

Arias (2012) sostiene que, las bases teóricas tienen amplia implicancia en el desarrollo de los conceptos y proposiciones para sustentar y explicar temas relacionados con el proyecto a desarrollar. En este sentido, la base teórica de la presente investigación comprende un conjunto de conceptos dirigidos a explicar los temas más significativos.

3.2.1. Fundamentos pedagógicos.

Según Morales (2012) define los recursos didácticos como, un grupo de medios materiales pudiendo ser físicos o virtuales que intervienen directamente en

el proceso de enseñanza aprendizaje despertando el interés de los estudiantes, facilitando la tarea del docente; además su principal ventaja es la adaptación a cualquier contenido.

Veliz (2020) basándose en las investigaciones de Jean Piaget (1969) afirma que en el modelo constructivista los estudiantes construyen sus conocimientos de manera activa interviniendo en la elaboración de sus propios aprendizajes a través de la indagación, la experimentación y la meditación.

La elaboración de la placa de desarrollo Arduino se basa en el constructivismo como enfoque pedagógico, porque propone la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. A través del manejo de componentes electrónicos (sensores, actuadores, pulsadores, Leds, Arduino) y su posterior programación relacionados con los sistemas embebidos, el proyecto plantea afianzar los conocimientos teórico por medio de la realización de proyectos prácticos reales, consolidando un aprendizaje técnico significativo y duradero.

La propuesta del MINEDU señala que la instrucción basada en competencias facilita el aprendizaje gradual de conocimientos, habilidades y destrezas por parte de los estudiantes alcanzando las competencias que demanda el ámbito laboral. SENATI como institución educativa tecnológico promueve el modelo por competencias, donde los contenidos y hojas de operaciones (tareas) están enfocadas en las necesidades del sector productivo para asegurar la empleabilidad.

3.2.2. Fundamentos tecnológicos

3.2.2.1. Placa de Desarrollo Arduino

De acuerdo con Abad (2015) una placa de desarrollo Arduino es una plataforma física que posibilita al estudiante la interacción con los diversos componentes electrónicos instalado en ella, mediante un programa estructurado para realizar tareas sencillas o complejas como pueden ser sensores que activen actuadores que depende de los valores recogidos del entorno.

Para Batista y Lozada (2023), una placa de desarrollo Arduino es una herramienta educativa que permite un entorno de trabajo real mejorando el aprendizaje y habilidades de los estudiantes.

Cabe destacar que la placa de desarrollo Arduino deberá tener una plataforma para poder programar el microcontrolador que contenga la placa Arduino, dicho programa permitirá al estudiante adquirir los conocimientos necesarios en la programación y funcionamiento de los sensores y actuadores de manera dinámica, efectiva y poder aplicar dichos conocimientos de manera eficiente a situaciones dentro de la industria. En la fig. 1 se muestra una placa de desarrollo Arduino con sus componentes listo para su programación y funcionamiento.

Figura 1

Placa de desarrollo Arduino y sus componentes



Nota. Extraído de Aprender Creando, pertenece al sitio:

(<https://www.shop.aprendercreando.com.pe/product/arduino-sensor-kit-base>)

3.2.2.2. Sensores

Según Castillo (2020), los sensores están diseñados para detectar una magnitud como puede ser la temperatura, presión y transformarla en una señal eléctrica que sirva como señal de entrada a un microcontrolador, como un PIC o Arduino, los sensores son ampliamente empleados en robótica, en la industria y la automatización.

El funcionamiento de los sensores suele centrarse fundamentalmente en la transducción que consiste en convertir la energía recibida en información que servirá como alimentación para los equipos de automatización como puede ser un PLC, PIC, Arduino.

Teniendo en cuenta la diversidad de sensores que podríamos adaptar a la placa Arduino, Zabala (2007), sugiere algunos sensores que todo estudiante interesado en aprender a programar Arduino debería conocer, tales como sensor de

movimiento, sensor ultrasónico, sensor infrarrojo, sensor de temperatura y humedad.

Figura 2

Tipos de Sensores empleados en Arduino



Nota. Extraído de Talos Electronic. Pertenece al este sitio:

<https://www.taloselectronics.com/products/kit-de-16-sensores-para-arduino-y-raspberry>.

3.2.2.3. Sensor Ultrasónico HC-SR04

Flores (2013) refiere que:

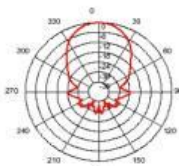
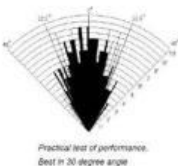
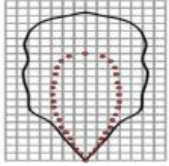
El sensor HC-SR04 está conformado por elementos ultrasónicos, un emisor y un receptor debido a que su principio de funcionamiento se basa en emitir señales ultrasónicas al frente del sensor, para que posteriormente rebote y sea recibido por el receptor, la electrónica interna calcula la distancia a objeto por medio del tiempo que se tarda en rebotar, agrega que el sensor tiene cuatro terminales , dos de ellas que son alimentación del sensor y los otros dos para que se conecten con los terminales del Arduino (p.174).

Uno de los parámetros físicos más importantes en los sistemas embebidos y la robótica es la distancia, por consiguiente, tener conocimiento de sensores que permitan medir dicho parámetro es de suma importancia, en el mercado existen diversos tipos de sensores que permiten conocer la distancia del objeto hacia el sensor, para la elaboración de la placa de desarrollo Arduino emplearemos el sensor ultrasónico HC-SR04.

En Tabla 1 podemos observar las características eléctricas de tres sensores de distancia, dicha tabla nos permitirá entender las ventajas del sensor HC-SR04 con respecto a los demás.

Tabla 1

Comparación de 3 tipos de sensores ultrasónicos

	DEVANTECH SRF04	HC-SR04	GY-US42 I2C
Presentación			
Voltaje de operación	5V DC	5V DC	5V DC
Corriente de trabajo	30 – 50 mA	15 mA	9 mA
Comunicación	TTL	TTL	TTL – I2C
Rango de lectura	3 – 300 cm	2 – 400 cm	20 – 720 cm
Dimensión	43 x 20 x 17 mm	45 x 20 x 15 mm	21.5 x 21 x 24.5 mm
Ángulo de medición			

Nota: extraído de la tesis de pregrado Universidad Católica Santa María

3.2.2.4. Sensor de Temperatura / Humedad DHT22

La temperatura es un factor físico que determina una cierta cantidad de energía que tiene un cuerpo o sustancia que puede ser medido en grados Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Ranking.

López (2018) determina, el sensor nos permite medir la temperatura y humedad relativa proporcionando salidas digitales.

Se selecciono este tipo de sensor debido a que tiene una respuesta rápida al momento de sensar la variable de temperatura y humedad, podemos mencionar los rango mínimos y máximos con respecto a las temperatura y humedad que maneja dicho sensor:

- Temperatura: 0 a 50°C (Resolución 1°C).
- Humedad: 20 a 90°C (Resolución 1°C).

Figura 3

Sensor de temperatura y humedad DHT22



Nota. Extraído de Didácticas Electrónicas I+D, pertenece al sitio:

<https://www.didacticaselectronicas.com/shop/dht22-eco-sensor-de-humedad-y-temperatura-dht22-educativo-generico-39484#attr=>

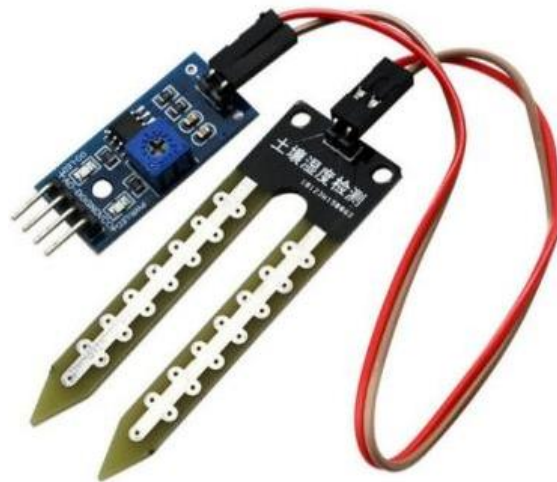
3.2.2.5. Sensor de Humedad del Suelo

La humedad está relacionada con moléculas de agua que se pueden encontrar en alguna sustancia y su magnitud viene asociada con el número de moléculas de agua que absorbe dicha sustancia, la capacidad de estos objetos que tienen para absorber la humedad pueden generar cambios o alteraciones en sus propiedades físicas, químicas y biológicas” (Corona et al., 2014 p. 200).

Para el desarrollo del estudio empleamos el sensor de humedad de suelo FC-28 este tipo de sensor es analógico y el más empleado cuando se trata de medir la humedad del suelo a su vez por su compatibilidad con Arduino y otros microcontroladores.

Figura 4

Sensor de humedad del suelo CF-28



Nota. Extraído de nanoparuro, pertenece al sitio:

<https://nanoparuro.com/shop/yl-69-fc-28-sensor-de-humedad-de-suelo-para-arduino-mcu-yl-38-control-de-humedad-ss-393pcb-296#attr=>

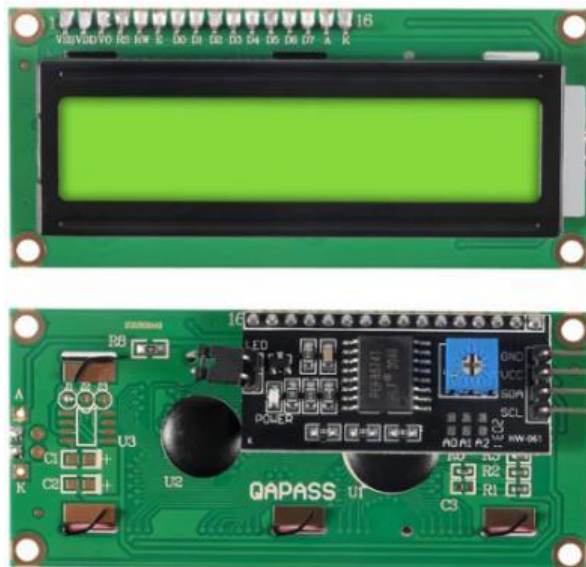
3.2.2.6. Pantalla LCD

Según López (2018) el LCD (pantalla de cristal líquido) es un dispositivo ampliamente empleado para mostrar datos de manera gráfica, a través de letras, símbolos o pequeñas ilustraciones.

Los modelos convencionales de LCD tienen por lo general ocupan muchos pines de conexión con el Arduino, pines que podrían ser empleados para conectar sensores o actuadores, para el proyecto desarrollado emplearemos el LCD I2C que se controla con protocolo de comunicación y es el más adecuado cuando se desea realizar una menor conexión de cables.

Figura 5

LCD I2C 16x2



Nota. Pantalla LCD I2C extraído de SAISAC MECATRÓNICA, pertenece al sitio:

<https://mecatronica.saisac.pe/producto/pantalla-lcd-16x2-i2c/>

3.2.2.7. Sensor de proximidad infrarrojo

OKYSTAR (2017) indica, el sensor de proximidad infrarrojo está conformado por un emisor y receptor IR cuyo principio de funcionamiento se basa en el reconocimiento de obstáculos en un rango de 2 a 30cm de distancia.

Los sensores infrarrojos suelen trabajar de manera eficiente detectando elementos de color negro para distancias mínimas y elementos de color blanco para distancias máximas.

Figura 6

Sensor de proximidad infrarrojo



Nota. Sensor de proximidad infrarrojo extraído de OKYSTAR, pertenece al sitio:

<https://agelectronica.lat/pdfs/textos/O/OKY3127.PDF>

En la Tabla 2 podemos observar las especificaciones eléctricas que son muy importantes al momento de energizar dicho sensor, así como el Angulo de cobertura de detección de objetos.

Tabla 2

Especificaciones eléctricas del sensor de proximidad infrarrojo

Parámetro	Descripción
Voltaje de trabajo	3V a 5V
Ángulo de cobertura	35°
Rango de detección	2cm a 30cm
Consumo de corriente	23mA (3.3V) – 43mA(5V)
Circuito de detección	LM393 con tecnología IR
Led indicador	Alimentación y obstáculos
Sensibilidad	Ajustable
Orificio de montaje	Diámetro 3mm
Dimensiones	31mm x 14mm

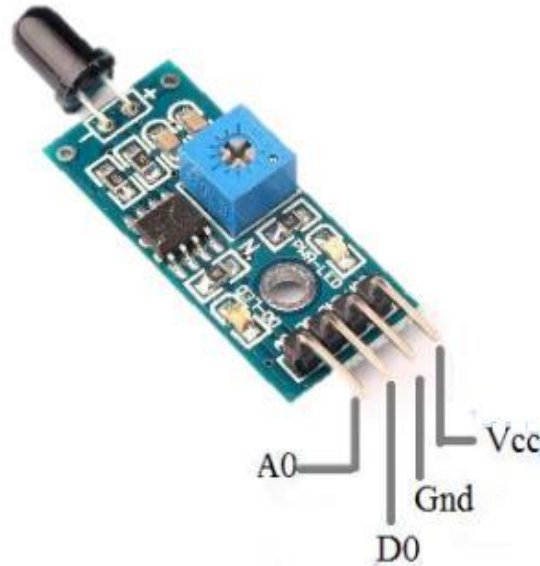
3.2.2.8. Sensor de flama

OKYSTAR (2017) refiere, el sensor de flama es un dispositivo que mide los cambios de longitud de luz infrarroja emitida por el fuego en un rango de 760nm a 1100nm, tiene una sensibilidad de 60 grados.

Los sensores de flama son dispositivos empleados como sistemas de seguridad en procesos donde se detecte variaciones de combustión que estén fuera de su rango de trabajo.

Figura 7

Sensor de Flama y sus partes



Nota. Sensor de proximidad infrarrojo extraído de OKYSTAR, pertenece al sitio:

<https://agelectronica.lat/pdfs/textos/O/OKY3053.PDF>

3.2.2.9. Sensor de gas

Los sensores de gas son transductores entre una reacción química de un determinado gas y una resistencia de óxido semiconductor y el cambio de resistividad del material con el cual ocurre la reacción. (Corona et al., 2014, p. 262).

El sensor de gas modelo MQ-2 surge como una opción cuando se trata de detectar gases inflamables y humo en el ambiente, la compatibilidad que tiene con algunos microcontroladores lo hace ideal para trabajar con Arduino.

Figura 8

Sensor de gas MQ-2



Nota. Extraído de HI-FI Electrónica, pertenece al sitio:

<https://hifisac.com/shop/mq2-mq-2-sensor-para-la-deteccion-de-glp-i-butano-propano-metano-alcohol-hidrogeno-sensor-de-gas-de-alta-sensibilidad-1598#attr=>

3.2.2.10. Actuadores

Corona et al. (2014) sostiene, un actuador es todo dispositivo que transforma diversos tipos de energía como puede ser eléctrica en un movimiento mecánico.

Los actuadores tienen un extenso abanico de aplicaciones que van desde la vida diaria hasta la industria.

Existen diversos tipos de actuadores que podría adaptarse al Arduino, para la elaboración de la placa de desarrollo de este proyecto emplearemos los más comunes como son Motor DC, Servomotores, Leds, Módulo Relé.

Figura 9

Tipos de actuadores empleados en Arduino



Nota. Actuadores, indicadores de señal y activadores usados en conjunto con Arduino.

3.2.2.11. Servomotor

López (2018), un servomotor es un dispositivo electrónico similar a un motor dc con la particularidad de ubicarse en cualquier posición dentro de un rango establecido manteniendo su posición.

Lo particular de estos dispositivos, es poder a través de la programación de la placa Arduino ordenar la cantidad de grados de giro, su aplicación es amplia desde el control de coches dirigidos hasta el control de movimiento de pequeños ascensores.

Figura 10

Servomotor SG90



Nota. Extraído de dcelectrónica, pertenece al sitio:

https://www.dcelectronica.com.ar/index.php?route=product/product&product_id=28435

3.2.2.12. Módulo Relé

Para poder tener la activación y control de los actuadores se requiere un amplificador de corriente, motivo por el cual se suele usar con mucha frecuencia a los módulos de relés, según López (2018), el relé es un dispositivo electromagnético que se activa por una bobina interna que permite abrir o cerrar sus contactos.

Figura 11

Módulo relé de 1 canal



Nota. Extraído de Master, pertenece al sitio:

https://master.com.mx/products/modulo-relevador-de-5var1relay?srsId=afmbooqvcfuovotm_uziuftc_akwlxrhqf59eodgh_yolcaunph9qmp0

3.2.2.13.Arduino

Sepulveda y García (2022) refieren lo siguiente:

Arduino es un dispositivo electrónico que lleva un microcontrolador ATmega328P, con el cual podemos procesar e interpretar información y realizar diversas tareas que van desde el control del movimiento de un motor, detectar la presencia de objetos alrededor, así como medir los tiempos entre dos eventos, prender y apagar una lampara (p.9).

El software a emplear para la programación de la placa Arduino es de código abierto (Open Source) eso es una gran ventaja en comparación a otros dispositivos que tienen internamente microcontroladores que requieren de un programa de elevado costo para su programación.

En la actualidad existen muchos modelos de placa Arduino que según los requerimientos de desarrollo se pueden emplear, el más común es la placa de Arduino UNO. Es importante, como cualquier dispositivo electrónico, tener en cuenta las características eléctricas de la placa Arduino.

Antes de realizar la conexión de los sensores y actuadores con la placa Arduino es importante tener en cuenta la distribución de los pines de entrada / salida con que cuenta dicha placa, identificar los terminales de energía, saber cuánto es el voltaje permitido tanto de la placa Arduino como los sensores y actuadores ya que si se excede del voltaje máximo permitido podría dañar todo los componentes conectados con que cuenta la placa Arduino, en la Tabla 3, se puede observar las características eléctrica que tiene la placa Arduino.

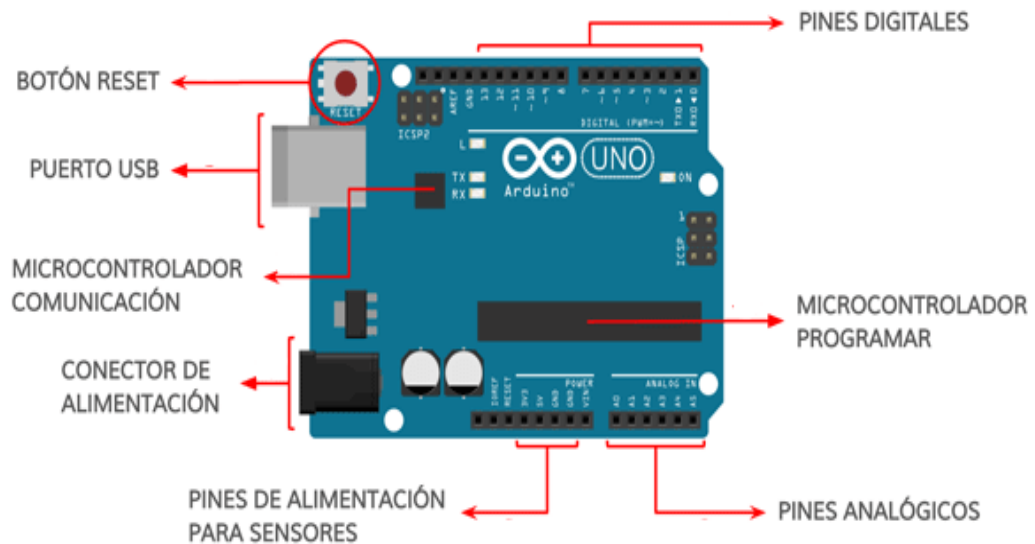
Tabla 3*Características eléctricas de la placa Arduino*

Microcontrolador	ATmega328
Tensión de funcionamiento	5 voltios de corriente directa
Voltaje de entrada (recomendada)	7 – 12 voltios de corriente directa
Voltaje de entrada (Mínimo / Máximo)	6 – 20 voltios de corriente directa
Entrada y Salida digitales	14
Entradas analógicas	6
Salidas PWM	6
Corriente continua por pin E/S	40mA
Corriente continua por pin 3.3V.	50mA
Memoria Flash	32KB
SRAM	2KB (ATmega328)
Memoria EEPROM	1KB (ATmega328)
Frecuencia de Clock	16Mhz

En la Figura 12 se puede apreciar la placa Arduino Uno con sus partes más importantes como son los pines de entrada – salida, microcontrolador, conectores de fuente de energía.

Figura 12

Placa Arduino Uno y sus partes



Nota. Extraído de Aprendiendo Arduino. Pertenece a este sitio:

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/06/18/kit-de-practicas/>

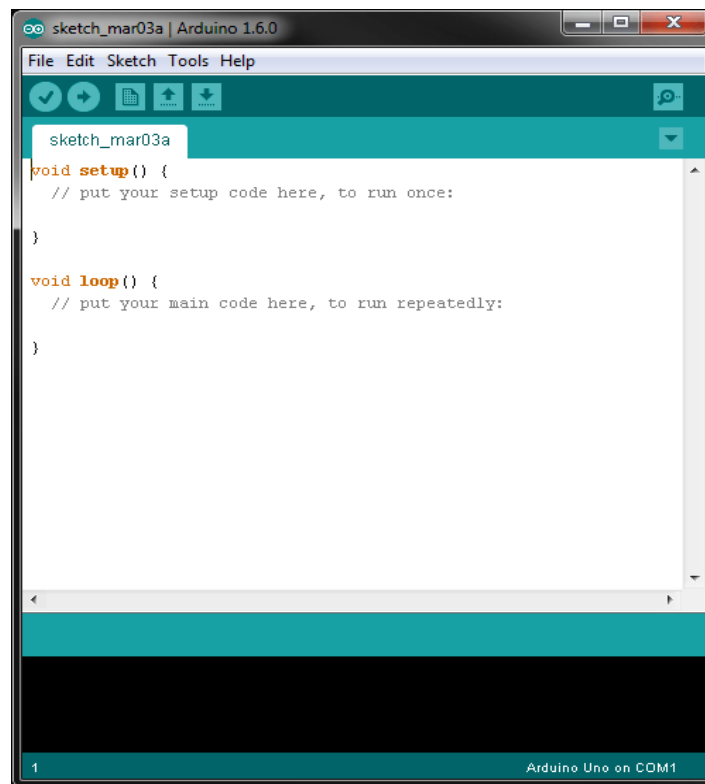
3.2.2.14. IDE Arduino

Según Flores (2013), el IDE Arduino es el software que permite realizar la programación del Arduino, es un entorno de desarrollo integrado donde se podrá editar, verificar y crear el firmware para las aplicaciones a ejecutar en lenguaje C/C++.

El IDE Arduino es una herramienta esencial al momento de programar cualquier microcontrolador programable, dicho programa se almacena en su memoria interna de manera permanente (hasta el momento de realizar un nuevo programa si es necesario).

Figura 13

Entorno de desarrollo integrado (IDE Arduino)



Nota. Extraído de Aprendiendo Arduino, pertenece al sitio:

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2019/06/15/ide-arduino-y-configuracion-3/>

3.2.2.15. Sistemas Embebidos

CePETel (2021) indica, los sistemas embebidos están diseñados para funciones concretas, desarrollado bajo Hardware, Firmware y Software permitiendo al usuario tomar decisiones sobre la funcionalidad.

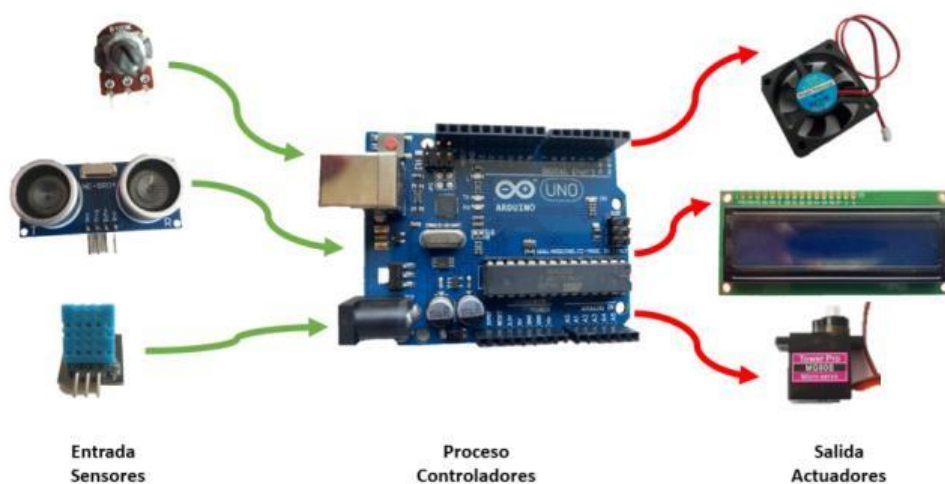
Es común encontrar dentro de los sistemas embebidos microcontroladores o microprocesadores, para la elaboración de la placa de desarrollo de sensores y actuadores basado en Arduino, emplearemos la placa Arduino debido a que su

hardware y software son simples e intuitivos al momento de conectar y programar, Arduino puede interpretar datos de entrada de sensores analógicos como digitales y tener el control por sus terminales de salida actuadores como motores, leds.

Los sensores y actuadores que con frecuencia suelen encontrarse en los sistemas de embebidos son de temperatura, distancia, humedad del suelo, para el control de dichos sensores es importante realizarlo mediante la programación de Arduino, el software empleado será el Arduino IDE.

Figura 14

Aplicaciones de los sistemas embebidos con Arduino



Nota. Placa Arduino conectado con sus periféricos de entrada y salida.

3.2.2.16. Internet de las Cosas IOT

Barrios (2022) define lo siguiente, el IOT es una tecnología que se basa en la conexión de diversos objetos como sensores y actuadores que intercambian y procesan la información recogida de su entorno de trabajo.

Lajara y Pelegrí (2014) indica, el IOT es una red de dispositivos como sensores conectados entre sí, precisa que estos dispositivos intercambian información que permita la manipulación remota de los actuadores.

La placa Arduino es uno de los más empleados cuando se habla de IOT esto se debe a que sus terminales de entrada y salida permiten manipular en tiempo real sensores digitales como analógicos de manera simultánea debido a su fácil instalación y programación.

Figura 15

Aplicaciones donde se encuentra el IOT



Nota. Aplicaciones comunes donde se puede apreciar al IOT en el hogar y la industria.

3.2.2.17. Fundamento curricular

Ministerio de Educación (MINEDU) (2015) señala, La instrucción basada en competencias y estructurado en módulos curriculares facilita que las personas avancen gradualmente en la acumulación de conocimientos y logren un cúmulo de competencias que tenga relación con el ámbito laboral.

SENATI emplea el diseño y desarrollo de currículo en el enfoque por competencias, estructurados en función a situaciones y acciones donde el estudiante adquiere una serie de herramientas, conceptos, técnicas y habilidades para resolver el problema.

La placa de desarrollo Arduino interviene como un puente en la forma de aprender la programación de Arduino, funcionamiento de sensores y actuadores al modificar la teórica desarrollada en plataformas online a desarrollar proyectos prácticos alineados a las hojas de operaciones y contenido curricular del módulo formativo Microcontroladores, Sistemas embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

Este recurso didáctico está estructurado para el desarrollo de proyectos de un nivel básico hasta niveles avanzados que respondan al desarrollo de las hojas de operaciones realizadas en el taller del módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

Los estudiantes desarrollaran habilidades prácticas en el cableado, funcionamiento de sensores y actuadores, diagnosticar fallas y optimizar la programación permitiendo que los conceptos teóricos se relacionen con proyectos reales aplicados en la industria.

3.2.2.18. Módulo Formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.

El Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI) es una institución de formación profesional tecnológica cuya metodología de

enseñanza se basa en la Formación Profesional Dual (teoría en aula y práctica en empresa) se focaliza en metodologías participativas y activas en la cual los estudiantes resuelven tareas auténticas del sector productivo (Senati, 2016).

La Escuela de Electrotecnia del SENATI, sede Independencia cuenta con las siguientes carreras:

- Instrumentación y Control de Procesos Industriales.
- Mecatrónica Industrial.
- Electrónica y Automatización Industrial.
- Electricidad industrial.
- Climatización y Refrigeración.

La carrera de Mecatrónica Industrial en la sede de independencia se desarrolla en VI semestre de estudio, el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT se dicta en el IV semestre, en dicho módulo se brinda los conocimientos teóricos prácticos donde el estudiante adquiere la habilidad en el manejo de máquinas, herramientas, equipos, instrumentos y estándares de medición. El módulo tiene una duración de 4 semanas de las cuales 2 semanas se realiza la programación de microcontroladores PIC y las 2 semanas restantes programación de placa Arduino, manejo de sensores y actuadores donde consta de 9 hojas de operaciones, el diseño curricular responde a las necesidades del mercado laboral que ofrece SENATI como formación profesional técnica (Senati, 2023).

Tabla 4

Relación de la hoja de operaciones del módulo formativo y prácticas de laboratorio propuestas

Nº	Hojas de Operaciones	Práctica de laboratorio
1	H0-05	Reconocer los componentes de un sistema con plataforma Arduino.
2	HO-06	Elaborar programa intermitente para la plataforma Arduino.
3	H0-07	Elaborar programa de 4 secuenciales y la plataforma Arduino.
4	H0-08	Elaborar programa para generar sonido con la plataforma Arduino.
5	H0-09	Elaborar programa de lectura de información con la plataforma Arduino.
6	H0-10	Elaborar programa para LCD, plataforma Arduino.
7	H0-11	Elaborar programa para control de motores DC.
8	H0-12	Elaborar programa para control de servomotor, plataforma Arduino.
9	HO-13	Verificar funcionamiento de un circuito de control de motores utilizando sensor ultrasonido.

Nota: La tabla muestra las 9 de las 13 operaciones correspondientes a la programación de la placa Arduino.

3.2.2.19. Plan de estudio del curso de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.

- **Objetivo**

Al finalizar el módulo formativo el estudiante será capaz de dar soluciones a equipos electrónicos mediante el uso de microcontroladores.

- **Plan de estudio**

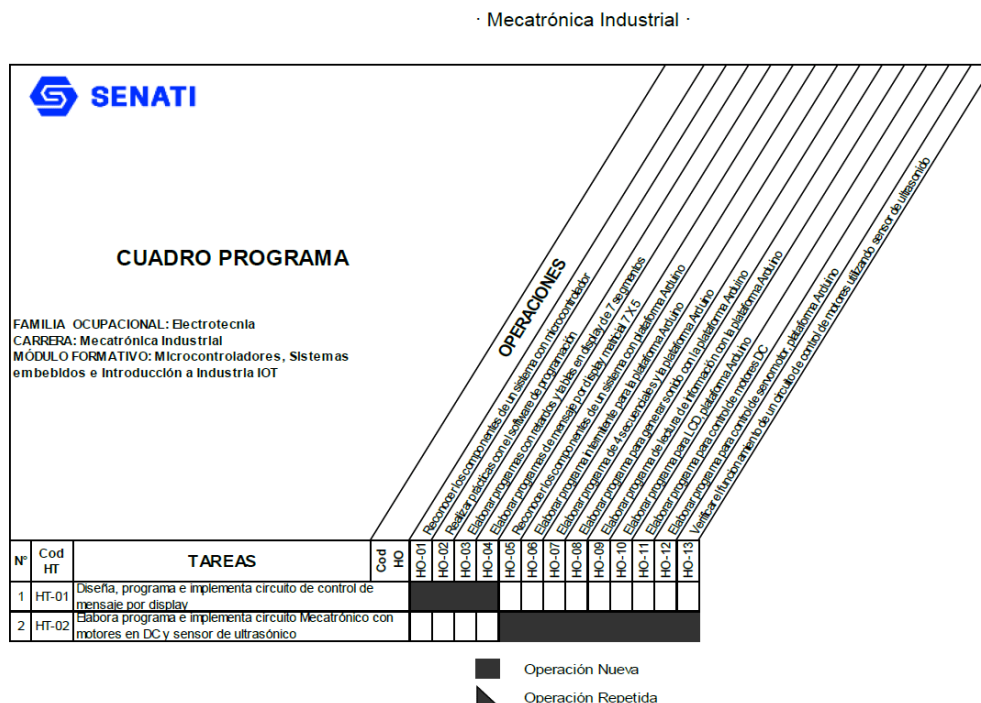
El módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT corresponde al IV semestre es el segundo módulo de los cuatro que se dictan en el semestre.

- **Cuadro de programación**

El módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT, está conformado por el desarrollo curricular, tareas y hojas de operaciones, como se muestra en la figura 16.

Figura 16

Cuadro de programación del módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT



Nota. Gráfica extraída del cuadro de programa 202310.

3.2.2.20. Competencias Profesionales

El profesional técnico en Mecatrónica Industrial, adquiere los conocimientos fundamentales para planificar, organizar, ejecutar y realizar tareas relacionadas al diseño industrial, además podrá realizar montajes y operar equipos que tenga relación con la mecánica y electrónica para el control de variables de posición, aplicar los conocimientos informáticos y tecnológicos en los procesos de automatización.

El profesional técnico en Mecatrónica Industrial adquiere tres competencias definidas:

- **Competencia Técnica**

Realiza el diseño, implementación y programación de máquina, equipos que intervienen en un sistema mecatrónico.

- **Competencia Metódica**

Mantiene la iniciativa y la persistencia para llegar a los objetivos planteados, realizando un aprendizaje autónomo.

- **Competencia Personal Social**

Tener la capacidad de comunicación e interrelación con el personal que forma parte de un equipo de trabajo, cumpliendo las normas establecidas por la institución.

3.3. Desarrollo del estudio

A continuación, se presenta el desarrollo del estudio.

3.3.1. Diseño de la placa de desarrollo Arduino

Para el diseño de la placa de desarrollo Arduino se consideró las siguientes etapas:

Etapa 1: Planificación del circuito.

Etapa 2: Diseño del esquema de la placa de desarrollo Arduino.

Etapa 3: Simulación del funcionamiento de la placa de desarrollo Arduino.

Etapa 4: Diseño del PCB de la placa de desarrollo Arduino.

Figura 17

Etapas para el diseño de la placa de desarrollo Arduino



Nota. Secuencia que se realizara para la elaboración y fabricación de la placa de desarrollo Arduino.

Etapas 1: Planificación del circuito

Para la elaboración del circuito de la placa de desarrollo Arduino, se consideró las siguientes características:

- La distribución de los sensores, LCD I2C, Leds, actuadores, placa Arduino, pulsadores, etc. que aseguren una mejor utilización del espacio entre ellos, tomando en consideración la simplicidad en el ensamblaje y soldadura por parte del diseñador.
- Seleccionamos los sensores (HC-SR04, DHT22, Infrarrojo, Humedad de Suelo, Gas Flama), empleados en los sistemas embebidos para ello revisamos el cuadro de programa del Módulo Formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.
- La placa de desarrollo Arduino tendrá una alimentación de energía única para todo el diseño, los módulos de los sensores podrán ser energizados de manera individual a través de un jumper para evitar un consumo de corriente de parte de algunos sensores que no se encuentren en funcionamiento.
- Tomando en consideración las dimensiones de los componentes electrónicos que llevara nuestra placa de desarrollo Arduino, se procedió a dimensionar nuestra PCB que será de 20cm x 15cm.

Etapla 2: Diseño del esquema de la placa de desarrollo Arduino

En la actualidad, los programas CAD (Diseño Asistido por Computadora) tiene por finalidad lo siguiente: creación de esquemas de circuitos electrónicos, simulación de circuitos electrónicos y diseño del circuito impreso PCB.

Para el diseño del esquema de la placa de desarrollo Arduino se optó por emplear el Software Proteus 8.13, por su simplicidad al momento de realizar esquemas electrónicos, simulación y la fabricación su circuito impreso o PCB.

Rossano (2013), Proteus es un programa empleado en electrónica para crear esquemas electrónicos, simular y diseñar su placa impresa, así como trabajar con diversos componentes electrónicos y microcontroladores.

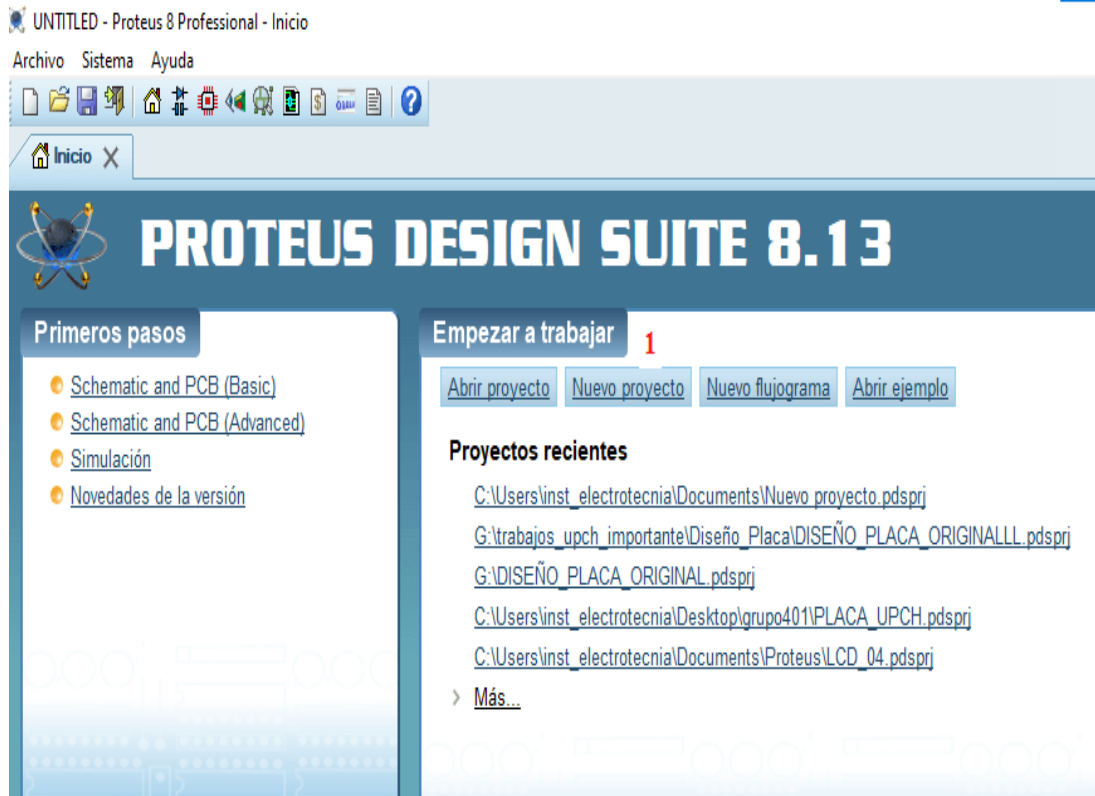
A continuación, iremos describiendo los pasos realizados para la elaboración del diseño esquemático hasta llegar a la placa impresa PCB.

Paso 1: Procedemos abrir el programa Proteus dando doble click sobre el icono de acceso directo  que se encuentra sobre el escritorio de la PC.

- En la Fig. 18, se muestra la pantalla de inicio de Proteus donde realizaremos algunas configuraciones previas al desarrollo del esquema de la Placa de desarrollo Arduino.
 1. Hacemos click en **Nuevo proyecto**, esta acción nos pedirá darle un nombre a nuestro esquema, crear una carpeta donde guardar nuestro diseño.

Figura 18

Pantalla de inicio del programa Proteus

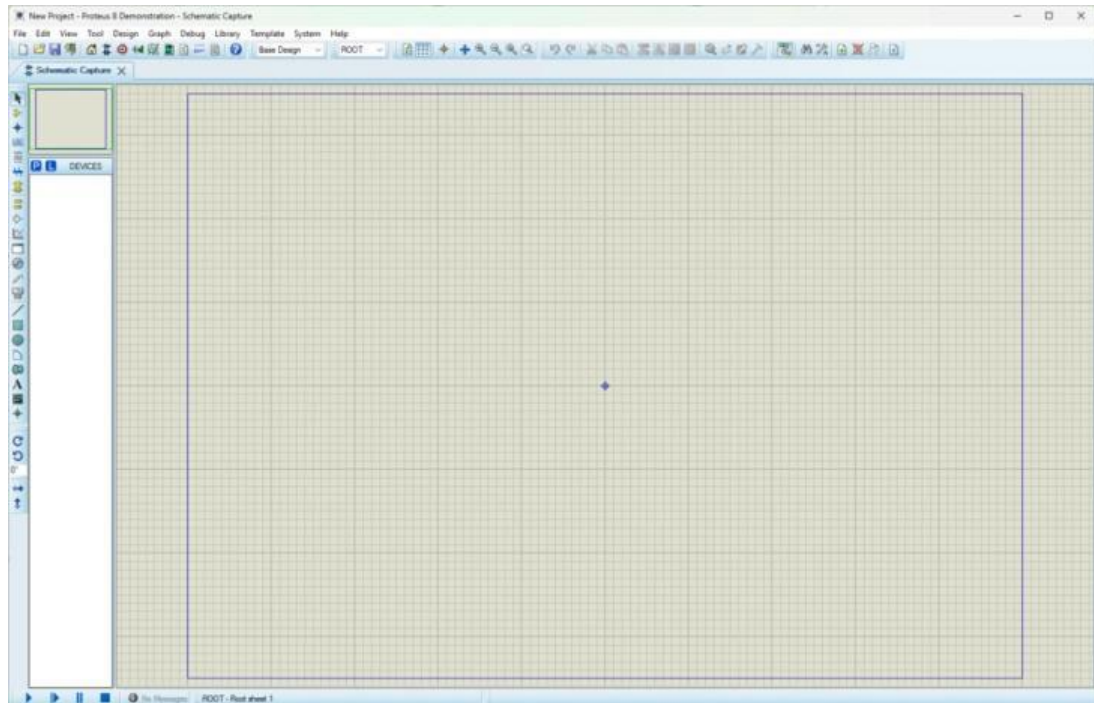


Nota. pantalla inicial donde realizaremos algunas configuraciones previas al ingreso del área de trabajo.

- Después de haber realizado las configuraciones básicas, se abrirá la pantalla principal de nuestra área de trabajo donde realizaremos nuestro esquema. En la Fig. 19, se muestra la pantalla principal con el área de trabajo del programa Proteus.

Figura 19

Pantalla principal del programa Proteus



Nota. Presentación del área de trabajo donde realizaremos nuestro esquema de la Placa de Desarrollo Arduino.

Paso 2: A continuación, procedemos a seleccionar los componentes electrónicos para ubicarlos en nuestra área de trabajo para ello realizamos lo siguiente:

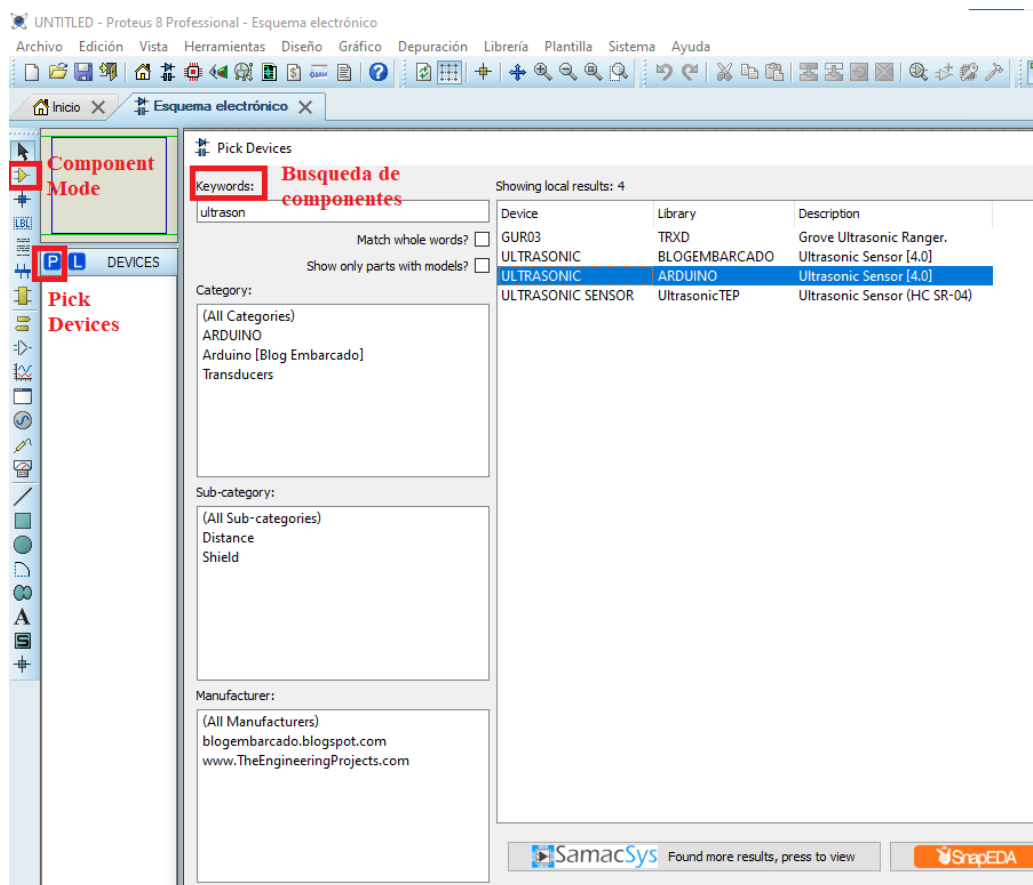
- Clic en Component Mode.
- Clic en Pick Device.
- Realizar la búsqueda de los componentes electrónicos a emplear.
- Extraer los componentes electrónicos en la elaboración de la placa de desarrollo de sensores y actuadores basado en Arduino (LCD I2C 16x2.
- sensor HC-SR04, sensor Infrarrojo, Sensor de Flama, placa Arduino, resistencias, Leds, etc.).

- Ubicarlos en el área de trabajo y realizar las conexiones respectivas, teniendo en cuenta la distribución de los componentes electrónicos.

En la Fig. 20 podemos apreciar la secuencia que realizamos para poder realizar la búsqueda de los componentes a emplear en nuestra Placa de desarrollo Arduino.

Figura 20

Selección de componentes en Proteus

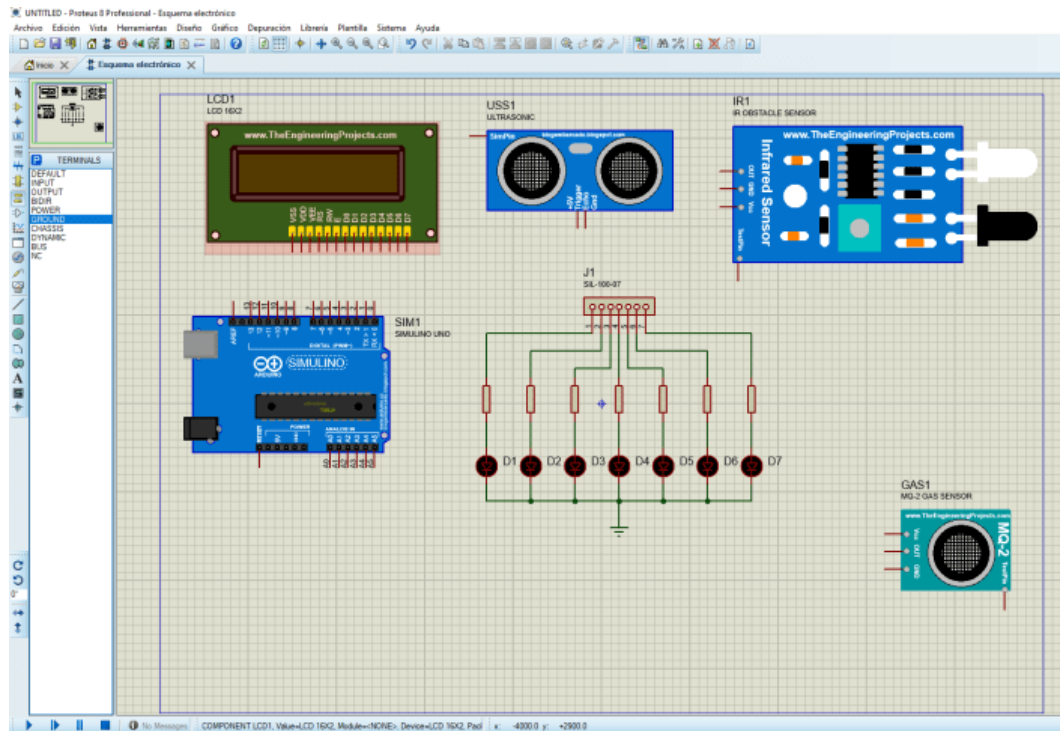


Nota. Estos tres pasos son esenciales al momento de realizar la búsqueda de todos los componentes electrónicos que emplearemos.

En la Fig. 21 se observa los componentes electrónicos previamente seleccionados ubicados dentro del área de trabajo del Proteus.

Figura 21

Componentes electrónicos dentro del área de trabajo de Proteus

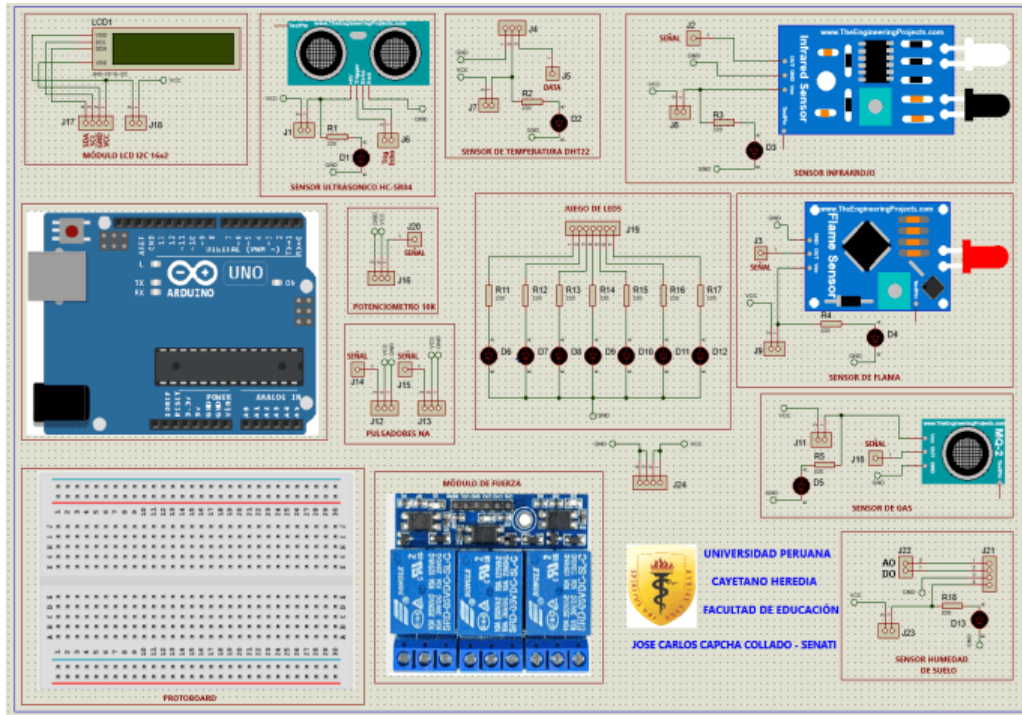


Nota. Presentación de los componentes electrónicos en el Proteus antes de realizar las conexiones.

Luego de haber ubicado los componentes electrónicos en el área de trabajo se procede a realizar las conexiones de los terminales de los sensores, Leds, etc. hacia los respectivos pines (alimentación de energía y por donde recibirán la señal de funcionamiento) quedando el esquema completo como se muestra en la Fig. 22.

Figura 22

Diseño del esquema electrónico completo de la Placa de Desarrollo Arduino



Nota. diseño de la Placa de Desarrollo Arduino completo que será la base para la realización de la placa impresa o PCB.

Etap 3: Simulación del funcionamiento de la placa de desarrollo Arduino

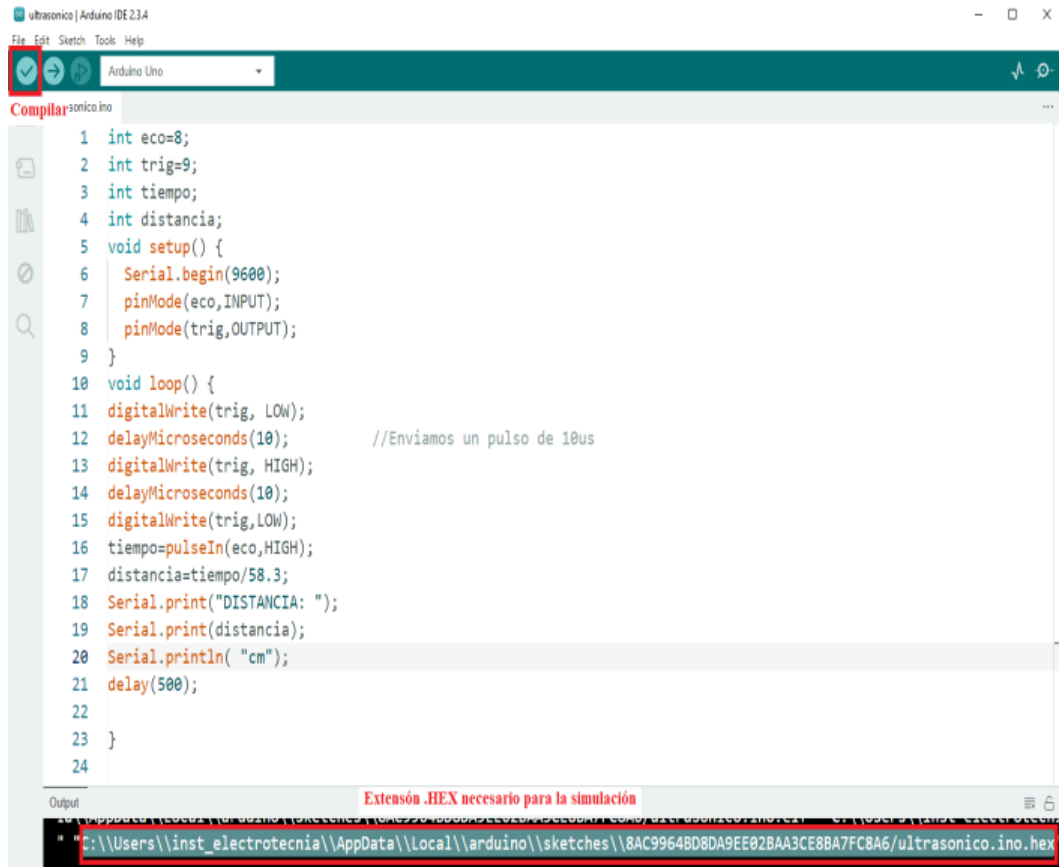
El programa Proteus en sus distintas versiones permite simular el funcionamiento de los circuitos electrónicos realizados previo al diseño de la placa impresa o PCB, este proceso es importante porque nos permite corregir errores de conexión y funcionamiento de los componentes electrónicos empleados. Para nuestro en particular realizar la simulación completa de todos los componentes electrónicos empleados sería complejo, se puede realizar la simulación de los

sensores de manera individual este paso previo a la creación de la PCB permite verificar la correcta conexión entre el sensor y el Arduino, realizar la programación y ver el funcionamiento.

Para poder realizar la simulación procedemos a colocar la placa Arduino, el sensor ultrasónico y realizar las conexiones respectivas y por último se presiona el botón de play para ejecutar la simulación, para poder apreciar el funcionamiento la programación debe ser realizado en el IDE Arduino para luego ser compilado para crear el archivo .HEX que será copiado en el proteus en la Fig. 23 se muestra el programa que permitirá al sensor ultrasónico funcionar realizado en el IDE Arduino y en la Fig. 24 se puede apreciar la simulación del sensor ultrasónico HC-SR04 en el programa Proteus, como se podrá observar el funcionamiento del sensor se realiza por medio de un potenciómetro y la visualización de la distancia a través de una pequeña pantalla llamada Virtual Terminal.

Figura 23

Programa del sensor ultrasónico HC-SR04



```
1 int eco=8;
2 int trig=9;
3 int tiempo;
4 int distancia;
5 void setup() {
6   Serial.begin(9600);
7   pinMode(eco,INPUT);
8   pinMode(trig,OUTPUT);
9 }
10 void loop() {
11   digitalWrite(trig, LOW);
12   delayMicroseconds(10); //Enviamos un pulso de 10us
13   digitalWrite(trig, HIGH);
14   delayMicroseconds(10);
15   digitalWrite(trig, LOW);
16   tiempo=pulseIn(eco,HIGH);
17   distancia=tiempo/58.3;
18   Serial.print("DISTANCIA: ");
19   Serial.print(distancia);
20   Serial.println( "cm");
21   delay(500);
22
23 }
24
```

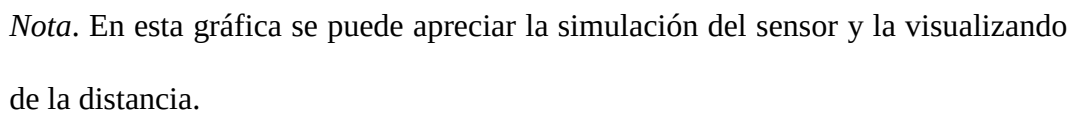
Output

Extensión .HEX necesario para la simulación

"C:\\Users\\inst_electrotecnia\\AppData\\Local\\arduino\\sketches\\8AC99648D8DA9EE02BAA3CE8BA7FC8A6\\ultrasonico.ino.hex"

Nota. Programa realizado en el IDE Arduino para luego compilar la extensión. HEX al proteus para su posterior simulación.

Simulación del sensor ultrasónico HC-SR04



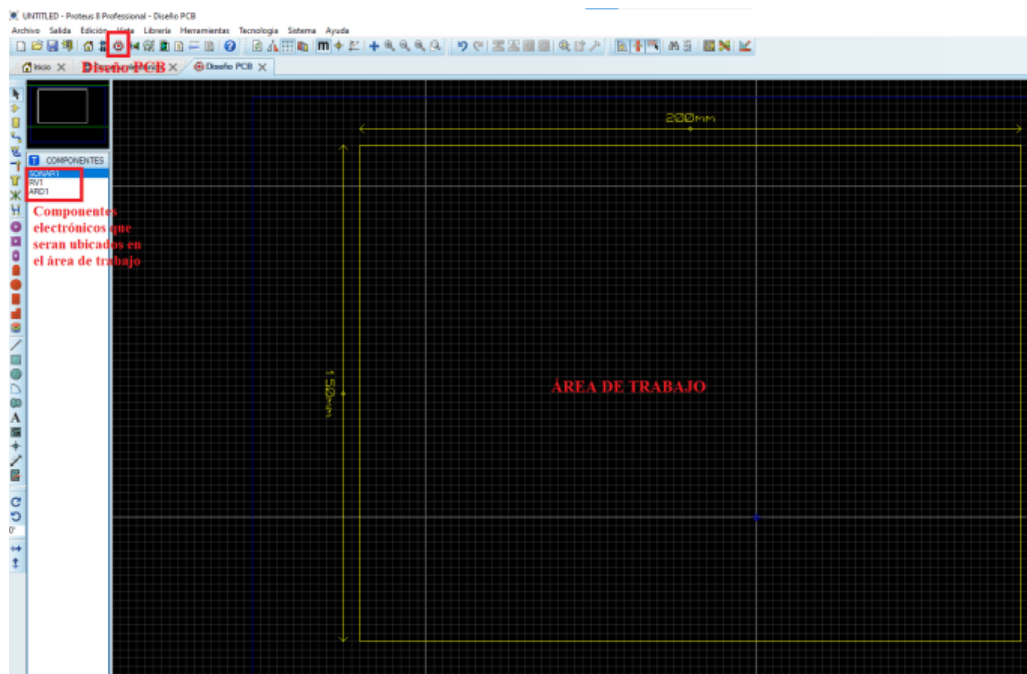
47

Etapas 4: Diseño del PCB de la placa de desarrollo Arduino

Antes de realizar la placa impresa o PCB se debe tener el diseño del esquema electrónico completo sin error en las conexiones, distribución y funcionamiento, para proceder a diseñar el PCB se hace Click en el icono Diseño PCB de la barra de herramientas horizontal en la Fig. 25 se muestra la pantalla principal donde se realizará la placa impresa o PCB, primero dimensionaremos nuestra placa impresa que será de 20cm x 15cm para luego ir colocando los componentes electrónico que serán distribuidos buscando una conexión de cada uno de estos componentes con la placa Arduino para su control y funcionamiento considerando una distribución adecuada de la alimentación de energía de cada uno de los sensores.

Figura 25

Pantalla principal del diseño PCB de Proteus



Nota: Pantalla donde iremos colocando los componentes electrónicos para la realización de la placa impresa o PCB.

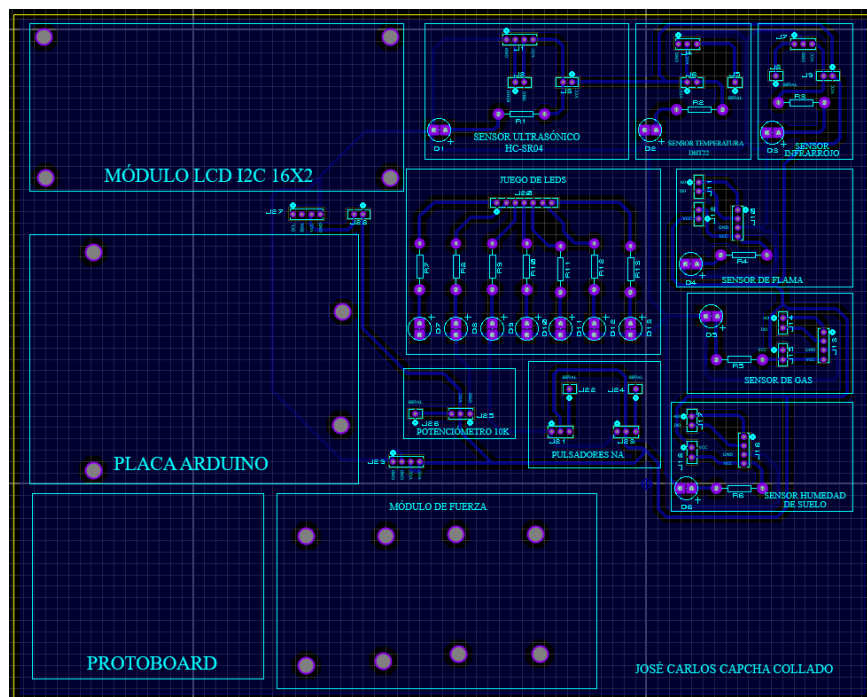
Pasos para el diseño de la placa impresa.

- Trazamos el contorno de la PCB para ello hacemos click en Board Edge (recuadro amarillo).
- Del recuadro Component Mode, arrastramos los componentes electrónicos hacia el área de trabajo, manteniendo el orden y espacio que debería haber entre cada uno de ellos.
- Hacemos clic en Track Mode para realizar las uniones entre los componentes de esa forma formamos las pistas de nuestra PCB.
- En nuestro caso nuestra Placa de Desarrollo Arduino tendrá solo una capa.

La figura 26, muestra como queda la placa de desarrollo después de realizar los pasos mencionados.

Figura 26

Diseño de la PCB de la placa de desarrollo Arduino



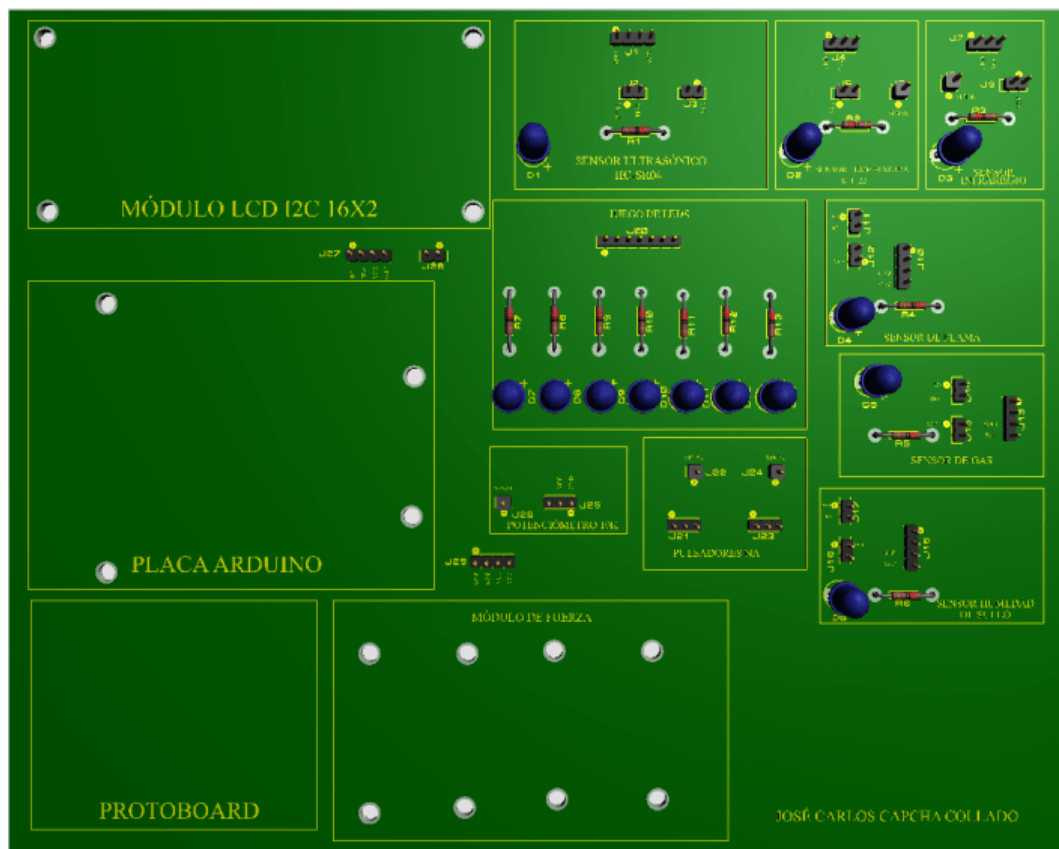
Nota. Diseño final de la placa de desarrollo Arduino.

Visualización 3D de la placa de desarrollo Arduino

Proteus nos permite ver nuestro diseño de la placa de desarrollo en 3D para ello hacemos click en el icono de Visor  3D.

Figura 27

Vista en 3D de la placa de desarrollo Arduino

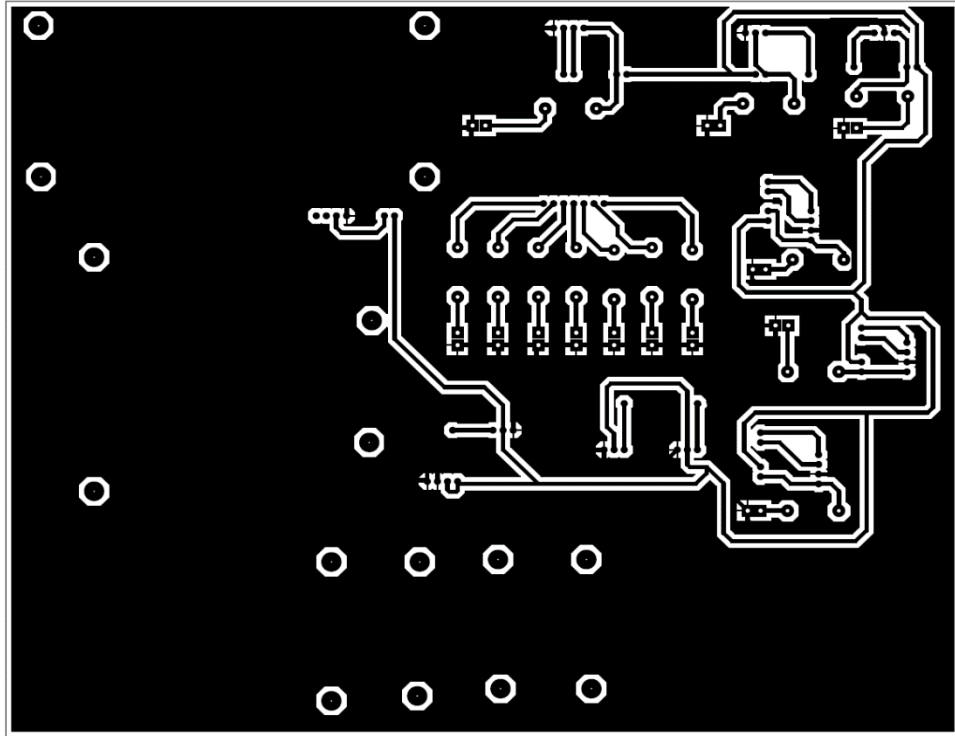


Nota. Diseño final de la placa de desarrollo Arduino vista en 3D.

En la Fig. 28 se muestra el archivo en formato pdf de las pistas que luego serán impresas para su posterior grabado en la placa impresa.

Figura 28

Vista de las pistas de la placa de desarrollo Arduino

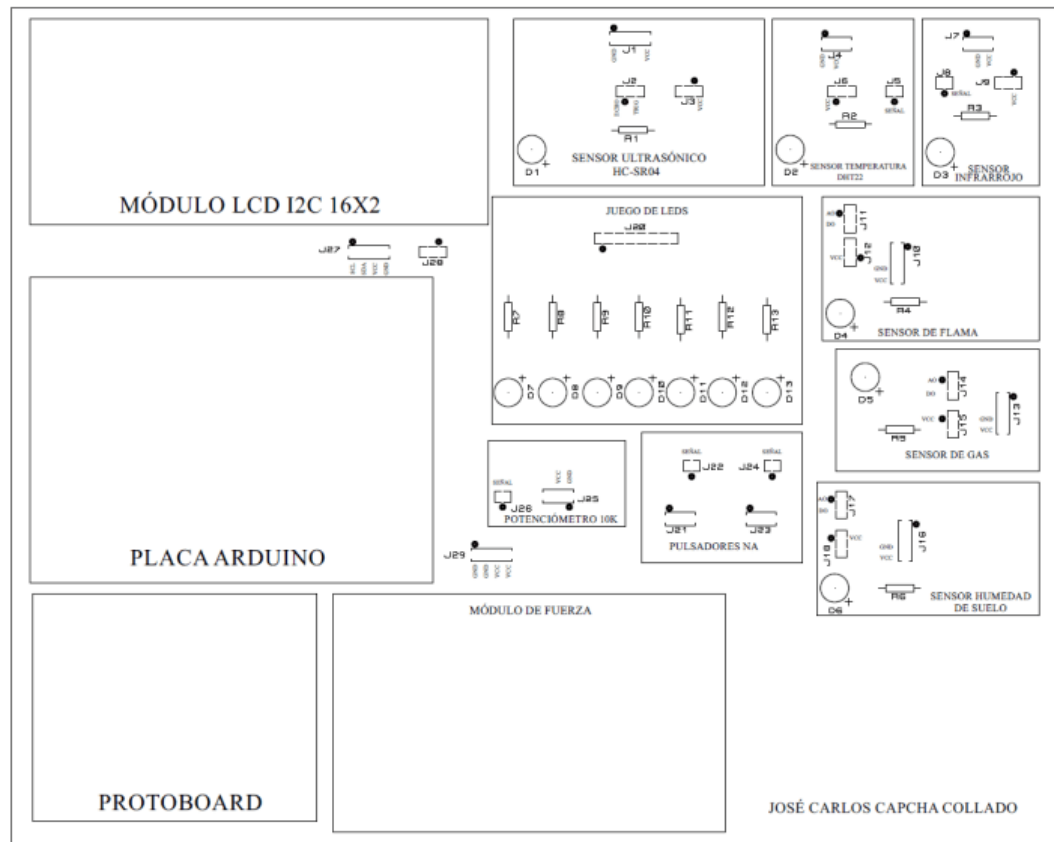


Nota. Archivo en pdf de las pistas que luego serán grabadas en la PCB.

En la Fig. 29 se muestra el archivo en formato pdf de la cara principal indicando la distribución de los componentes electrónicos que luego serán impresa para su posterior grabado en la placa impresa.

Figura 29

Serigrafiado de la placa de desarrollo Arduino



Nota. Archivo en pdf de la serigrafía de la placa de desarrollo Arduino que será grabado en el PCB.

La generación de los archivos Gerber también es una alternativa para poder realizar placas impresas para ello hacemos click en el menú OUTPUT – Generate Gerber, automáticamente generara los archivos necesarios para su luego ser grabados en la placa impresa.

3.3.2. Construcción de la placa de desarrollo Arduino

La construcción de la placa de desarrollo está compuesta por varios pasos que son determinantes para un correcto funcionamiento integral de todos los componentes electrónicos, estos pasos consisten en:

- a) Preparación de la placa de desarrollo Arduino.
- b) Seleccionar los componentes electrónicos que irán en la placa de desarrollo Arduino.
- c) Ubicar los componentes electrónicos en la placa de desarrollo Arduino.

Luego de la construcción del PCB se realizará una revisión que asegure que los terminales de cada sensor analógico y digital estén correctamente conectados a los pines de entrada – salida del Arduino y de la fuente de alimentación (energía eléctrica).

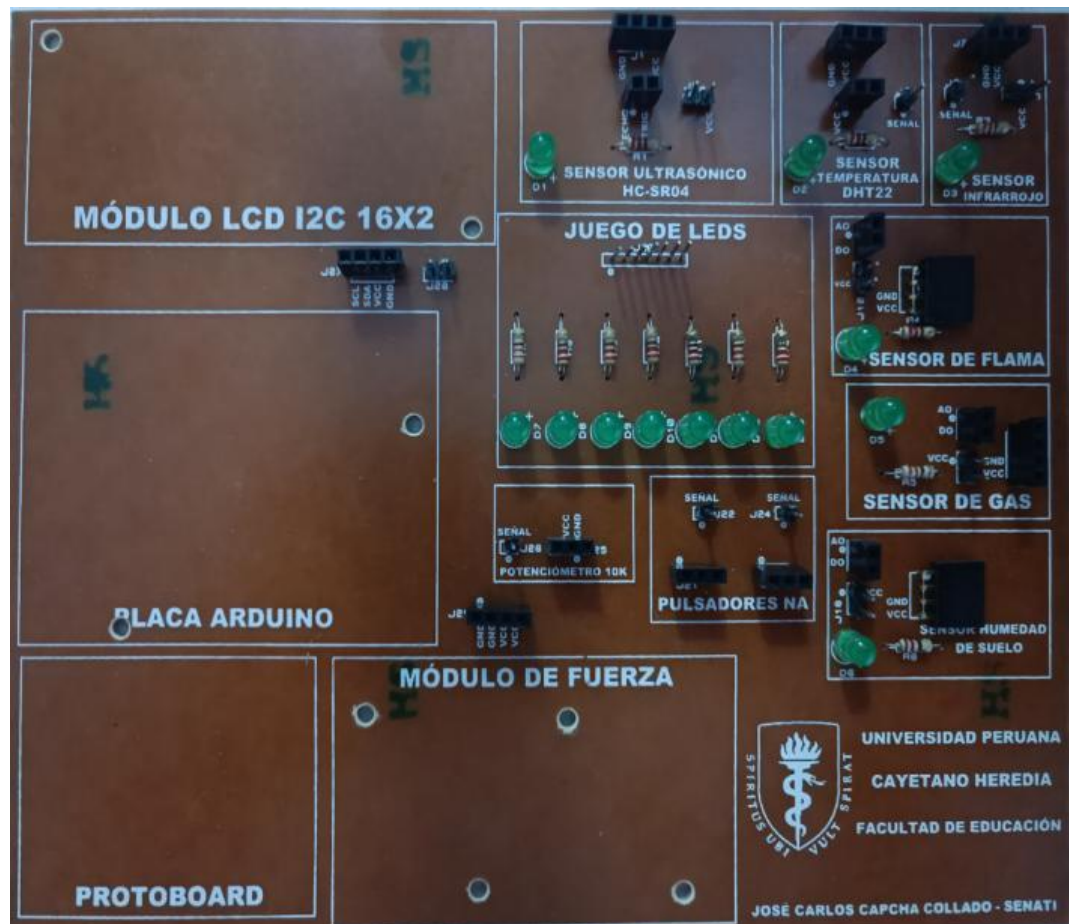
a) Preparación de la placa de desarrollo Arduino

Teniendo la placa impresa (PCB) terminada, se tiene que limpiar con alcohol isopropílico toda el área de trabajo para eliminar impurezas que se pudo haber impregnado en la fabricación y la perforación.

En la figura 30 y 31, se muestra la placa impresa recién fabricada en la parte frontal se muestra el serigrafiado de los componentes y su ubicación, en la parte reversa se muestra el ruteo de las pistas, listas para poder soldar los espadines H y espadines M para posteriormente colocar los sensores, Leds, placa Arduino, etc.

Figura 30

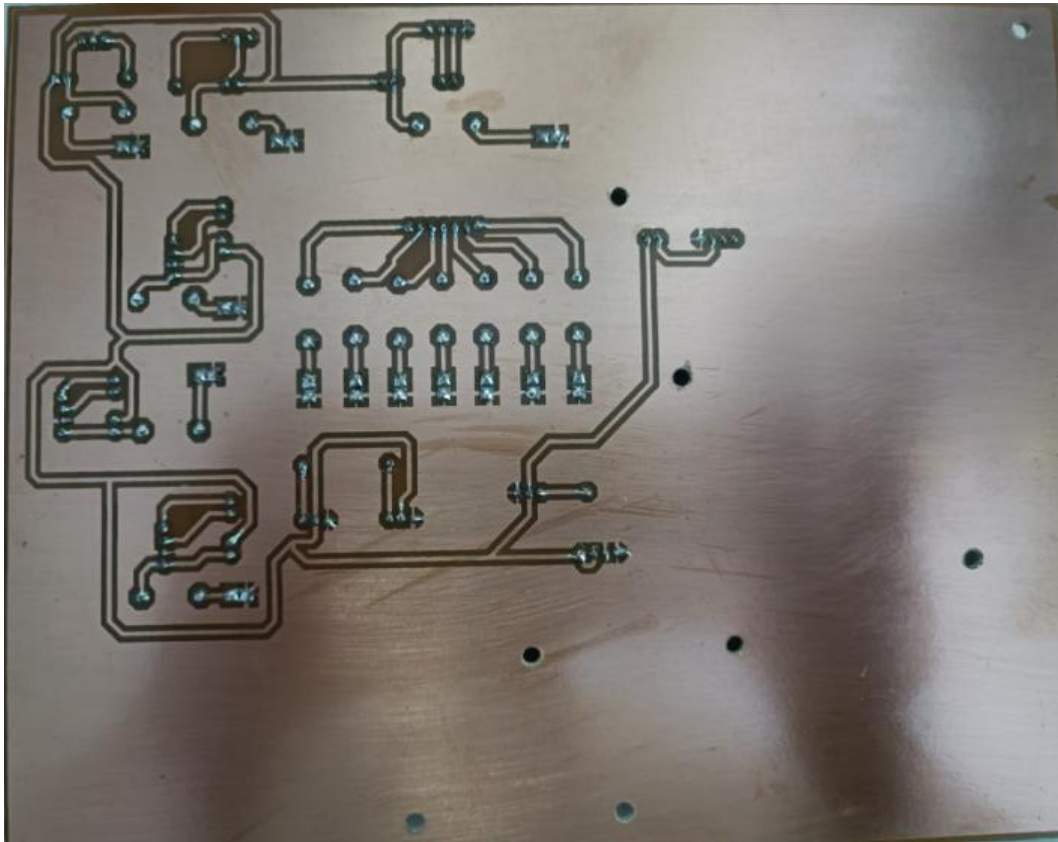
Vista frontal de la placa de desarrollo Arduino



Nota. Vista frontal de la placa de desarrollo Arduino con algunos elementos colocamos como prueba.

Figura 31

Vista reversa de la placa de desarrollo Arduino



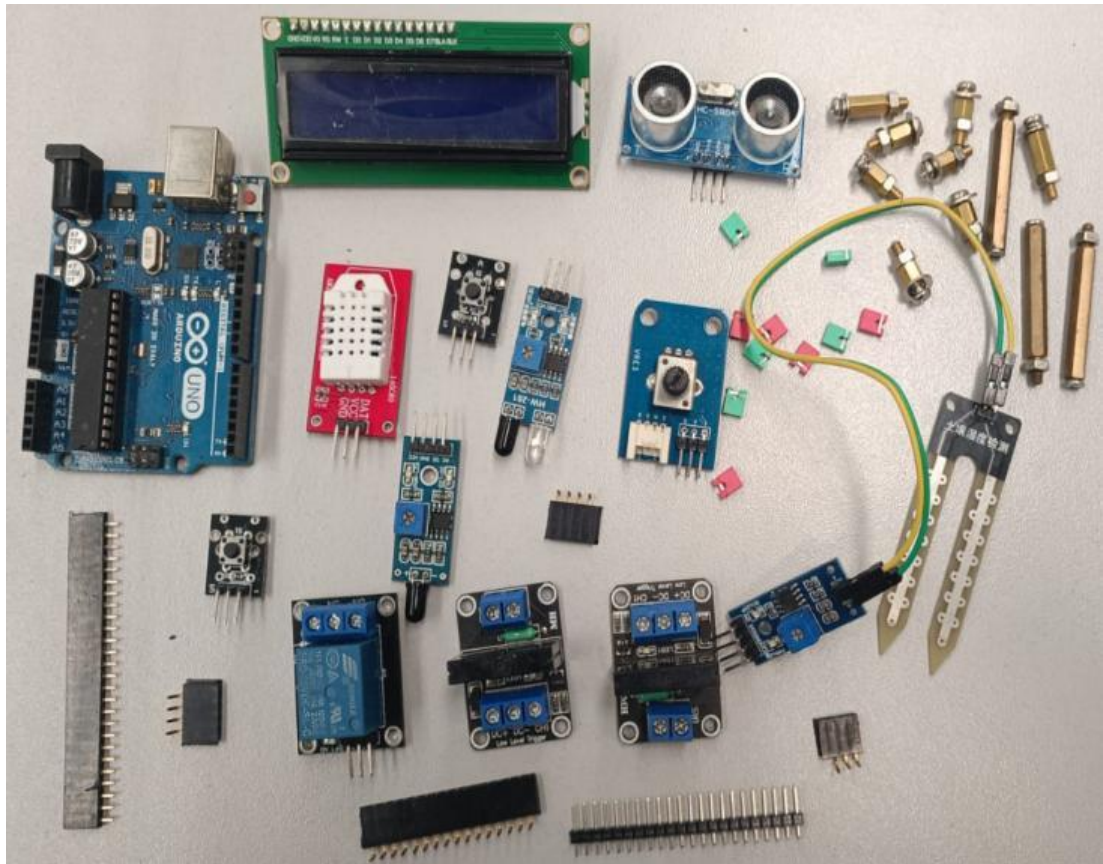
Nota. Vista reversa de la placa de desarrollo Arduino donde se aprecia el ruteo de las pistas.

b) Seleccionar los componentes electrónicos que irán en la placa de desarrollo Arduino.

La selección de componentes electrónicos como sensores, pulsadores, LCD, etc. que forman parte de la placa de desarrollo Arduino se realizó teniendo en cuenta el cuadro de programa en el módulo formativo de Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT. En la Fig. 32 se muestra los componentes electrónicos empleados que serán parte importante en el desarrollo de las guías didácticas una vez integrado en la placa de desarrollo.

Figura 32

Componentes electrónicos empleados en la implementación



Nota. Componentes que formaran parte de nuestra placa de desarrollo Arduino que nos ayudaran a realizar las guías didácticas para una mejor comprensión de la teoría.

En la Tabla 5, describimos los componentes electrónicos y herramientas empleadas en la elaboración de la placa de desarrollo de sensores y actuadores.

Tabla 5*Lista de componentes electrónicos*

ítem	Componentes electrónicos	Cantidad
1	Arduino UNO	1
2	Placa de Baquelita	1
3	Sensor HC-SR04	1
4	Sensor DHT22	1
5	Sensor infrarrojo	1
6	Sensor de Flama	1
7	Sensor de Gas	1
8	Sensor de Suelo	1
9	Módulo SSR	2
10	Módulo Relé	2
11	Servomotor	1
12	LCD I2C	1
13	Potenciómetro 10K	2
14	Resistencia 220 Ω	25
15	Leds 3.5mm	15
16	Pulsadores	5
17	Espadines H y M	4
18	Jumper	4
19	Cloruro Férrico	1
20	Impresión de la PCB	4
21	Papel térmico a PCB	10

Nota: lista de componentes electrónicos empleados en la elaboración de la placa de desarrollo de sensores y actuadores basado en Arduino.

En la siguiente Tabla 6 se muestra las herramientas empleadas en la elaboración de la placa de desarrollo de sensores y actuadores basado en Arduino.

Tabla 6

Lista de herramientas

Ítem	Herramientas	Cantidad
1	Alicate de corte	1
2	Alicate de punta	1
3	Perilleros	5
4	Multímetro digital	1
5	Lija de agua	1
6	Cautín para soldar	1
7	Extractor de soldadura	1
8	Estaño 60/40	1

Nota: herramientas empleadas en la construcción de la placa de desarrollo de sensores y Actuadores basado en Arduino.

c) **Ubicación de los componentes electrónicos en la placa de desarrollo Arduino**

Al diseñar la placa de desarrollo en Proteus se realizó la distribución y separación de los sensores y demás componentes electrónicos de acuerdo a como se irán desarrollando las guías didácticas que empezarán de la programación básica hasta el desarrollo de programas más complejos.

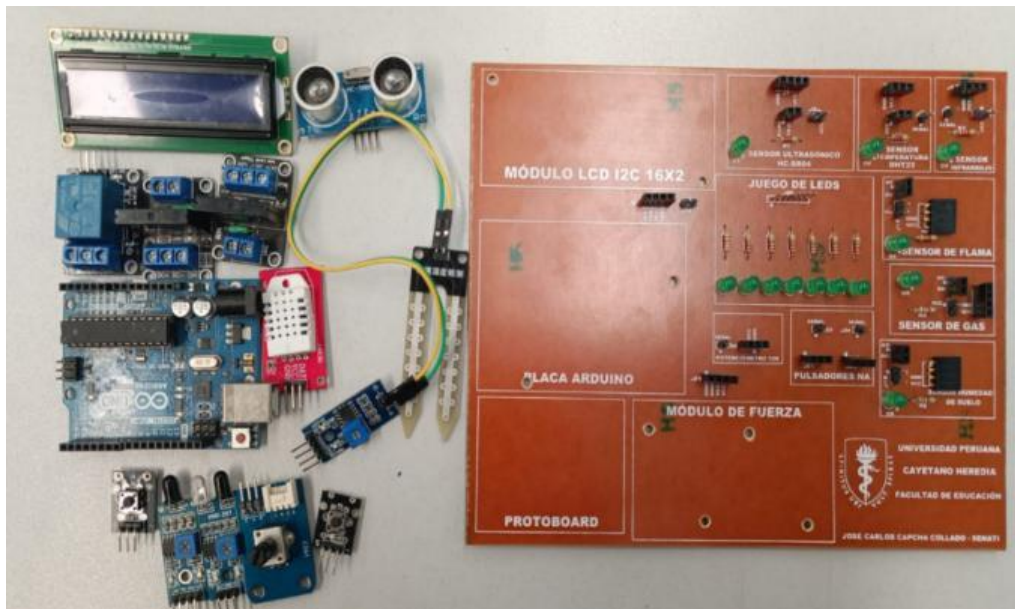
Una vez ubicados los espadines H, M, las resistencias y diodos leds se procede a soldar manualmente usando un cautín de 60W teniendo en cuenta la

polarización de los diodos leds, los sensores serán colocados manualmente dentro de las ranuras de acuerdo a la serigrafía de la placa de desarrollo (parte frontal).

En la Fig. 20, se muestra la serigrafía de la placa de desarrollo y los componentes electrónicos que irán siendo ubicados manualmente.

Figura 33

Serigrafía de la placa de desarrollo Arduino y componentes electrónicos

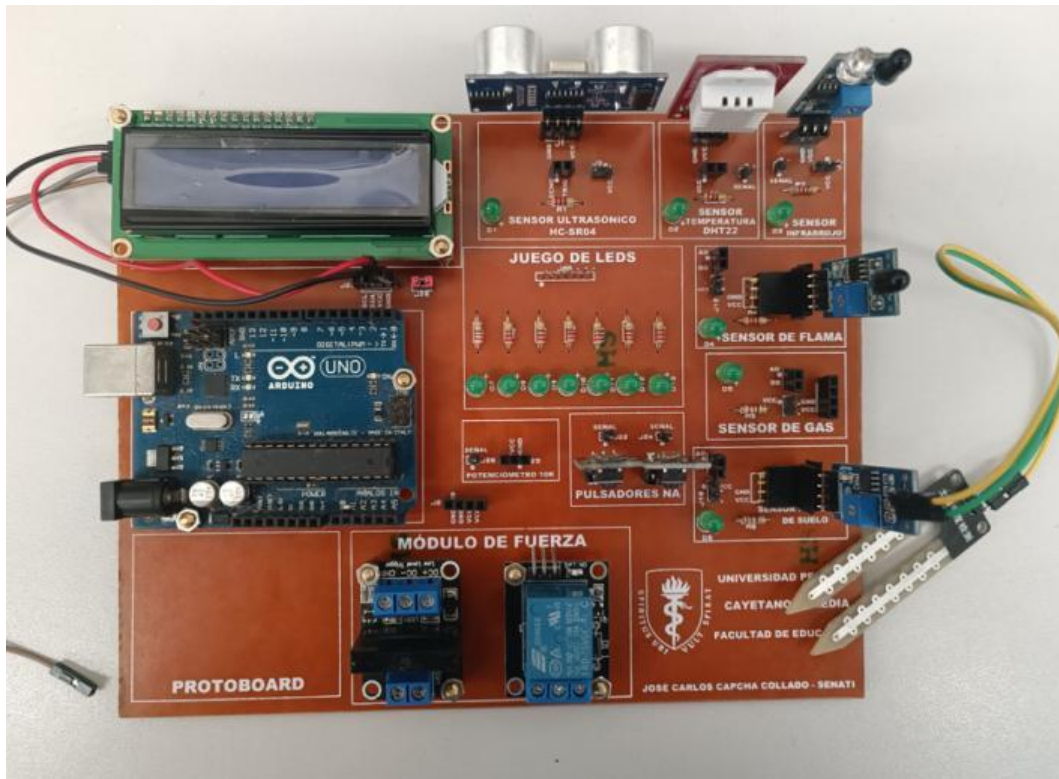


Nota. Placa de desarrollo Arduino con los espadines, resistencias y diodos leds soldados, así como conjunto de componentes electrónicos que serán ubicados manualmente.

En la Fig. 34, se muestra la placa de desarrollo con todos los componentes electrónicos ya integrados, listo para poder realizar las pruebas de operatividad y funcionamiento.

Figura 34

Placa de desarrollo Arduino completo



Nota. Placa de desarrollo Arduino con los sensores, placa Arduino, LCD completo listo para realizar el desarrollo de las guías didácticas.

3.3.3. Comprobación técnica básica de la placa de desarrollo Arduino

Las pruebas técnicas básicas realizadas a la placa de desarrollo Arduino, tuvieron como objetivo comprobar la funcionalidad de las entradas y salidas analógicas y digitales del Arduino, como interactúa con los sensores y actuadores a su vez con su entorno de programación, dichas pruebas confirmarían que se encuentra en condiciones de ser empleados como recurso didáctico en el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT en SENATI.

a. Pruebas de funcionalidad

Terminado el diseño y construcción de la placa de desarrollo Arduino, así como el ensamblado de los sensores, LCD, resistencias, Leds, etc. Se realizarán las pruebas oportunas, se ajustarán los parámetros de los sensores donde cada uno de ellos tendrá un programa específico realizado en el IDE Arduino que nos permita mostrar los datos correctos de dichos sensores, su conexión de los periféricos de manera detalla y su conexión con la placa de desarrollo Arduino.

b. Programación del Arduino

Se realizará varios programas en el IDE Arduino para cada sensor de manera individual, así como de manera grupal que permita comprobar el funcionamiento de las entradas y salidas que activaran los módulos de fuerza (relés y ssr).

La propuesta de la placa de desarrollo Arduino servirá como recurso didáctico facilitando la interacción con módulos de aprendizaje de forma organizada y efectiva a su vez permitirá a los estudiantes conocer los principios básicos de funcionamiento de los sensores empleados en los sistemas embebidos.

En las siguientes figuras 35, 36 y 37 se muestran algunos resultados de funcionamiento de la placa de desarrollo Arduino.

Figura 35

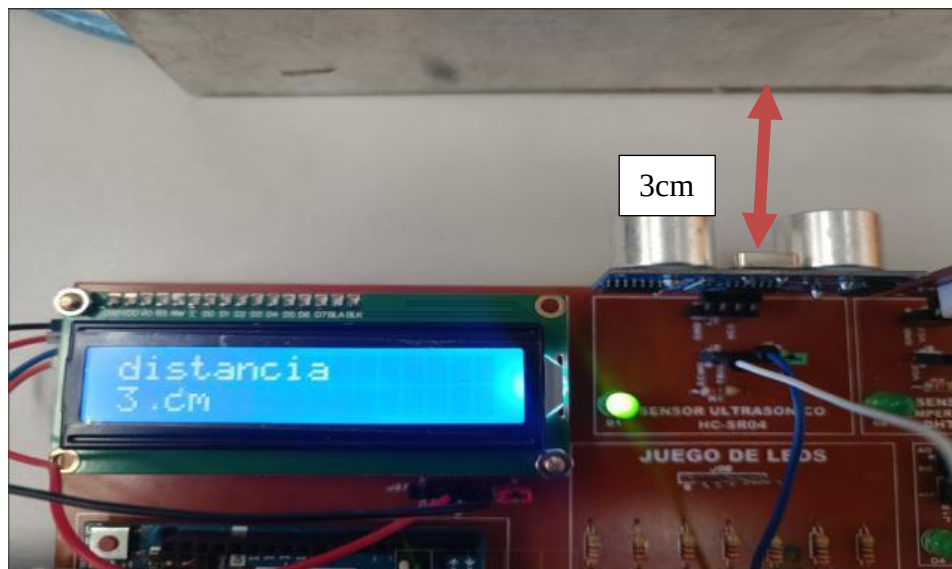
Funcionamiento del LCD I2C



Nota. prueba del LCD I2C mostrando texto previo programa grabado en el Arduino

Figura 36

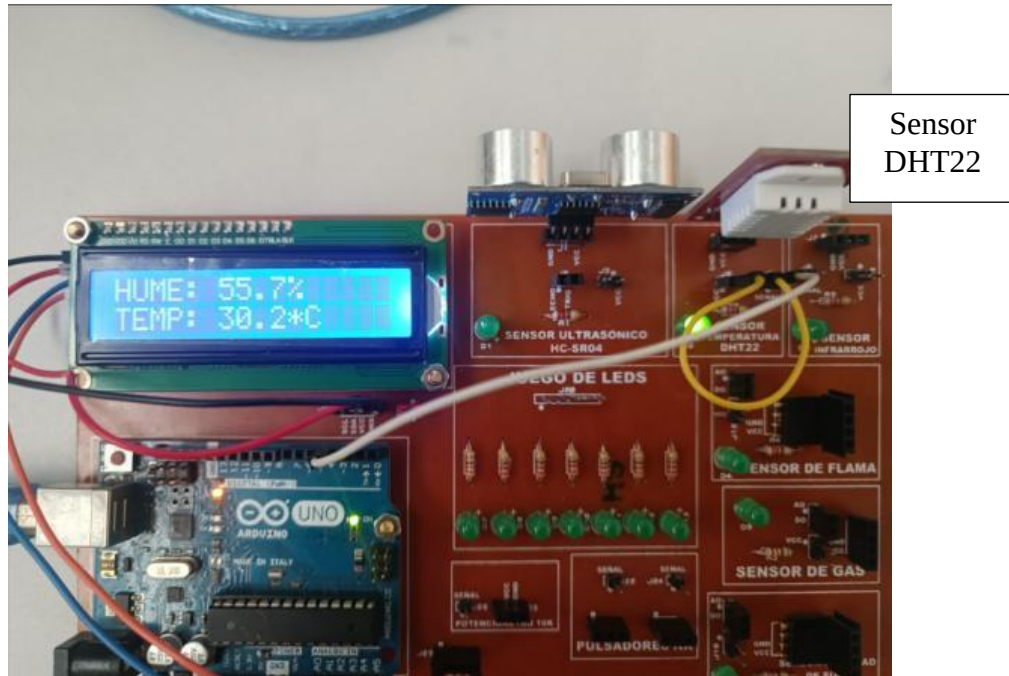
Funcionamiento del sensor HC-SR04



Nota. el sensor ultrasónico midiendo la distancia del objeto que se encuentra a 3cm.

Figura 37

Funcionamiento del sensor de temperatura DHT22



Nota. sensor de temperaturas detectando la humedad y temperatura del ambiente.

3.3.4. Limitaciones

En la elaboración de placas impresas o PCB, una de las limitaciones principales se da en las restricciones técnicas al momento de diseñarlo como son el ancho de vías, separación de las vías, tamaño de la PCB y diámetro de los agujeros, puntos importantes al momento de realizar la fabricación física de la PCB.

Obviar los puntos mencionados conlleva a inconvenientes al momento de grabar las vías en la PCB, tener un espacio reducido entre las vías ocasionaría al momento de soldar cortocircuito.

Todo PCB requiere de mantenimiento que permita protegerlos de algunos factores físicos como son la temperatura y la humedad que puede afectar su funcionalidad.

IV. CONCLUSIONES

En cuanto al objetivo general, el diseño de la placa de desarrollo Arduino propuesto se logró realizar cumpliendo las normas de diseño y fabricación IPC 2221, la adaptación de Arduino Uno con sensores y actuadores empleados en los sistemas embebidos facilitó el diseño de la placa de desarrollo Arduino que permitirá la comprensión de conceptos básicos de sensores y actuadores, así como la programación por parte de los estudiantes del módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.

Se cumplió con el OE1, para lo cual se revisó las normas técnicas vigentes más empleadas como el IPC 2221 cuyo fin es minimizar errores de fabricación y mejorar la calidad del diseño de la placa de desarrollo Arduino, dicha norma nos garantiza que el producto no tenga fallas de cortocircuito o circuitos abiertos en la implementación.

Se cumplió con el OE2, la norma técnica IPC 2221 determina el tamaño mínimo de los orificios, así como las distancias entre vías (pistas) necesarios para evitar errores al momento de su construcción y soldar los sensores y actuadores en la placa de desarrollo Arduino.

Se cumplió con el OE3, donde cada sensor tiene su propio circuito de conexión para su funcionamiento, por consiguiente, se puede controlar de manera individual o agrupar sensor, Arduino y actuador para realizar una actividad más compleja, este recurso didáctico será de mucha utilidad para apoyar el proceso de

enseñanza aprendizaje de esta manera poder fortalecer los conceptos teóricos a través de la práctica.

Se diseñó y fabricó la placa de desarrollo Arduino con sensores y actuadores en función a las hojas de operaciones del módulo formativo, el diseño presenta potencial didáctico para contribuir en el proceso de enseñanza aprendizaje, constituye una opción tecnológica que permite desarrollar proyectos básicos hasta proyectos más complejos.

Se concluye que el diseño y construcción de la placa de desarrollo Arduino posibilitó obtener un recurso didáctico técnicamente viable, la verificación funcional demostró y evidenció que la placa permite observar el funcionamiento de los sensores y actuadores a través de la adquisición de variables físicas como temperatura, distancia, luz, humedad, el diseño presenta un potencial didáctico y pedagógico que servirá como apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje fortaleciendo los conceptos relacionados a sensores, actuadores, Arduino y sus aplicaciones en los sistemas embebidos.

Se concluye que la placa de desarrollo Arduino es una propuesta viable para apoyar la enseñanza aprendizaje, sin embargo, queda pendiente una segunda etapa de validación que contempla la implementación y evaluación con estudiantes que permita analizar su eficacia pedagógica y efecto en el aprendizaje mediante el uso de instrumentos de desempeño y criterios de validación educativa.

V. RECOMENDACIONES

Se sugiere la incorporación de la placa de desarrollo Arduino en el módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT para fomentar la creación de proyectos por parte de los estudiantes que les permitan consolidar sus conocimientos teóricos y prácticos de los diversos componentes electrónicos empleados en los sistemas embebidos.

Se recomienda la capacitación de docentes que tenga relación con temas de programación de Arduino, manejo de sensores y actuadores en el uso de la placa de desarrollo Arduino, para su incorporación en sus actividades prácticas con el fin aprovechar el potencial didáctico para el desarrollo de proyectos relacionados a los sistemas embebidos.

Asimismo, la institución debe garantizar que los equipos y recursos empleados en el proceso educativo estén en consonancia con las nuevas demandas tecnológicas y metodologías educativas.

Se sugiere a los investigadores ahondar más en proyectos relacionados a los sistemas embebidos con la finalidad de ampliar la funcionalidad y proponer nuevas aplicaciones de la placa de desarrollo Arduino, que permita contribuir a la mejora continua del proceso formativo en SENATI.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, B. (2015). Desarrollo e Implantación de una Placa de Test Gestionada por Arduino [Tesis de Ingeniería, Universidad de Valladolid]. Repositorio Documental de la Universidad de Valladolid.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/13170/TFG-P251.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Almendariz, B. (2022). *Implementación de Módulos de Entrenamiento Basado en Plataforma Arduino para el Laboratorio de Electrónica de la carrera de Tecnologías de la Información* [Tesis de ingeniería, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Institucional de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5337/1/ALMENDARIZ%20PIONCE%20BETZY%20GABRIELA.pdf>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación – Introducción a la Metodología Científica* (6ª ed.). EPISTEME.
<https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Barrios, M. (2022). *Internet de las Cosas* (3ª ed.). Reus S.A.
<https://books.google.com.pe/books?id=zWQfEQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Bautista, A. & Lozada, J. (2023). Diseño de un Módulo de Entrenamiento para Prácticas de Electrónica Analógica. *Revista Social Fronteriza, Volumen* (3). pp. 70-84 DOI.
[https://doi.org/10.59814/resofro.2023.3\(6\)70-84](https://doi.org/10.59814/resofro.2023.3(6)70-84)

Castillo, R. (2020). *Qué son los sensores y cuáles son sus tipos*. U San Marcos.

<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/2145/LEC%20ING%20SIST%200081%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castañeda, M. (2021). *Desarrollo de robots prototipos interactivos digitales para el aprendizaje de la programación con tecnología ARDUINO para fortalecer la enseñanza de las fases de robótica a docentes de UGEL Chiclayo* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Repositorio de la UNPRG.

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9178>

CePETel. (2021, 25 de Octubre). *Introducción a Sistemas Embebidos con Arduino*.

Recuperado el 17 de Noviembre de 2025, de

<https://www.cepetel.org.ar/wpcontent/uploads/2021/10/Introduccio%CC%81n-a-Sistemas-Embebidos-con-Arduino-1era-Parte.pdf>

Coaguila, O., & Mamani, G. (2022). *Uso de la Plataforma Educativa Arduino y su Influencia en el Desarrollo de la Creatividad en el Área Educativa para el Trabajo, de los Estudiantes del Cuarto Grado de Secundaria de la I.E. Juan Pablo Viscardo y Guzman, del Distrito de Hunter, Arequipa 2019* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional

de la Universidad Católica de Santa María.

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bb6e2148-63e6-4a63-9592-621f9bba9002/content>

Corona, L., Abarca, G. y Mares, J. (2014). *Sensores y Actuadores aplicaciones con Arduino*. Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.

<https://online.fliphtml5.com/tmexm/iyua/#p=1>

Flores, O. (2013). *Aprende Arduino, Guía Teórica Práctica (1ª ed.)*. INGNAC.

<https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-mexico-de-ciudad-juarez/logica-computacional/libro-aprende-arduino-otoniel-flores-ver/30431665>

Herrera, J. (2020). *Metodología de la Investigación Holística*. Fundación Sypal, Caracas - Venezuela.

<https://ayudacontextos.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>

Lajara, J. & Pelegrí, J. (2014). *Sistemas Integrados con Arduino*. Alfaomega Grupo Editor.

<https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-18426075-a39c8fb08f.pdf>

López, J. (2018). *Arduino Blocks Libro de Prácticas*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2025, de:

https://gruporoboticapsm.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/11/libro_practicas_arduinoblocks.pdf

Magallanes, J. (2023). Estudio Comparativo de Placas Electrónicas Arduino en el Mundo Actual. *Revista de Investigación Cañetana*, volumen (2), pp.1-6.

https://www.researchgate.net/publication/376101902_Estudio_comparativo_de_placas_electronicas_Arduino_en_el_mundo_actual/fulltext/6569dc093fa26f66f44527d0/Estudio-comparativo-de-placas-electronicas-Arduino-en-el-mundo-actual.pdf

Ministerio de Educación (2015). *Diseño Curricular Básico Nacional de la Educación Superior Tecnológica*. MINEDU.

[https://www.minedu.gob.pe/minedu/img/banner-home/disen_curricular_basico_nacional_educacion_superior_tecnologica.pdf](https://www.minedu.gob.pe/minedu/img/banner-home/disen%C3%B3_curricular_basico_nacional_educacion_superior_tecnologica.pdf)

Morales, P (2012). *Elaboración de material didáctico*. Red Tercer Milenio. Tlalnepantla-México.

https://www.aliat.click/BibliotecasDigitales/derecho_y_ciencias_sociales/Elaboracion_material_didactico.pdf

Muñoz, P. (2024). *Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico Basado en Arduino y Enfocado en Sensores Industriales de Proximidad* [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29174/1/UPS-GT005835.pdf>

OKYSTAR (2017). *Sensor de proximidad infrarrojo FC-51* [Ficha técnica]. AG Electrónica.

<https://agelectronica.lat/pdfs/textos/O/OKY3127.PDF>

Roncal, M. (2022). *Propuesta de Implementación de Sensores con Tecnología Arduino para la Empresa ACQUAZEN Chimbote, 2019* [Tesis de ingeniería, Universidad Católica los Ángeles Chimbote]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica los Ángeles Chimbote.

https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/26539/CALIDAD_VERIFICACION_RONCAL%20CRIBILLERO_%20MARCO_%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, B. (2020). *Módulo de Entrenamiento para el Desarrollo de Aplicaciones Electrónicas Orientadas a la Industria Basado en Microcontrolador Arduino* [Tesis de Tecnólogo, Unidades Tecnológicas de Santander].

Repositorio Institucional de Unidades Tecnológicas de Santander.

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/3264>

Sepúlveda, N. & García, Y. (2022). *Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino*.

Universidad Central.

https://www.researchgate.net/publication/364242069_Aprendizaje_Basado_en_Proyectos_con_Arduino

Servicio Nacional de adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI). (2023), “Diseño curricular aplicable a ingresos desde el periodo 2023-10” [versión PDF].

https://senati.blackboard.com/ultra/courses/_591065_1/outline/file/_38920331_1

Vásquez et al... (2024). Una innovación con grandes beneficios para la automatización. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, (16). p.5.

https://iydt.wordpress.com/wp-content/uploads/2024/06/3_09_arduino-uno-r3-una-innovacion-con-grandes-beneficios-para-la-automatizacion.pdf

Veliz, C. (2022). *Fundamentos del enfoque constructivista para la Atención Educativa de los niños y niñas de tres años* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la PUCP.

<https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/807a2bcc-c854-4c26-8bb9-304c873bb23f/content>

Zabala, G. (2007). *Robótica Guía Teórica y Práctica (1ª ed.)*. Gradi S.A.

<https://es.scribd.com/document/583368723/Robotica-Guia-Teorica-y-Practica>

VII. ANEXOS

Anexo N° 01: Cuadro Programa del módulo Formativo Microcontroladores,
Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.



Nº		Cod HT	TAREAS	Cod HO	HO-01	HO-02	HO-03	HO-04	HO-05	HO-06	HO-07	HO-08	HO-09	HO-10	HO-11	HO-12	HO-13
1	HT-01		Diseña, programa e implementa circuito de control de mensaje por display														
2	HT-02		Elabora programa e implementa circuito Mecatrónico con motores en DC y sensor de ultrasónico														

■ Operación Nueva
 ▲ Operación Repetida



HOJA DE PROGRAMACIÓN
PROGRAMA DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Familia Ocupacional: Electrotecnia **Carrera:** Mecatrónica Industrial
Módulo Formativo: Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industria IOT **Semestre:** IV

Objetivo General: Al finalizar el módulo formativo el estudiante tendrá la capacidad de solucionar problemas en los equipos de control electrónico mediante el uso de los microcontroladores. Cumpliendo las normas técnicas, las normas de seguridad y salud en el trabajo, actuando de manera responsable con el medio ambiente.

SEMANA	HORAS			CONTENIDOS DE APRENDIZAJE			
	T	P	A	PROYECTOS TAREAS DE APRENDIZAJE	OPERACIONES	CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS Y CIENTÍFICOS	AUTOESTUDIO
7-8	5	12	9	TAREA N° 1 Diseña, programa e implementa circuito de control de mensaje por display LCD	- Reconocer los componentes de un sistema con microcontrolador. - Realizar prácticas con el software de programación. - Elaborar programas con retardos y tablas en display de 7 segmentos. - Elaborar programas de mensaje por display matricial 7 X 5 - Elaborar programa e implementar circuito de presentación de carácter por carácter en LCD.	EL MICROCONTROLADOR PIC - Estructura interna de un PIC - Frecuencia de funcionamiento - Circuito de reset, memorias: programa, datos, puertos, direccionamiento bus de control in/out - Clasificación de PICs, selección de microcontrolador. - Grabadores de PICs: serial, USB. PROGRAMACIÓN Y GRABACIÓN DE UN PIC: - Conjunto de instrucciones de un PIC - Manejo de software de programación para PIC. - Edición de programa, etiquetas, variables, constantes y símbolos. Puertos y otros registros. Pulsador/interruptor. - Grabar con software. CONEXIÓN PIC Y LCD - Introducción a los LCD, clasificación, estructura interna - Juego de caracteres, código ASCII - Rutinas de manejo del LCD - Manejo de LCD - Teclados matriciales	VIDEOLECCIÓN - Los microcontroladores. INVESTIGACIÓN - Familias de PIC's. - Lenguajes de programación para PIC's. - Elaborar el esquema de conexión de un PIC con un display de 7 segmentos.



HOJA DE PROGRAMACIÓN PROGRAMA DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Familia Ocupacional: Electrotecnia **Carrera:** Mecatrónica Industrial
Módulo Formativo: Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industria IOT **Semestre:** IV

Objetivo General: Al finalizar el módulo formativo el estudiante tendrá la capacidad de solucionar problemas en los equipos de control electrónico mediante el uso de los microcontroladores. Cumpliendo las normas técnicas, las normas de seguridad y salud en el trabajo, actuando de manera responsable con el medio ambiente.

SEMANA	HORAS			CONTENIDOS DE APRENDIZAJE			
	T	P	A	PROYECTOS TAREAS DE APRENDIZAJE	OPERACIONES	CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS Y CIENTÍFICOS	AUTOESTUDIO
9-10	5	12	9	TAREA N°2 Elabora programa e implementa circuito Mecatrónico con motores en DC y sensor de ultrasonido.	- Reconocer los componentes de un sistema con plataforma Arduino. - Elaborar programa intermitente para la plataforma Arduino. - Elaborar programa de 4 secuenciales en la plataforma Arduino. - Elaborar programa para generar sonido con la plataforma Arduino. - Elaborar programa de lectura de información con la plataforma Arduino. - Elaborar programa para LCD, plataforma Arduino. - Elaborar programa para control de motores DC. - Elaborar programa para control de servomotor en plataforma Arduino.	- El sensor de ultrasonido. - El circuito L293D. - El circuito ULN 2003 - Módulo de servomotor para arduino PLATAFORMA ARDUINO - El microcontrolador AVR: Características / Periféricos. - El microcontrolador Atmega y la plataforma Arduino. - La familia Arduino, tipos de Arduino. - Hardware de placa Arduino: Entradas y salidas digitales / entradas y salidas analógicas / opción pull-up / Pines PWM / Módulo de control de motores DC para Arduino / Módulo de servomotores para Arduino - Software Arduino: Lenguaje utilizado / Estructura de un programa (void setup, void loop) / funciones / Instrucciones de salida de información/ función tone / operadores lógicos / ingreso de información / monitor serial / estructuras condicionales / comandos de bucle / función Map.	VIDEOLECCION - Manejo de pantallas LCD con microcontrolador. INVESTIGACIÓN - Realizar esquema de conexión de módulo de ultrasonido y placa Arduino. - Elaborar programa de aplicación con sensor de ultrasonido. - Realizar esquema de conexión de CI L293D, motor DC y placa Arduino. - Elaborar programa de aplicación de CI L293D, motor DC y placa Arduino.



**HOJA DE PROGRAMACIÓN
PROGRAMA DE FORMACIÓN PROFESIONAL**

Familia Ocupacional: Electrotecnia **Carrera:** Mecatrónica Industrial
Módulo Formativo: Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industria IOT **Semestre:** IV

Objetivo General: Al finalizar el módulo formativo el estudiante tendrá la capacidad de solucionar problemas en los equipos de control electrónico mediante el uso de los microcontroladores. Cumpliendo las normas técnicas, las normas de seguridad y salud en el trabajo, actuando de manera responsable con el medio ambiente.

SEMANA	HORAS			CONTENIDOS DE APRENDIZAJE			
	T	P	A	PROYECTOS TAREAS DE APRENDIZAJE	OPERACIONES	CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS Y CIENTÍFICOS	AUTOESTUDIO
					Verificar el funcionamiento de un circuito de control de motores para evadir obstáculos utilizando sensor de ultrasonido.		

• DISTRIBUCIÓN DE HORAS:

T	Horas de Tecnología	Desarrollo virtual / aula
P	Horas de Práctica	Desarrollo en taller / laboratorio
A	Horas de Autoestudio	Desarrollado virtual asíncrono

Anexo 02. Propuesta de una lista de cotejo del instrumento de control de calidad técnico.

Objetivo: Comprobar que el prototipo cumple con las especificaciones técnicas establecidas.

Escala de Valoración:

- Sí = 2 puntos.
- No = 0 puntos.

Ítem	Criterio Técnico	Sí	No	Observación
1	La placa enciende sin problemas.			
2	El microcontrolador es reconocido por la PC.			
3	Las entradas digitales funcionan adecuadamente.			
4	Las entradas analógicas funcionan adecuadamente.			
5	Los sensores analógicos y digitales se conectan adecuadamente.			
6	Los actuadores se conectan adecuadamente.			
7	El diseño de la placa de desarrollo presenta conexiones correctas.			
8	La placa de desarrollo procesa los programas sin error.			
9	La energía eléctrica es estable.			
10	La placa de desarrollo cumple con la seguridad eléctrica.			
	Puntaje total			

Anexo 03. Propuesta de una Matriz de Requerimientos Técnico-Pedagógicos

Objetivo: Comprobar las características de la placa de desarrollo Arduino con la necesidad de aprendizaje.

Requerimiento pedagógico	Característica técnica de la placa de desarrollo	Indicador de cumplimiento	evidencia
Posibilita el aprendizaje de sensores.	Entradas digitales y analógicas disponibles.	Lectura adecuada de los sensores digitales y analógicos.	Funciona correctamente
Posibilita el aprendizaje de actuadores.	Salidas digitales y analógicas disponibles.	Control de Leds, motores paso a paso, motores DC.	Funciona correctamente
Mejora las tareas prácticas.	Conectores accesibles y en buen estado.	Ensamblaje rápido y sin error	Observación del docente.
Integra los contenidos según hoja de operaciones.	Establece la comunicación entre el Arduino, sensores y actuadores.	Comunicación eficaz.	Funciona correctamente

Anexo 04.

Para el protocolo de prueba funcional emplearemos las guías del módulo formativo Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.



Práctica
Visualización de texto en pantalla LCD I2C
16x2

Carrera
Mecatrónica Industrial

Módulo Formativo: Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.

Objetivo:

- Aprender a conectar adecuadamente el LCD I2C con la placa Arduino.
- Realizar un programa que permita mostrar texto en el LCD I2C.

Introducción.

LCD I2C (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido, es un periférico muy empleado en proyectos con Arduino, tiene un adaptador PCF8574 que permite conectar la pantalla con el Arduino empleando solamente dos líneas digitales del I2C, muy útil cuando se pretende minimizar el cableado en la implementación.

Materiales y equipo:

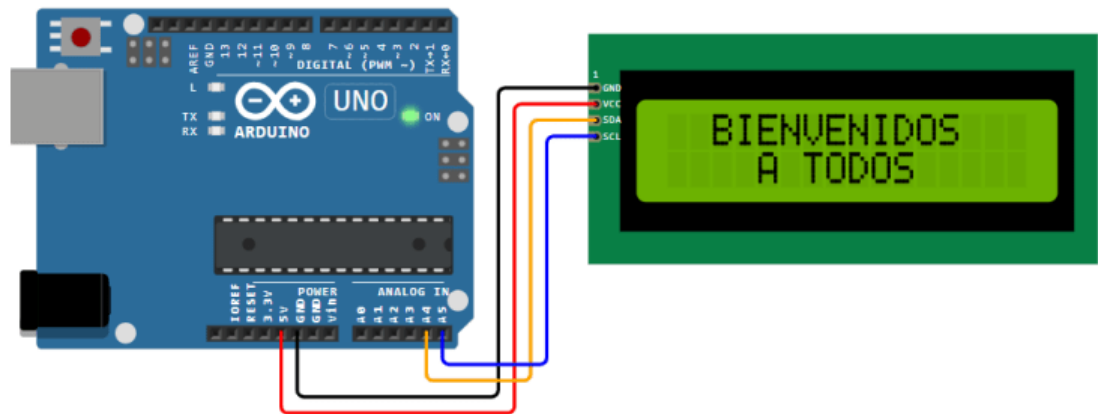
- 01 computadora.
- 01 placa Arduino.
- Software para la programación IDE Arduino.
- 01 pantalla LCD I2C.
- Jumper H/M.

Procedimiento:

- a) Implementar el circuito de la Fig. 1 físicamente.
- b) Abrir el IDE Arduino para realizar la programación.
- c) Compilar el programa y cargar a la placa Arduino.
- d) Comprobar funcionamiento.

Figura 1

Conexión de la placa Arduino con la pantalla LCD I2C



Programa:

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C          lcd(0x27,16,2);           //Crear el objeto lcd
dirección 0x27 y 16 columnas x 2 filas
void setup ( ) {
  lcd.init(); // Inicializar el LCD
  lcd.backlight(); //Enciende la luz de fondo
}
void loop ( ) {
  lcd.setCursor (2, 0); // Ubicamos el cursor en la columna 2 y la fila 0
  lcd.print ("BIENVENIDOS"); // Escribimos el Mensaje en el LCD
  lcd.setCursor (4,1); // Ubicamos el cursor en la columna 4 y la fila 1
  lcd.print ("A TODOS"); // Escribimos el Mensaje en el LCD
}
```



Práctica
Funcionamiento del sensor de temperatura
DHT22

Carrera
Mecatrónica Industrial

Módulo Formativo: Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.

Objetivo:

- Aprender a conectar adecuadamente el sensor de temperatura DHT22 y el LCD I2C con la placa Arduino.
- Realizar un programa que permita mostrar los datos obtenidos del ambiente por el sensor DHT22 en el LCD I2C.

Introducción.

Los sensores DHT22 son los más básicos y empleados en proyectos con Arduino, estos sensores están compuesto en dos partes, un sensor de humedad capacitivo y un termistor, cuenta con un circuito que se encarga de convertir la señal analógica a digital.

- Alimentación de 3.3V a 5Vdc.
- Rango de medición mínima y máxima de humedad 0% a 100% (precisión +/- 2% a 5%)
- Rango de medición mínima y máxima de temperatura -40°C a 125°C (precisión +/- 0.5°C)

Materiales y equipo:

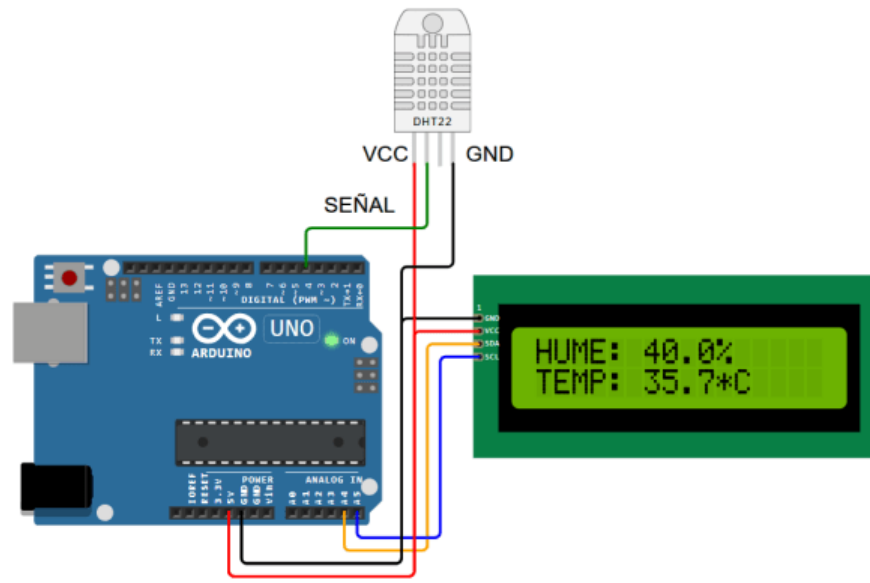
- 01 computadora.
- 01 placa Arduino.
- Software para la programación IDE Arduino.
- 01 sensor de temperatura DHT22.
- Jumper H/M.

Procedimiento:

- e) Implementar el circuito de la Fig. 1 físicamente.
- f) Abrir el IDE Arduino para realizar la programación.
- g) Compilar el programa y cargar a la placa Arduino.
- h) Comprobar funcionamiento.

Figura 1

Conexión de la placa Arduino con el sensor DHT22 y la pantalla LCD I2C



Programa

```
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Crear el objeto lcd
//dirección 0x2F y 16 columnas x 2 filas
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
int sensor=4;
DHT dht (sensor, DHT22); //Crear el objeto dht
void setup () {
  dht.begin (); // Inicializar el sensor DHT22
  lcd.init (); // Inicializar el LCD
  lcd.backlight (); //Enciende la luz de fondo
}
void loop () {
  delay (2000);
  float temperatura = dht.readTemperature (); //Leemos la temperatura en grados Celsius
  float humedad = dht.readHumidity (); //Leemos la Humedad
  //.....Enviamos las lecturas al LCD I2C.....
  lcd.clear (); //Limpiamos el LCD I2C
  lcd.setCursor (0,0); // Ubicamos el cursor en la columna 0 y la fila 0
```

```
lcd.print ("HUME: "); // Escribimos el mensaje HUME en el LCD
lcd.print (humedad,1); // Mostramos los datos de humedad en el LCD
lcd.print ("%"); // Escribimos el mensaje de % en el LCD
lcd.setCursor (0,1); // Ubicamos el cursor en la columna 0 y la fila 1
lcd.print ("TEMP: "); // Mostramos los dato de temperatura en el LCD
lcd.print (temperatura,1); // Escribimos el mensaje HUME en el LCD
lcd.print ("*C");
}
```

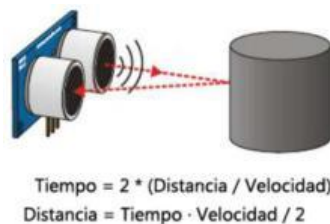
Módulo Formativo: Microcontroladores, Sistemas Embebidos e Introducción a Industrias IOT.

Objetivo:

- Aprender a conectar adecuadamente el sensor HC-SR04 y el LCD I2C con la placa Arduino.
- Realizar un programa que permita mostrar texto en el LCD I2C.

Introducción.

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. El sensor HC-SR04 es el más empleado en proyectos de robótica como robots laberinto o sumo, y en proyectos de automatización como sistemas de medición de nivel o distancia.



Materiales y equipo:

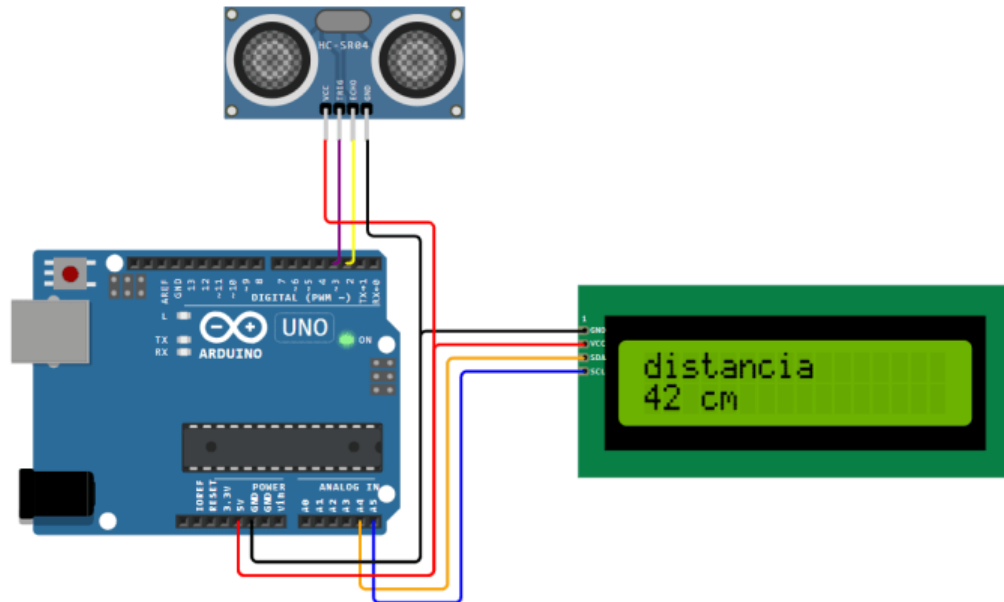
- 01 computadora.
- 01 placa Arduino.
- Software para la programación IDE Arduino.
- 01 sensor HC-SR04.
- Jumper H/M.

Procedimiento:

- i) Implementar el circuito de la Fig. 1.
- j) Abrir el IDE Arduino para realizar la programación.
- k) Compilar el programa y cargar a la placa Arduino.
- l) Comprobar funcionamiento.

Figura 1

Conexión de la placa Arduino con el sensor HC-SR04 y la pantalla LCD I2C



Programa

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
int echoo = 2;
int trigg = 3;
int tiempo;
int distancia;
void setup ( ) {
  lcd.init ( );
  lcd.backlight ( );
  pinMode (trigg, OUTPUT);
  pinMode (echoo, INPUT);
}
void loop ( ) {
  digitalWrite (trigg, LOW);
  delayMicroseconds (10);
  digitalWrite (trigg, HIGH);
  delayMicroseconds (10);
  digitalWrite (trigg, LOW);
  tiempo = pulseIn (echoo, HIGH);
```

```
distancia=tiempo/58.3;  
lcd.clear ( );  
lcd.setCursor (0,0);  
lcd.print ("distancia");  
lcd.setCursor (0,1);  
lcd.print (distancia);  
lcd.print (" cm ");  
delay (1000);  
}
```