



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA
CARRERA INGENIERÍA MARÍTIMA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO MARÍTIMO

PROYECTO TÉCNICO

TEMA

“Implementar un Laboratorio para la Enseñanza de Sensores Electrónicos de Arduino”

AUTORES

Triviño García Bosco Elian

Zamora Vélez Kevin Fernando

TUTOR

Ing. Buitrón Flores Anderson David

Manta – Manabí – Ecuador

2023 (2)

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total 80 horas, bajo la modalidad de Proyecto técnico, cuyo tema del proyecto es “Implementar un Laboratorio para la Enseñanza de Sensores Electrónicos de Arduino”, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde al señor **Triviño García Bosco Elian**, estudiante de la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2023 (2), quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 15 de diciembre del 2023.

Lo certifico,



Firmado electrónicamente por:
**ANDERSON DAVIDBUITRON
FLORES**

Ing. Buitrón Flores Anderson David
Docente Tutor(a)

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total 80 horas, bajo la modalidad de Proyecto técnico, cuyo tema del proyecto es “Implementar un Laboratorio para la Enseñanza de Sensores Electrónicos de Arduino”, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde al señor **Zamora Vélez Kevin Fernando**, estudiante de la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2023 (2), quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 15 de diciembre del 2023.

Lo certifico,



Firmado electrónicamente por:
**ANDERSON DAVIDBUITRON
FLORES**

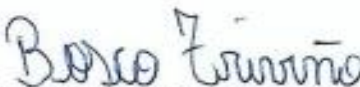
Ing. Buitrón Flores Anderson David

Docente Tutor(a)

DECLARATORIA DE AUTORIA Y ORIGINALIDAD

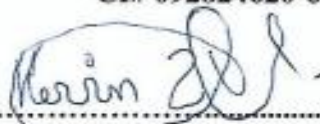
Nosotros, Triviño García Bosco Elian y Zamora Vélez Kevin Fernando, autores de la tesis intitulada "Implementar un Laboratorio para la Enseñanza de Sensores Electrónicos de Arduino" mediante el presente documento dejamos constancia de que la obra es de nuestra exclusiva autoría y producción, que la hemos elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Ingeniero Marítimo en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí".

Manta, 15 de diciembre del 2023

Firma: 

Triviño García Bosco Elian

CI# 092824620-6

Firma: 

Zamora Vélez Kevin Fernando

CI# 131748364-6

Firma: 

Ing. Buitrón Flores Anderson David

Docente Tutor(a)

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo al cumplimiento de los requisitos de la ley, el tribunal de grado otorga la calificación de:

PRESIDENTE

CALIFICACIÓN

PRIMER VOCAL

CALIFICACIÓN

SEGUNDO VOCAL

CALIFICACIÓN TOTAL

TOTAL

SECRETARIA/O

DEDICATORIA

Con mucho cariño, amor, admiración y respeto, dedico esta tesis y toda mi vida a mis padres Sr. Bosco Benito Triviño Bravo, Sra. Fátima Monserrate García Zamora quienes han estado en todo momento apoyándome para salir adelante en el trascurso de mi vida, porque han estado junto a mí en todo momento de mi vida ya que me enseñaron que en la vida hay que perseverar, poner empeño, ganas, dedicación y sobre todo tener mucha fe; nunca perder la fe.

Muchas gracias por todo familia, sin ustedes jamás hubiera llegado a culminar esta etapa de mi vida, les seguiré demostrando día a día que puedo seguir creciendo y que, siendo una mejor persona.

Triviño García Bosco Elian

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre Mariela Isabel Vélez Bravo, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre Domitilo Fernando Zamora García, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

Zamora Vélez Kevin Fernando

AGRADECIMIENTO

Todo mi esfuerzo y constante superación es dedicada a mis padres forjadores de mi vida que con esfuerzo y sacrificio me han dado lo mejor de sí, inculcándome valores de sinceridad, responsabilidad, honradez y respeto, a mis hermanos por la ayuda recibida.

Triviño García Bosco Elian

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi universidad, gracias por dejarme formarme allí, gracias a todas las personas que directa o indirectamente han estado involucradas en este proceso, gracias a todos ustedes, han sido responsables de su pequeño aporte, que se verá reflejado hoy en la conclusión de mi estadía en la universidad. Gracias a mis padres que han sido los que más han apoyado en este proceso ya Dios que ha sido el que más me ha apoyado y motivado cada día para seguir adelante sin tirar la toalla.

Zamora Vélez Kevin Fernando

SINTESIS Y PALABRAS CLAVES

La electrónica es una rama de la física y la ingeniería que se ocupa del estudio, diseño y aplicación de dispositivos y sistemas electrónicos que utilizan corrientes eléctricas y el flujo de electrones para realizar diversas funciones. Estas funciones pueden incluir la transmisión, recepción, procesamiento y almacenamiento de información, así como el control y la automatización de diferentes sistemas.

Las placas Arduino son plataformas de hardware de código abierto diseñadas para facilitar la creación de proyectos electrónicos interactivos. Estos dispositivos son ampliamente utilizados en una variedad de aplicaciones, desde electrónica de consumo hasta sistemas industriales y médicos debido a su versatilidad y facilidad de uso.

El proyecto tuvo como objetivo principal desarrollar e implementar un laboratorio para la enseñanza de sensores electrónicos de Arduino, el cual resultó altamente beneficioso y positivo para los estudiantes de la carrera de ingeniería marítima ya que cubre totalmente la necesidad del entendimiento y control de la electrónica de potencia permitiendo así usar esos conocimientos en aplicaciones científicas, laborales y de índole investigativas para beneficios de la sociedad.

Por eso este proyecto va enfocado en el diseño y construcción de un entrenador electrónico que es un dispositivo o sistema diseñado para proporcionar capacitación y aprendizaje en el campo de la electrónica. Está totalmente destinado a estudiantes, aficionados o profesionales para que puedan adquirir o mejorar sus habilidades en electrónica y el manejo de componentes electrónicos. Estos entrenadores electrónicos suelen ofrecer un ambiente práctico y seguro para experimentar con circuitos electrónicos sin la necesidad de construir prototipos físicos desde cero.

Palabras Clave: Entrenador Electrónico, Microcontroladores, Electrónica.

ABSTRACT AND KEYWORDS

Electronics is a branch of physics and engineering that deals with the study, design and application of electronic devices and systems that use electric currents and the flow of electrons to perform various functions. These functions may include the transmission, reception, processing and storage of information, as well as the control and automation of different systems.

Arduino boards are open source hardware platforms designed to make it easy to create interactive electronic projects. These devices are widely used in a variety of applications from consumer electronics to industrial and medical systems due to their versatility and ease of use.

The main objective of the project was to develop and implement a laboratory for teaching Arduino electronic sensors, which was highly beneficial and positive for students of the maritime engineering career since it fully covers the need for understanding and control of electronics. power, thus allowing this knowledge to be used in scientific, labor and research applications for the benefits of society.

That is why this project is focused on the design and construction of an electronic trainer, which is a device or system designed to provide training and learning in the field of electronics. It is entirely intended for students, hobbyists or professionals so that they can acquire or improve their skills in electronics and the handling of electronic components. These electronic trainers typically offer a safe, hands-on environment for experimenting with electronic circuits without the need to build physical prototypes from scratch.

Keywords: Electronic Trainer, Microcontrollers, Electronics.

INDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARATORIA DE AUTORIA Y ORIGINALIDAD	iv
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
AGRADECIMIENTO	ix
SINTESIS Y PALABRAS CLAVES	x
ABSTRAC AND KEYBOARD	xi
CAPITULO I	1
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	3
1.2. Problemática	3
1.3. Justificación	4
1.4. Propuesta.....	5
1.5. Objetivo General.....	5
1.5.1. Objetivos específicos	5
CAPITULO II 2. Marco Teórico	6
2.1. Teoría de la Electrónica	6

2.1.1. Fundamentos de la electrónica.....	8
2.1.2. Leyes de la teoría de la electrónica.....	12
2.1.2. ¿Qué es la corriente continua (DC) y la corriente alterna (AC)?.....	13
2.1.4. ¿Qué es la Ley de Ohm?.....	14
2.1.5. ¿Qué es la potencia?.....	15
2.1.6. ¿Qué son las señales digitales y las señales analógicas?.....	16
2.1.7. ¿Qué son las señales periódicas y las señales aperiódicas?.....	17
2.2. Circuitos Electrónicos.....	18
2.3. Microcomputadoras.....	19
2.3.1. ¿Qué es un microcontrolador?.....	20
Por lo tanto, un microcontrolador (también conocido como "micro") es necesario que posea tres componentes esenciales en su interior:.....	21
2.3.2. CPU (unidad central de proceso).....	21
2.3.3. Diferentes tipos de memorias.....	22
2.3.4. Diferentes puertos de E/S (entrada/salida).....	23
2.4. Arduino.....	23
2.4.1. Historia.....	26
2.4.2. Importancia del uso de Arduino.....	27
2.4.3. Hardware del Arduino.....	29
2.4.4. Prototipos de Arduino.....	31

2.4.5. Las entradas y salidas digitales	34
2.4.6. Las entradas analógicas.....	35
2.4.7. Tipos de lenguajes de programación.....	35
2.4.8. Lenguaje de programación libre en Arduino	36
2.4.9. Software Arduino.....	37
2.6. Sensores	38
2.6.1. Sensores de luz visible	39
2.6.2. Sensores de luz infrarroja.....	41
2.6.3. Sensores de temperatura	42
2.6.4. Sensores de humedad.....	44
2.6.5. Sensores de distancia	45
2.6.6. Sensor de inclinación	45
2.6.7. Sensores de movimiento	47
2.6.8. Servomotores	48
2.6.9. Características del hardware Módulo Entrenador.....	48
2.7. Laboratorios de Electrónica en Programas de Ingeniería	49
2.7.1. Principios y componentes de los laboratorios.....	50
2.7.2. Precauciones	53
2.7.3. Principios educativos que deben tener los estudiantes	53
2.8. Redes de sensores	55

2.8.1. Topologías de redes de sensores	55
CAPITULO III:.....	58
3. Diseño del laboratorio.....	58
3.1. Fuente de Alimentación	58
3.1.1. El esquema eléctrico de fuente de alimentación.....	60
3.1.2. Funcionamiento de la fuente de poder	61
3.2. Generador de Funciones	62
3.2.1. Funcionamiento del generador de funciones	63
3.3. Potenciómetros Analógicos	65
3.4. Entradas Digitales, Los Pulsadores.....	66
3.5. Entradas Digitales, Los Interruptores	68
3.6. Salidas Digitales, Los Diodos Led.....	70
3.7. Salidas Digitales, El Zumbador	72
3.8. Salidas Digitales, Los Displays.....	73
3.9. Relación de Materiales.....	75
3.9.1. Resistencias.....	75
3.9.2. Condensadores	77
3.9.3. Semiconductores	78
3.9.4. Circuitos integrados	79
3.9.5. Zocalos y conectores.....	80

3.9.6. Interruptores y pulsadores	81
3.9.7. Accesorios	82
3.9.8. Varios	82
CAPITULO IV	83
4. Montaje del Laboratorio	83
4.1. Montaje del Laboratorio	83
4.1.1. Circuito impreso.....	83
4.1.2. Soldadura y montaje	84
4.1.3. Materiales.....	84
CAPITULO V	87
5. Funcionamiento del Laboratorio	87
5.1. La Fuente de Alimentación	87
4.2. Generador de Funciones	89
4.3. Potenciómetros Analógicos	90
4.4. Entradas Digitales, Los Pulsadores	91
4.5. Entradas Digitales, Los Interruptores	92
4.6. Salidas Digitales, Los Diodos Led.....	93
4.7. Salidas Digitales, El Zumbador	94
4.8. Salidas Digitales, Los Displays.....	94
CONCLUSIONES	97

RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	99

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Teoría de la electrónica.....	7
Ilustración 2: Leyes de la electrónica.....	12
Ilustración 3: Corriente Continua.....	13
Ilustración 4: Corriente Alterna.	14
Ilustración 5: Ley de Ohms.....	15
Ilustración 6: Señal Analógica/Digital.....	16
Ilustración 7: Señales Periódicas/Aperiódicas.	17
Ilustración 8: Circuito Básico.	18
Ilustración 9: Circuito Básico terminado.	19
Ilustración 10: Tipos de memoria	22
Ilustración 11: Arduino NANO	33
Ilustración 12: Entradas y Salidas Digitales.	34
Ilustración 13: Entradas Analógicas.	35
Ilustración 14: Lenguaje de Programación de Arduino	37
Ilustración 15: Fotorresistores.....	39
Ilustración 16: Fotorresistores circuito	40
Ilustración 17: Fotodiodos y fototransistores.....	41
Ilustración 18: Circuito de fotodiodos y fototransistores.....	41
Ilustración 19: Termistor.....	42

Ilustración 20: Circuito de termistor	43
Ilustración 21: El sensor DHT22/RHT03.	44
Ilustración 22: Circuito del sensor DHT22/RHT03.....	44
Ilustración 23: Sensor de Inclinación.....	45
Ilustración 24: Circuito del sensor de inclinación.....	46
Ilustración 25: Sensor IR.	47
Ilustración 26: Circuito del Sensor IR.	47
Ilustración 27: Servomotor.	48
Ilustración 28: Red de sensor tipo estrella	56
Ilustración 29: Red de sensor tipo malla.....	57
Ilustración 30: Red de sensor tipo árbol	57
Ilustración 31: Muestra la sección de la fuente de alimentación y sus elementos más relevantes	59
Ilustración 32: Esquema eléctrico de la fuente de alimentación.....	60
Ilustración 33: El generador de funciones	62
Ilustración 34: Esquema eléctrico del generador de funciones.....	64
Ilustración 35: Conexión eléctrica de los potenciómetros para generar variables analógicas	65
Ilustración 36: Los potenciómetros.....	66
Ilustración 37: Los pulsadores	66

Ilustración 38: Esquema eléctrico de los pulsadores	67
Ilustración 39: Los interruptores	68
Ilustración 40: Esquema eléctrico de los interruptores	69
Ilustración 41: Los diodos led.....	70
Ilustración 42: Esquema eléctrico de los leds de salida.....	71
Ilustración 43: Esquema de conexión del zumbador piezoeléctrico	72
Ilustración 44: Los displays 7 segmentos	73
Ilustración 45: Esquemas de conexión de los displays de 7 segmentos	74
Ilustración 46: Código de colores de resistencias	76
Ilustración 47: Resistencias variables	76
Ilustración 48: Resistencias encapsulada	77
Ilustración 49: Condensadores	78
Ilustración 50: Semiconductores.....	78
Ilustración 51: Circuitos integrados	79
Ilustración 52: Zócalos.....	80
Ilustración 53: Conmutadores	81
Ilustración 54: Accesorios.....	82
Ilustración 55: Placa PCB	83
Ilustración 56: Laboratorio funcionando	86
Ilustración 57: Fuente de alimentación	88

Ilustración 58: Potenciómetros	90
Ilustración 59: Pulsadores	91
Ilustración 60: Interruptores.....	92
Ilustración 61: Diodos Led.....	93
Ilustración 62: Zumbador.....	94
Ilustración 63: Display	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Importancia del uso de Arduino</i>	28
Tabla 2 <i>Hardware del Arduino</i>	32
Tabla 3 <i>Tabla de escalas</i>	63
Tabla 4 <i>Tipo de señal</i>	64
Tabla 5 <i>Frecuencia de señal</i>	89
Tabla 6 <i>Amplitud de señal</i>	90

CAPITULO I

1. Introducción

Los sensores electrónicos son dispositivos que permiten medir y detectar diferentes fenómenos físicos, como temperatura, humedad, distancia, luz, sonido, etc. Estos sensores se pueden conectar a una placa Arduino, que es una plataforma de hardware y software libre que facilita la creación de proyectos de electrónica y programación. Arduino ofrece una gran variedad de sensores compatibles, que se pueden utilizar para realizar experimentos, prototipos y aplicaciones en diversos campos, como la robótica, el internet de las cosas, el arte y el diseño (Torrente, 2020).

La enseñanza de los sensores electrónicos de Arduino puede ser una forma de fomentar el aprendizaje basado en proyectos, el pensamiento computacional y el desarrollo de competencias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en los estudiantes de diferentes niveles educativos. Sin embargo, para lograr este objetivo, se requiere de una adecuada planificación, diseño e implementación de un laboratorio que proporcione los recursos, las actividades y la metodología adecuados para el uso de los sensores de Arduino (Galindo, 2019).

El propósito de esta tesis es implementar un laboratorio para la enseñanza de sensores electrónicos de Arduino, que permita a los estudiantes aprender sobre los principios, el funcionamiento y las aplicaciones de los sensores, así como desarrollar habilidades de investigación, creatividad, colaboración y resolución de problemas. Para ello, se realizará un estudio de los tipos de sensores disponibles, se seleccionarán los más adecuados para el contexto educativo, se diseñarán y desarrollarán actividades prácticas y lúdicas con los sensores, se evaluará el impacto del laboratorio en el aprendizaje de los estudiantes y se propondrán mejoras y recomendaciones para su implementación.

La integración de sensores electrónicos con plataformas como Arduino ha revolucionado la manera en que se abordan los proyectos de electrónica y programación. Arduino, una plataforma de hardware y software de código abierto, proporciona un entorno accesible y flexible para estudiantes, aficionados y profesionales por igual. Con una amplia variedad de sensores compatibles disponibles, Arduino ofrece una plataforma ideal para explorar y experimentar con el mundo de la electrónica y la informática (Salazar, 2023).

La implementación de un laboratorio dedicado a la enseñanza de sensores electrónicos de Arduino busca aprovechar este potencial educativo. Este laboratorio proporcionará un entorno estructurado y enriquecedor donde los estudiantes podrán aprender sobre los principios, el funcionamiento y las aplicaciones de los sensores, al tiempo que desarrollan habilidades de investigación, creatividad y colaboración. A través de actividades prácticas y lúdicas diseñadas específicamente para el contexto educativo, los estudiantes podrán explorar conceptos abstractos de manera tangible y relevante.

Además, este laboratorio servirá como un espacio de experimentación y descubrimiento donde los estudiantes podrán poner en práctica sus conocimientos teóricos en situaciones reales, enfrentándose a desafíos y problemas del mundo real. Al evaluar el impacto de este laboratorio en el aprendizaje de los estudiantes, se podrá identificar áreas de mejora y desarrollar recomendaciones para su implementación efectiva en entornos educativos diversos. En última instancia, este laboratorio no solo busca enseñar conceptos técnicos, sino también cultivar una mentalidad investigativa y una pasión por la exploración y la innovación en los estudiantes del mañana (Gutiérrez, 2021).

1.1. Antecedentes

En la actualidad la Carrera de Ingeniería Marítima de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la ULEAM ha tenido un crecimiento muy notable a la par con las nuevas técnicas y tecnologías de ingeniería. La automatización es la mejor opción hoy en día para el control de procesos industriales y principalmente navales como es fuerte de esta escuela, día a día se desarrollan técnicas y métodos de ingeniería con la ayuda y manipulación de softwares además del uso de herramientas adicionales que permitan el desarrollo de cualquier sistema.

Se observa un enfoque continuo en el desarrollo de técnicas y métodos de ingeniería que aprovechan la tecnología para mejorar y optimizar los procesos marítimos. Esto implica el uso y la manipulación de software especializado, así como el empleo de herramientas adicionales que permitan el diseño, la simulación y la implementación de sistemas innovadores en el ámbito marítimo.

La automatización y el control de procesos en la ingeniería marítima no solo aumentan la eficiencia operativa, sino que también contribuyen a mejorar la seguridad y la fiabilidad de las operaciones en el mar. El empleo de sistemas automatizados no solo simplifica tareas complejas, sino que también permite la integración de datos en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informadas por parte de los profesionales del sector marítimo.

1.2. Problemática

La problemática principal radica en la carencia de infraestructura y recursos destinados específicamente para la enseñanza práctica de sensores electrónicos de Arduino en la institución. Esta falta de espacios y equipos adecuados dificulta la implementación efectiva de actividades prácticas que permitan a los estudiantes explorar, experimentar y aprender con esta tecnología.

Además, la ausencia de un laboratorio dedicado para la enseñanza de sensores electrónicos de Arduino limita la oportunidad de los estudiantes para desarrollar habilidades prácticas y competencias técnicas relevantes en el campo de la electrónica y la programación. Sin un entorno propicio para la experimentación y el aprendizaje práctico, los estudiantes pueden enfrentar dificultades para comprender y aplicar los conceptos teóricos en situaciones reales.

Esta situación puede generar un desajuste entre la formación académica ofrecida por las instituciones educativas y las demandas del mercado laboral, donde el conocimiento y la experiencia en el uso de tecnologías como Arduino son cada vez más valorados. Por lo tanto, la falta de un laboratorio dedicado para la enseñanza de sensores electrónicos de Arduino puede afectar la preparación y la empleabilidad de los estudiantes en áreas relacionadas con la electrónica, la ingeniería y la informática.

1.3. Justificación

El uso de laboratorios y la aplicación práctica de los conocimientos teóricos en un entorno controlado son estrategias efectivas para mejorar la calidad de la educación. Implementar un laboratorio para la enseñanza de sensores eléctricos de Arduino en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí permitiría a los estudiantes tener una experiencia de aprendizaje más enriquecedora y significativa, al poder aplicar los conceptos teóricos de forma práctica, estimulando su creatividad, resolución de problemas y pensamiento crítico.

La implementación de un laboratorio especializado en sensores eléctricos de Arduino en la universidad aumentaría su competitividad académica y profesional. Los estudiantes que adquieran conocimientos y habilidades en el uso de sensores eléctricos y Arduino tendrán una ventaja competitiva en el mercado laboral, ya que estas habilidades son altamente demandadas en sectores

como la automatización, la domótica, la robótica y la industria electrónica. Además, la universidad se destacaría como un referente en formación tecnológica en la región.

Esta implementación ayuda a conocer el funcionamiento y desarrollo de un sistema de control moderno y también será un gran aporte tecnológico, al ser una herramienta que permita realizar aplicaciones de supervisión y control. El sistema de control y adquisición de datos que se realiza será moderno, didáctico, reprogramable y de fácil manipulación con el fin de practicar y expandir los conocimientos que el estudiante se proponga al sacar provecho a las ventajas de contar con este sistema.

1.4. Propuesta

Diseñar y construir un hardware y software para programación usando sensores y la plataforma ARDUINO.

1.5. Objetivo General

Desarrollar e implementar un laboratorio para la enseñanza de sensores electrónicos de Arduino para su aplicación didáctica hacia los estudiantes.

1.5.1. Objetivos específicos

- Evaluar las propiedades del Arduino para su integración efectiva en el laboratorio.
- Diseñar y establecer la disposición del lugar, equipos, configuración y preparación de los recursos necesarios.
- Demostrar el funcionamiento práctico del Hardware y Software.
- Elaborar un manual de prácticas que abarque procedimientos específicos utilizando Arduino para guiar el aprendizaje en sensores.

CAPITULO II

2. Marco Teórico

En este marco teórico se abordarán temas relacionados con toda la infraestructura de Arduino, componentes, módulos, sensores y software para su uso y conocimiento.

2.1. Teoría de la Electrónica

Es el campo de estudio que se ocupa del control de los flujos de electrones para realizar diversas funciones. Su principal objetivo es manipular la corriente eléctrica de manera controlada para realizar tareas específicas, como procesar información, transmitir señales, o controlar dispositivos físicos. Este además abarca el estudio, diseño y aplicación de dispositivos y sistemas que manipulan corrientes eléctricas para diversas funciones, como procesamiento de información, comunicación y control de sistemas (Boylestad & Nashelsky, 2019). Se basa en principios fundamentales de corriente eléctrica, circuitos y componentes electrónicos, y tiene una amplia gama de aplicaciones en la vida cotidiana y la industria. Desde dispositivos electrónicos de consumo hasta sistemas de comunicación y tecnologías emergentes, la electrónica es fundamental en la sociedad moderna y sigue evolucionando con nuevos avances y descubrimientos (Hinestroza & Kure, 2020).

Es el fundamento de todos los dispositivos electrónicos que forman parte de nuestra vida diaria. Si aspiras a comprender a fondo el funcionamiento de estos dispositivos, es imprescindible adentrarse en la teoría electrónica para dominar el vasto mundo de los componentes electrónicos. Esta disciplina aborda los procesos de generación, transmisión, procesamiento y almacenamiento de información a través de señales eléctricas o electrónicas, basándose en los principios fundamentales de la física, la química y las matemáticas. (Báscones & Cervera, 2020).

Dominar la teoría electrónica requiere dominar ciertas herramientas esenciales, entre las cuales se encuentran (Boylestad & Nashelsky, 2019):

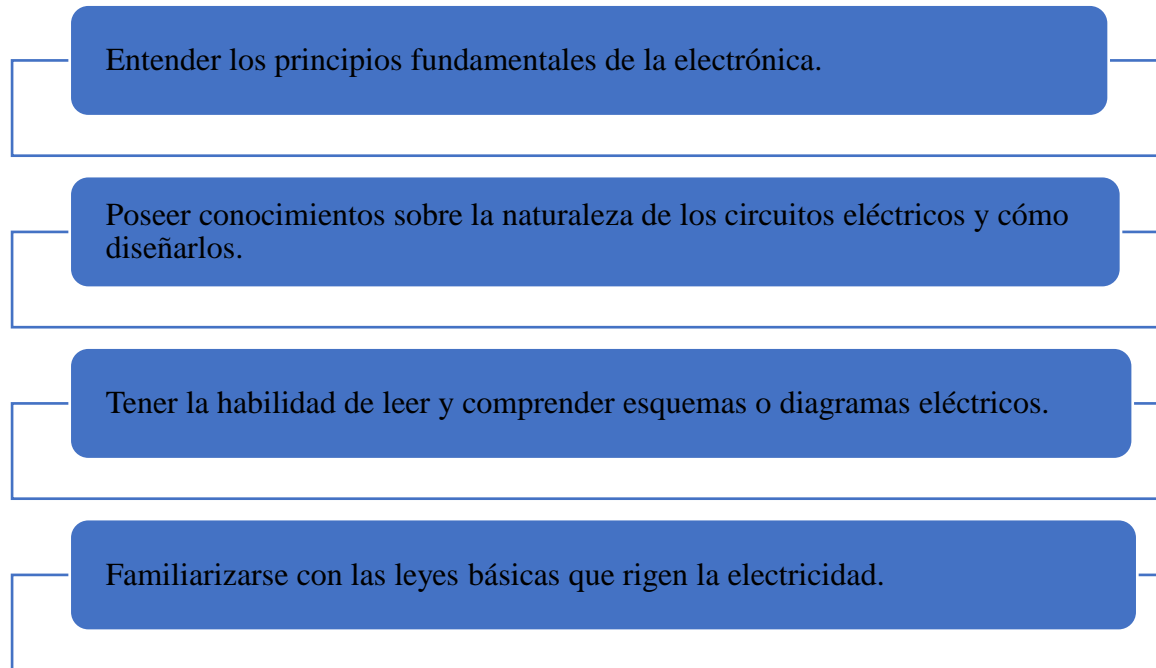


Ilustración 1: Teoría de la electrónica

Fuente: Villanueva (2020).

Con un sólido dominio de la teoría electrónica, tendrás la capacidad de reparar, diseñar y crear una variedad de dispositivos electrónicos. Este conocimiento te abrirá las puertas para participar en proyectos en diversas áreas, como la medicina, la energía solar, la robótica, la programación, entre otras. Para adentrarte en el mundo de los componentes electrónicos, es esencial comprender la teoría electrónica, lo cual requiere una serie de conocimientos y habilidades fundamentales, así como una educación continua y un profundo interés en este campo (Elguezabal, 2019).

La base de la electrónica radica en el movimiento de electrones a través de los conductores. Estos conductores, constituidos por materiales que facilitan el paso libre de electrones, contrastan con los aislantes, que restringen dicho movimiento. Los conductores son esenciales en la creación

de circuitos eléctricos, los cuales son la esencia de cualquier dispositivo electrónico. En un circuito eléctrico, la energía fluye desde una fuente de energía, como una batería, a través de los conductores y los componentes, retornando luego a la fuente original. Los componentes se interconectan según su función específica dentro del circuito (Marín, 2020).

Por ejemplo, las resistencias tienen la función de restringir el flujo de corriente eléctrica, mientras que los condensadores se emplean para almacenar cargas eléctricas. Además de comprender estos componentes básicos, resulta crucial familiarizarse con otros conceptos fundamentales de la teoría electrónica, como el voltaje, la corriente, la resistencia y la capacidad. El voltaje representa la medida de la fuerza electromotriz que impulsa la energía eléctrica a lo largo del circuito, mientras que la corriente se define como el flujo de electrones en movimiento a través del mismo circuito. (Becerra, 2021).

2.1.1. Fundamentos de la electrónica

Corriente Eléctrica: La electrónica se basa en el movimiento de cargas eléctricas, particularmente electrones, a través de materiales conductores. Esta corriente eléctrica puede ser controlada y manipulada para realizar diversas funciones. La capacidad de controlar y manipular esta corriente eléctrica es lo que hace posible el diseño y la creación de una amplia gama de dispositivos electrónicos con diferentes funciones y aplicaciones (Hinestroza & Kure, 2019). Por ejemplo, en los circuitos de potencia, se puede regular la corriente eléctrica para controlar la velocidad de un motor o la intensidad de una lámpara. En los circuitos de comunicación, la corriente eléctrica puede modularse para transportar información a través de señales eléctricas, como en las telecomunicaciones (León, 2020).

Además, la comprensión de la corriente eléctrica y su comportamiento en distintos materiales y condiciones es crucial para garantizar el funcionamiento correcto y seguro de los dispositivos electrónicos. Los ingenieros electrónicos y los técnicos deben tener un conocimiento profundo de cómo la corriente eléctrica interactúa con los componentes de un circuito y cómo puede ser controlada para optimizar el rendimiento y la eficiencia de un sistema electrónico (Barzola, 2019).

Componentes Electrónicos: Los circuitos electrónicos están compuestos por una variedad de componentes, tales como resistencias, condensadores, inductores y dispositivos semiconductores como los transistores y los diodos. Cada uno de estos componentes tiene propiedades eléctricas específicas que se utilizan para diseñar circuitos con funciones particulares. Las resistencias, por ejemplo, son componentes pasivos que controlan el flujo de corriente eléctrica en un circuito, permitiendo ajustar y estabilizar la energía en diferentes partes del sistema (González & López, 2020).

Los condensadores, por su parte, almacenan energía temporalmente y se utilizan para suavizar fluctuaciones de voltaje, filtrar señales y acoplar circuitos. Los inductores, almacenan energía en forma de campo magnético y se emplean en circuitos que requieren filtros de señales, convertidores de energía y osciladores (Goilav & Geoffrey, 2019).

Por otro lado, los dispositivos semiconductores, como los transistores y los diodos, son los pilares de la electrónica moderna. Los transistores amplifican señales, controlan el flujo de corriente y realizan operaciones lógicas en circuitos digitales, mientras que los diodos permiten que la corriente fluya en una dirección y bloquean su flujo en la dirección opuesta, siendo esenciales en rectificadores y circuitos de conmutación (Hart & Bautista, 2020).

Circuitos y Sistemas: La electrónica se centra en el diseño y análisis de circuitos electrónicos, que son combinaciones de componentes interconectados de manera que realizan una función específica. Estos circuitos pueden ser tan simples como un interruptor de luz o tan complejos como un procesador de computadora (Bardia, 2020).

En esencia, un circuito electrónico es un entramado de componentes eléctricos, como resistencias, condensadores, inductores, transistores y otros dispositivos semiconductores, que se interconectan de forma tal que permiten el flujo controlado de corriente eléctrica para realizar una tarea particular. La disposición y conexión de estos componentes obedecen a principios de diseño que garantizan su correcto funcionamiento y eficiencia (Mano, 2021).

Los circuitos electrónicos se pueden clasificar en diversas categorías según su complejidad y función. Por ejemplo, existen los circuitos analógicos, que manipulan señales eléctricas continuas, y los circuitos digitales, que trabajan con señales discretas o digitales. Además, pueden diseñarse circuitos para realizar funciones específicas, como amplificación de señales, filtrado de frecuencias, generación de pulsos, conversión de datos, entre muchas otras aplicaciones (Floyd, 2019).

Señales y Comunicación: La electrónica también abarca el estudio de señales eléctricas que transmiten información. Desde la radio hasta las telecomunicaciones modernas, la electrónica desempeña un papel crucial en la transmisión y recepción de información a través de diferentes medios (Arellano, 2023).

En su esencia, las señales eléctricas son portadoras de información. Estas señales pueden tomar diversas formas, desde ondas analógicas que representan una gama continua de valores hasta señales digitales que consisten en una serie de pulsos discretos. La electrónica se encarga de

manipular estas señales de manera eficiente y precisa para garantizar una comunicación efectiva entre dispositivos y sistemas (Castañeda, 2020).

Uno de los ejemplos más simples de comunicación electrónica es la radio. En la radio, la información se codifica en forma de ondas electromagnéticas que son transmitidas a través del espacio y luego captadas por receptores para su decodificación. La electrónica se encarga de modular y demodular estas señales para permitir la transmisión y recepción de sonido a través de las ondas de radio.

En un nivel más avanzado, la electrónica juega un papel crucial en las redes de telecomunicaciones modernas. Estas redes, que incluyen telefonía móvil, Internet, televisión por cable y satélite, entre otras, utilizan una combinación de tecnologías digitales y analógicas para transmitir datos a largas distancias y a través de diferentes medios. Los dispositivos electrónicos como routers, switches, módems y antenas son fundamentales en la infraestructura de estas redes, asegurando una comunicación rápida y confiable entre dispositivos y usuarios finales (Franco, 2022).

Aplicaciones Prácticas: La electrónica tiene una amplia gama de aplicaciones en la vida cotidiana, incluyendo dispositivos electrónicos de consumo, sistemas de comunicación, sistemas de control automático, instrumentación científica, y tecnología médica, entre otros. En primer lugar, los dispositivos electrónicos de consumo son una parte integral de nuestro día a día. Desde teléfonos inteligentes y computadoras portátiles hasta televisores y electrodomésticos inteligentes, la electrónica impulsa la mayoría de los aparatos que utilizamos para comunicarnos, entretenernos y simplificar nuestras tareas diarias (Tocci & Widmer, 2019).

Por otro lado, los sistemas de comunicación modernos dependen en gran medida de la electrónica para su funcionamiento. Desde las redes de telefonía móvil y la transmisión de

televisión hasta la infraestructura de Internet, estos sistemas permiten la comunicación instantánea y la transferencia de datos a nivel global.

Además, la electrónica desempeña un papel crucial en los sistemas de control automático que se encuentran en automóviles, aviones, fábricas y edificios. Estos sistemas utilizan electrónica para monitorear y regular automáticamente variables como temperatura, presión, velocidad y posición, asegurando un funcionamiento eficiente y seguro de una amplia variedad de procesos y sistemas (Porras & Zapata, 2019).

2.1.2. Leyes de la teoría de la electrónica

A continuación la ilustración 2 presente un resumen de las principales teorías de las leyes de la electrónica.

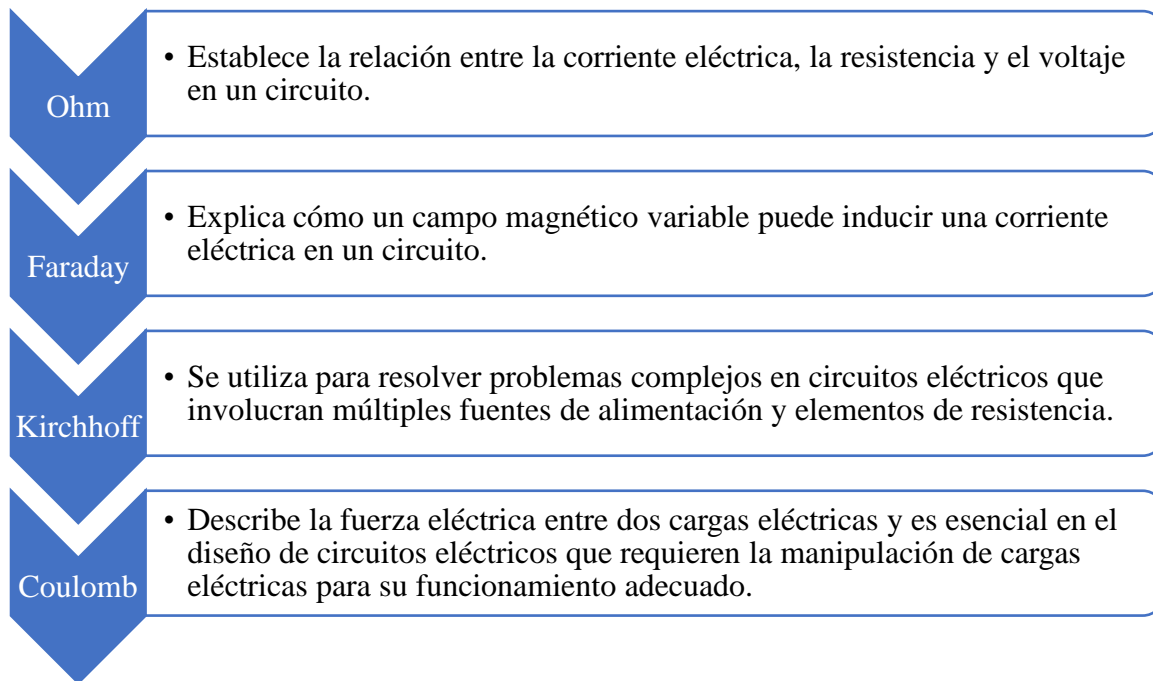


Ilustración 2: Leyes de la electrónica

Fuente: Zozaya (2019).

2.1.2. ¿Qué es la corriente continua (DC) y la corriente alterna (AC)?

Nos referimos a una corriente continua como aquella en la que los electrones fluyen a través de un conductor en la misma dirección en todo momento (es decir, una corriente en la que los polos positivo y negativo, o extremos de mayor y menor potencial, son siempre los a corriente continua como aquella en la que los electrones fluyen a través de un conductor en la misma dirección en todo momento. (Velasquez, 2020)

Aunque la corriente continua a veces se confunde con la corriente constante (como la producida por una batería), la corriente continua solo se refiere a la corriente que, hasta donde sabemos, siempre mantiene la misma polaridad.

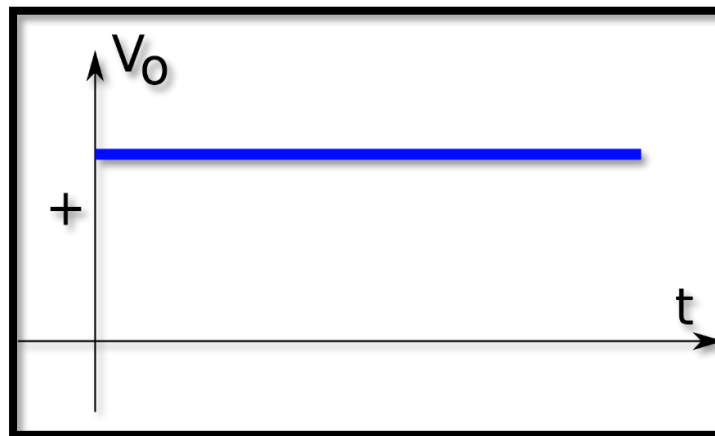


Ilustración 3: Corriente Continua.

La llamamos corriente alterna porque la magnitud y polaridad del voltaje varían cíclicamente. Lo tanto, esto final significa que los polos positivos y negativos se intercambian de manera alternativa durante el tiempo, lo cual provoca que el voltaje toma valores positivos y negativos de manera determinada. (Gómez, 2021).

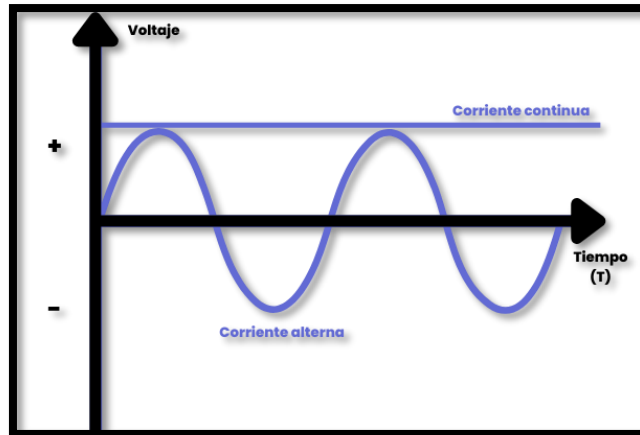


Ilustración 4: Corriente Alterna.

2.1.3. ¿Qué es la resistencia eléctrica?

Aunque normalmente nos referimos a algún componente electrónico que forma parte de nuestros circuitos, podemos definir la resistencia eléctrica interna de cualquiera como su capacidad para oponerse al paso de la corriente eléctrica a través de él. En otras palabras, cuanto más difícil sea para los electrones atravesar un componente, hasta el punto de imposibilitar la electricidad, mayor será la resistencia del componente. (Velasquez, 2020)

La unidad medida de la resistencia es el ohmio (Ω), kilo ohmios ($1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega$), mega ohmios ($1 \text{ M}\Omega = 1000 \text{ k}\Omega$), etc. (Garcia, 2019)

2.1.4. ¿Qué es la Ley de Ohm?

Según la Ley de Ohm, si un componente eléctrico con resistencia interna, \mathbf{R} , es impulsado por una intensidad de corriente, \mathbf{I} , habrá una diferencia de potencial, \mathbf{V} , entre los dos extremos de ese componente que se puede determinar mediante la fórmula $\mathbf{V} = \mathbf{I} \cdot \mathbf{R}$. (Velasquez, 2020).

Es sencillo derivar interesantes relaciones de proporcionalidad entre estas tres magnitudes eléctricas a partir de esta fórmula. Por ejemplo, se puede observar que cuanto mayor es la diferencia de potencial entre sus extremos, mayor es la intensidad de la corriente que abruma al

componente (suponiendo que la resistencia interna del componente sigue siendo la misma). (Velasquez, 2020).

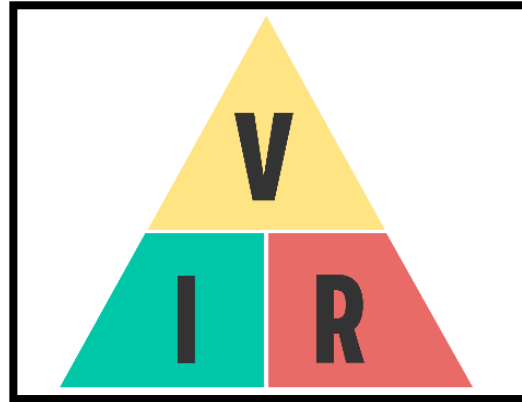


Ilustración5: Ley de Ohms.

Se puede observar que a mayor resistencia interna del componente (suponiendo, en este caso, que la intensidad de corriente de ese componente sea constante), mayor será la diferencia de potencial entre sus dos extremos. (Velasquez, 2020)

Por ejemplo, si conocemos **V** y **R**, podemos encontrar **I** usando $I = V/R$, y si conocemos **V** e **I**, podemos encontrar **R** usando $R = V / I$.

2.1.5. ¿Qué es la potencia?

La energía consumida por un componente eléctrico o electrónico en un segundo puede determinar su potencia. La energía eléctrica que esta proporciona al circuito en un segundo. (Velasquez, 2020)

El valor intrínseco propio del componente o generador, respectivamente, es la potencia en ambos casos (ya sea consumida o generada).

Su unidad de medida es el vatio (**W**), mili vatios (**1 mW = 0,001 W**), kilovatios (**1 kW = 1000 W**). (Velasquez, 2020)

2.1.6. ¿Qué son las señales digitales y las señales analógicas?

Las señales eléctricas pueden ser clasificadas de múltiples maneras según sus características físicas. Hacer la distinción entre señales digitales y analógicas señales es una de esas clasificaciones. es una de esas clasificaciones.

2.1.6.1. Señal digital. Si observamos como señal el color de un semáforo, es de tipo digital, ya que solo puede tener tres valores: amarillo, verde y rojo. Es la que tiene un número finito de valores.

2.1.6.2. Señal analógica. Es cualquier cosa que tenga infinitos valores posibles dentro de un cierto rango (también conocido como "valores continuos"). Muchas magnitudes físicas, como temperatura, sonido, luz, etc., son analógicas, así como las más específicas eléctricas, como voltaje, intensidad, potencia, etc., debido a que, de manera natural, todas ellas pueden experimentar fluctuaciones constantes sin cambios. (Velasquez, 2020)

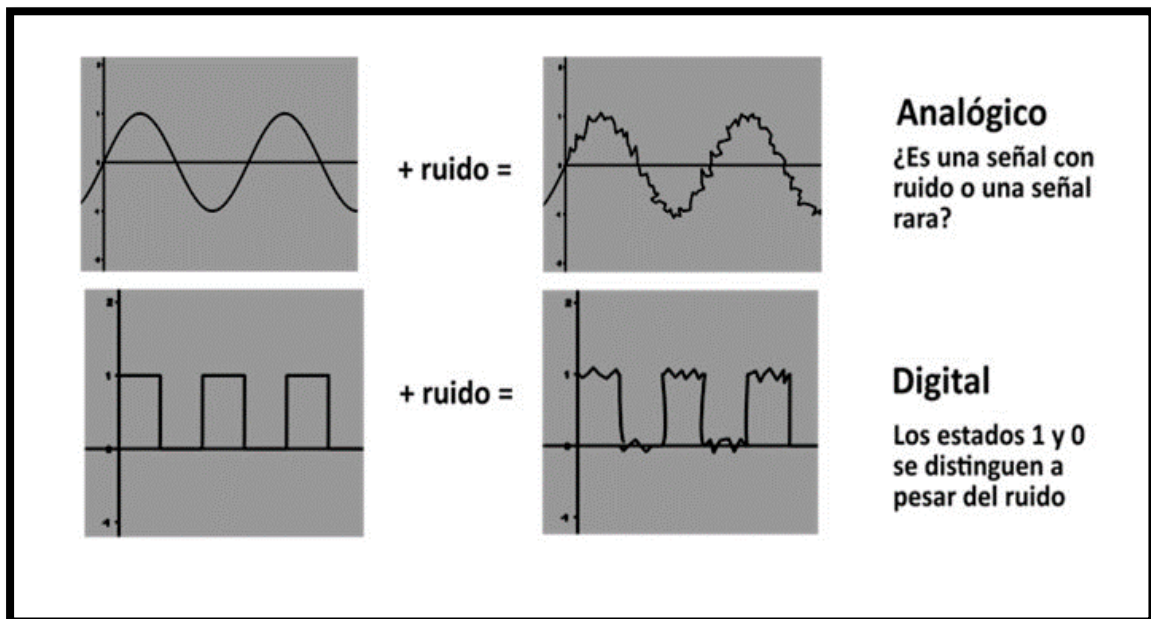


Ilustración 6: Señal Analógica/Digital.

2.1.7. ¿Qué son las señales periódicas y las señales aperiódicas?

Se llama señal periódica a aquella que se repite tras un cierto período de tiempo (T), señal aperiódica a aquella que no se repite.

En el caso de las primeras (las más interesantes con diferencia), esta podría tener una "forma" concreta que sigue el dibujo de la función seno, cuadrado, triangular, etc., dependiendo de cómo varía la señal a lo largo del tiempo. (Velasquez, 2020)

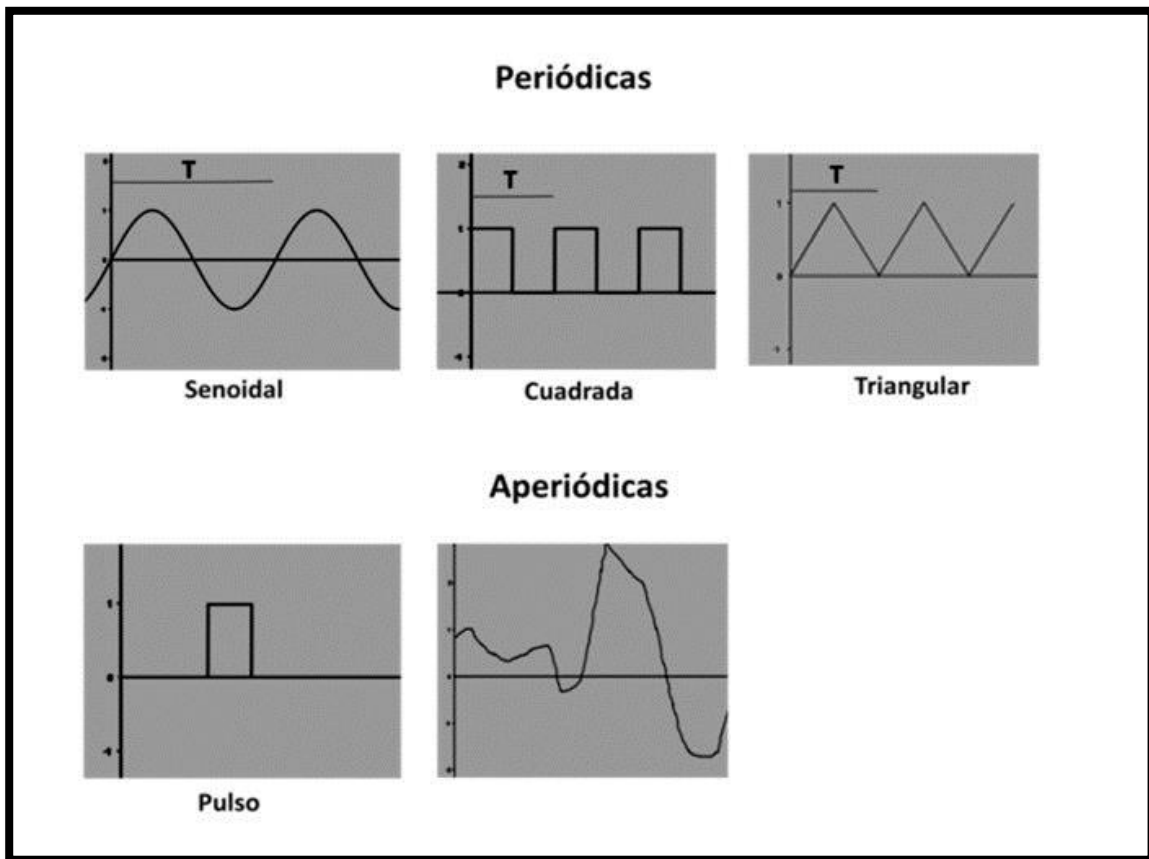


Ilustración7: Señales Periódicas/Aperiódicas.

Las señales periódicas tienen características y son:

2.1.7.1. Frecuencia (f). Es el número de veces que se repite la señal en un segundo.

La medición se realiza en hercios (Hz) o sus múltiplos (como megahercios o kilohercios).

(Velasquez, 2020)

2.1.7.2. Período (T). Cantidad de tiempo que dura un ciclo completo de señal antes de repetirse una vez más, expresado en segundos. (Velasquez, 2020)

2.1.7.3. Valor instantáneo. Es el valor específico que asume la señal en cada instante (voltaje, intensidad, etc.). (Velasquez, 2020)

2.1.7.4. Valor medio. Valor que se calcula matemáticamente tomando el promedio de los diversos valores que se han mantenido durante un período de tiempo específico. (Velasquez, 2020)

Los componentes (como algunos **motores**) reaccionan al valor medio de la señal en lugar del valor instantáneo.

2.2. Circuitos Electrónicos

Los modelos se utilizan para describir de forma sencilla y clara la composición y estructura de un circuito eléctrico. Por ejemplo, un circuito muy básico podría ser: (Velasquez, 2020)

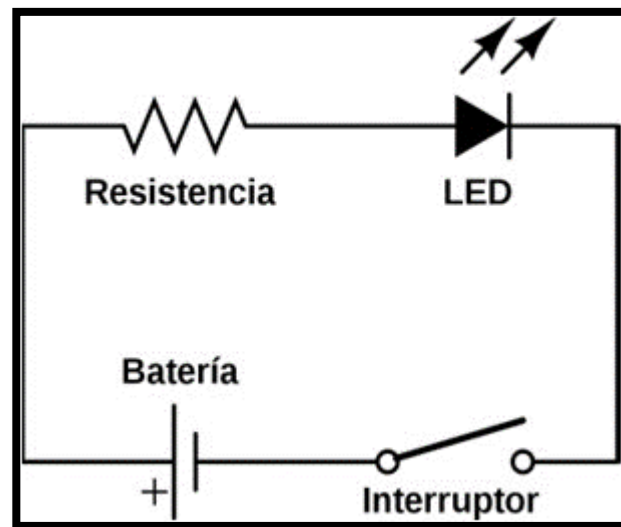


Ilustración 8: Circuito Básico.

En el esquema anterior, se pueden observar cuatro dispositivos identificados por su símbolo convencional: una resistencia, que es un componente específicamente diseñado para oponerse al paso de la corriente, de ahí de su nombre; un LED, que se ilumina cuando recibe corriente; y un interruptor. (Velasquez, 2020)

Por otro lado, los circuitos también se pueden representar de una manera ligeramente diferente a la mostrada anteriormente utilizando la idea de "tierra" (también conocida como "masa").

Un punto en el circuito que elegimos al azar para usarlo como punto de referencia para calcular la diferencia de potencial entre este punto y cualquier otro punto en el circuito. De esta manera, este es el punto en el que declaramos que el retorno es 0. Por razón práctica, el polo negativo de la pila se asocia normalmente al punto de tierra. Numerosamente, este nuevo enfoque simplificará el diseño de nuestros circuitos, dado que si el símbolo \pm representamos el punto de tierra, los circuitos se pueden dibujar de la manera siguiente:

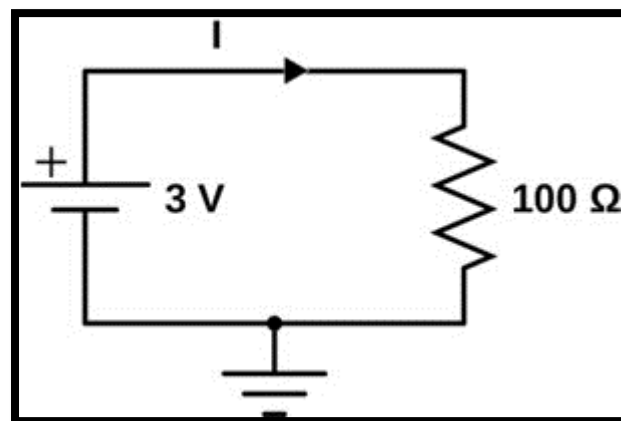


Ilustración 9: Circuito Básico terminado.

2.3. Microcomputadoras

Las microcomputadoras, también conocidas como computadoras personales (PC), son sistemas informáticos diseñados para el uso individual o personal. Se caracterizan por ser compactas, versátiles y accesibles, y han revolucionado la manera en que interactuamos con la tecnología en nuestra vida diaria. Estas computadoras son capaces de realizar una amplia gama de tareas, desde procesamiento de texto y navegación por internet hasta edición de imágenes y

reproducción de medios. Su tamaño compacto las hace ideales para colocarlas en escritorios domésticos, oficinas, escuelas y diversos entornos comerciales (Rafiquzzaman, 2021).

Las microcomputadoras constan de varios componentes principales, incluyendo la unidad central de procesamiento (CPU), que es el cerebro de la computadora y ejecuta las instrucciones del software; la memoria RAM, que almacena temporalmente los datos y programas que están en uso; el disco duro o unidad de estado sólido (SSD), donde se almacenan permanentemente los archivos y el sistema operativo; y los dispositivos de entrada y salida, como teclados, ratones, monitores y puertos USB. Uno de los hitos más significativos en la historia de las microcomputadoras fue la introducción de la computadora personal IBM PC en la década de 1980, que estableció estándares industriales y abrió el camino para la proliferación de sistemas informáticos personales en todo el mundo.

Hoy en día, las microcomputadoras vienen en una variedad de formas y tamaños, desde computadoras de escritorio tradicionales hasta laptops, tablets y dispositivos móviles como teléfonos inteligentes. Su capacidad para procesar información, conectarse a internet y ejecutar una amplia gama de aplicaciones las convierte en herramientas indispensables en nuestra vida cotidiana y en el entorno empresarial y educativo moderno (Rafiquzzaman, 2021).

2.3.1. ¿Qué es un microcontrolador?

Un dispositivo electrónico que incorpora en un solo encapsulado un gran número de componentes es conocido como un microcontrolador, y cuenta con la función de ser programable, es decir, es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas. (Artero O. T., 2020)

El componente fundamental de la circuitería de procesamiento y control sería el microcontrolador, como se indica en el diagrama anterior, que representa un sistema electrónico.

Por lo tanto, un microcontrolador (también conocido como "micro") es necesario que posea tres componentes esenciales en su interior:

2.3.2. CPU (*unidad central de proceso*)

Es su responsabilidad llevar a cabo cada instrucción y garantizar que se realiza correctamente. Las instrucciones utilizan datos previamente disponibles (los "datos de entrada") y producen otros datos (los "datos de salida") como resultado, que pueden usarse o no. Es el componente principal de un sistema informático que desempeña un papel fundamental en la ejecución de tareas y el procesamiento de datos. Es considerada el "cerebro" de la computadora debido a su capacidad para realizar cálculos, ejecutar instrucciones y coordinar todas las operaciones del sistema (Villegas, 2019).

Está compuesta por varios elementos, incluyendo la Unidad de Control (CU), que coordina las operaciones del sistema y controla el flujo de datos, y la Unidad de Procesamiento Aritmético y Lógico (ALU), que realiza operaciones matemáticas y lógicas. Además, lee las instrucciones almacenadas en la memoria, las decodifica y las ejecuta secuencialmente. Utiliza un reloj interno para sincronizar todas las operaciones y controlar la velocidad a la que se procesan las instrucciones.

La eficiencia y el rendimiento de una computadora dependen en gran medida de la velocidad y capacidad de la CPU. Con el avance de la tecnología, las CPU han evolucionado para ser más rápidas, eficientes y potentes, lo que permite realizar tareas más complejas en menos tiempo. En resumen, la CPU es el núcleo operativo de cualquier sistema informático, encargado de llevar a cabo todas las operaciones necesarias para el funcionamiento de este (Villegas, 2019).

2.3.3. Diferentes tipos de memorias

La memoria juega un papel fundamental al ser responsable de alojar tanto las instrucciones como los datos necesarios para el funcionamiento del sistema. Esto garantiza que toda la información, ya sean instrucciones o datos, esté siempre disponible para que la CPU pueda acceder y utilizar según sea necesario. En términos generales, existen dos tipos de memorias: las persistentes, que retienen su contenido incluso después de interrupciones de alimentación eléctrica, y las volátiles, cuyo contenido se pierde al no recibir energía. Dependiendo de la naturaleza de la información a conservar, esta se almacenará automáticamente en uno u otro tipo de memoria. (Artero O. T., 2020).

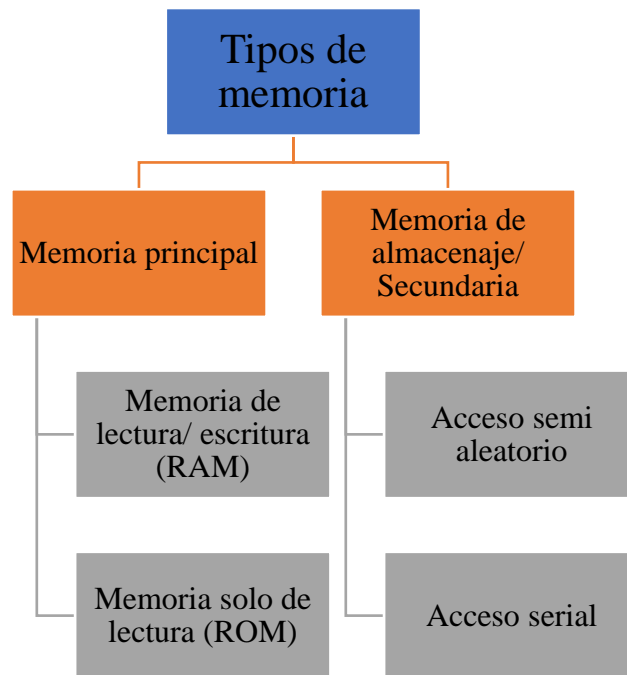


Ilustración 10: Tipos de memoria

Fuente: Avargues (2021).

2.3.4. Diferentes puertos de E/S (entrada/salida)

El microcontrolador desempeña un papel crucial al facilitar la interacción entre el mundo exterior y el sistema electrónico. Conectamos sensores a las entradas y salidas del microcontrolador para capturar datos del entorno y enviar señales a dispositivos externos. Además, podemos enlazar actuadores a las salidas del microcontrolador para permitirle enviar comandos y así interactuar con el entorno físico de manera activa (Artero O. , 2018).

En la mayoría de los casos, las patillas de conexión de los microcontroladores no están exclusivamente designadas como entradas o salidas; muchas de ellas pueden funcionar de manera flexible, cumpliendo tanto roles de entrada como de salida. Por este motivo, se les conoce comúnmente como E/S (Entrada/Salida).

En esencia, un microcontrolador es un componente integral que contiene una computadora completa, aunque con capacidades limitadas, y está diseñado específicamente para ejecutar un conjunto predefinido de instrucciones de manera repetida. Esta capacidad de procesamiento y control lo convierte en un elemento esencial en una amplia variedad de aplicaciones electrónicas y sistemas embebidos (Artero O. , 2018)

2.4. Arduino

Es una plataforma flexible que posibilita la creación y manipulación de circuitos electrónicos abiertos a la comunidad. Esta característica implica que cualquier persona puede acceder a los proyectos, modificarlos y compartirlos según su conveniencia. Destaca por su combinación de hardware y software adaptable, diseñado para ser intuitivo tanto para novatos en la materia como para expertos, así como para creativos, artistas y diseñadores (Galadima, 2019). Con sensores integrados o adicionales, Arduino puede interpretar su entorno y ejecutar acciones como encender motores o luces. Su microcontrolador se programa con el lenguaje Arduino, basado

en Processing. Las placas Arduino están disponibles en tiendas físicas y en línea, y también pueden ensamblarse manualmente. El software es de acceso libre y los proyectos se distribuyen bajo licencia de código abierto, lo que permite a los usuarios personalizarlos según sus necesidades individuales (Peña, 2020).

La placa en cuestión se basa en una plataforma de desarrollo que tuvo sus inicios en 2005 en el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea, Italia. Su objetivo era proporcionar a cualquier persona, independientemente de su formación específica, la oportunidad de explorar la electrónica y la programación en entornos educativos. Inicialmente concebida como un dispositivo de bajo costo para uso interno del instituto, la plataforma se extendió al público en general, ganando popularidad debido a su naturaleza de hardware y software libre (Blum, 2019). El desarrollo tecnológico alcanzado con las tarjetas de programación Arduino ofrece una amplia gama de dispositivos, cuya elección depende de la complejidad y los requisitos de cada proyecto. La selección entre estos dispositivos varía según la cantidad y el tipo de señales que la tarjeta debe manejar, así como la cantidad de dispositivos que se controlarán. Las señales, ya sean analógicas, digitales o PWM (modulación por ancho de pulso), se dirigen a través de puertos de entrada y salida (Anderson & Cervo, 2021).

Para programar adecuadamente la tarjeta Arduino, se necesita una mínima experiencia en programación. Se utiliza un lenguaje basado en "Wiring", compatible con C++, que es de código abierto y no requiere el pago de licencias ni actualizaciones. La tarjeta Arduino también se destaca por su capacidad de comunicación a través de puertos USB y Bluetooth, lo que permite la presentación de datos de sensores en tablas y la representación gráfica de esta información mediante programas complementarios de Arduino y paquetes de software de oficina (Millahual, 2020).

Arduino es una plataforma de creación de prototipos de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Las placas Arduino pueden leer entradas (luz en un sensor, un dedo en un botón o un mensaje de Twitter) y convertirlas en una salida: activar un motor, encender un LED o publicar algo en línea. Puedes decirle a tu tablero qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en el tablero. Para ello utilizas el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring), y el Software Arduino (IDE), basado en Processing (Evans, 2019).

A lo largo de los años, Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, desde objetos cotidianos hasta complejos instrumentos científicos. Una comunidad mundial de creadores (estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales) se ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto; sus contribuciones han sumado una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda tanto para principiantes como para expertos (Raghunathan, 2021).

Arduino nació en el Ivrea Interaction Design Institute como una herramienta sencilla para la creación rápida de prototipos, dirigida a estudiantes sin experiencia en electrónica y programación. Tan pronto como llegó a una comunidad más amplia, la placa Arduino comenzó a cambiar para adaptarse a nuevas necesidades y desafíos, diferenciando su oferta desde simples placas de 8 bits hasta productos para aplicaciones de IoT, dispositivos portátiles, impresión 3D y entornos integrados (Pan & Zhu, 2018). Todas las placas Arduino son completamente de código abierto, lo que permite a los usuarios construirlas de forma independiente y, eventualmente, adaptarlas a sus necesidades particulares. El software también es de código abierto y está creciendo gracias a las contribuciones de usuarios de todo el mundo (Nandhini & Priya, 2019).

Gracias a su experiencia de usuario sencilla y accesible, Arduino se ha utilizado en miles de diferentes proyectos y aplicaciones. El software Arduino es fácil de usar para principiantes,

pero lo suficientemente flexible para usuarios avanzados. Se ejecuta en Mac, Windows y Linux. Profesores y estudiantes lo utilizan para construir bajo coste instrumentos científicos, para demostrar principios de química y física, o para iniciarse en la programación y la robótica. Diseñadores y arquitectos construyen prototipos interactivos, músicos y artistas lo utilizan para instalaciones y para experimentar con nuevos instrumentos musicales (Boxall, 2021).

Los creadores, por supuesto, lo utilizan para construir muchos de los proyectos expuestos en la Maker Faire, por ejemplo. Arduino es una herramienta clave para aprender cosas nuevas. Niños, aficionados, artistas, programadores: pueden empezar a experimentar simplemente siguiendo las instrucciones paso a paso de un kit o compartiendo ideas en línea con otros miembros de la comunidad Arduino (Bhmer, 2019).

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas de microcontroladores disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, BX-24 de Netmedia, Phidgets, Handyboard del MIT y muchos otros ofrecen funciones similares. Todas estas herramientas toman los complicados detalles de la programación del microcontrolador y los resumen en un paquete fácil de usar (Blum R. , 2020).

2.4.1. Historia

El estudiante colombiano Hernando Barragán creó la plataforma de desarrollo Wiring como tesis de maestría proyecto en 2004 en el Interaction Design Institute Ivrea en Ivrea, Italia. Massimo Banzi y Casey Reas (conocido por su trabajo en Processing) fueron supervisores de su tesis. La idea era crear herramientas económicas y sencillas para que los no ingenieros creen proyectos digitales. La plataforma Wiring consistió de una PCB de hardware con un microcontrolador ATmega128, un entorno de desarrollo integrado (IDE) basado en funciones de

procesamiento y biblioteca para una fácil programación del microcontrolador (Banzi & Shiloh, 2022).

En 2005, Massimo Banzi, junto con David Mellis (entonces estudiante del IDII) y David Cuartielles, se agregó soporte para el microcontrolador ATmega8 más económico a Wiring. Pero en lugar de continuar el trabajo en Wiring bifurcaron (o copiaron) el código fuente de Wiring y comenzaron a ejecutarlo como un proyecto separado, llamado Arduino. El equipo central inicial de Arduino estaba formado por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino y David Mellis (Gibbard, 2019).

El nombre "Arduino" proviene de un bar de Ivrea, donde se reunían algunos de los fundadores del proyecto. El bar, a su vez, lleva el nombre de Arduino de Ivrea, quien fue margrave de Ivrea y rey de Italia. de 1002 a 1014. Tras la finalización de la plataforma Wiring, se crearon y desarrollaron sus versiones más ligeras y menos costosas puesto a disposición de la comunidad de código abierto; investigadores asociados, entre ellos David Cuartielles, impulsó la idea. El equipo central inicial de Arduino estaba formado por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino y David Mellis (Peña, 2020).

2.4.2. Importancia del uso de Arduino

En el ámbito de la computación física, hay una variedad de microcontroladores y plataformas disponibles, como el Parallax Basic Stamp, el Netmedia's BX-24 y Phidgets, entre otros. Estas plataformas consolidan aspectos de programación en un formato de fácil uso. Arduino, por otro lado, simplifica considerablemente el proceso de trabajar con estos microcontroladores, brindando una serie de ventajas tanto para docentes como para estudiantes, así como para entusiastas e interesados en general (Artero O. , 2018).

Esto se lo puede resumir con los siguientes puntos y sus respectivos beneficios:

Tabla 1 *Importancia del uso de Arduino*

Económico	En comparación con otras plataformas, las placas Arduino son bastante asequibles. Es importante destacar que Arduino puede ser ensamblado manualmente, y su precio en el mercado generalmente es inferior a \$50.
Compatible con múltiples plataformas	El software de programación de Arduino es compatible con una variedad de sistemas operativos, incluyendo Windows, GNU/Linux y Macintosh OSX.
Interfaz de programación accesible	El entorno de programación proporcionado por el software Arduino es altamente intuitivo y sencillo de utilizar, lo que lo hace ideal para principiantes en el ámbito de la robótica. Sin embargo, también es lo suficientemente flexible para satisfacer las necesidades de usuarios más experimentados.
Software expansible y de código abierto:	Ofrece sus herramientas de forma gratuita como software de código abierto. El lenguaje subyacente en Arduino es C++, lo que permite su ampliación mediante la inclusión de librerías adicionales.
Hardware adaptable y de código abierto	Utiliza microcontroladores ATmega y opera bajo la licencia de Creative Commons. Esto significa que los usuarios con experiencia en circuitos tienen la capacidad de crear una versión personalizada del módulo para adaptarlo según sus necesidades individuales.

Fuente: (Artero O. , 2018).

2.4.3. Hardware del Arduino

Una de las primeras placas Arduino con una interfaz serie RS-232 (arriba a la izquierda) y un chip microcontrolador Atmel ATmega8 (negro, abajo a la derecha); Los 14 pines de E/S digitales están ubicados en la parte superior y los seis pines de entrada analógica en la parte inferior derecha. Una placa Arduino históricamente consta de un microcontrolador AVR Atmel de 8, 16 o 32 bits (aunque desde 2015 se utilizan microcontroladores de otros fabricantes) con componentes complementarios que facilitan la programación y la incorporación a otros circuitos (Herrador, 2020).

Un aspecto importante de Arduino son sus conectores estándar, que permiten a los usuarios conectar la placa de la CPU a una variedad de módulos complementarios intercambiables conocidos como escudos. Algunos escudos se comunican con la placa Arduino directamente a través de varios pines, pero muchos escudos son direccionables individualmente a través de un bus serie IC, por lo que se pueden apilar y utilizar muchos blindajes en paralelo. Antes de 2015, los Arduinos oficiales habían utilizado la serie de chips Atmel megaAVR, específicamente ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280 y ATmega2560 y, en 2015, unidades de otros (Badamasi, 2020).

Se agregaron fabricantes. Los dispositivos compatibles con Arduino también han utilizado algunos otros procesadores. La mayoría de las placas incluyen un regulador lineal de 5 V y un oscilador de cristal de 16 MHz (o resonador cerámico en algunas variantes), aunque algunos diseños como el LilyPad funcionan a 8 MHz y prescinden del regulador de voltaje integrado debido a restricciones específicas del factor de forma (Choi & Suh, 2021). El microcontrolador Arduino también es preprogramado con un cargador de arranque que simplifica la carga de programas a la memoria flash del chip, en comparación con otros dispositivos que normalmente necesitan un

programador externo. Esto hace que el uso de un Arduino sea más sencillo al permitir el uso de una computadora común como programador. Actualmente, optiboot bootloader es el gestor de arranque predeterminado instalado en Arduino UNO (Oxer & Blemings, 2021).

A nivel conceptual, al utilizar el entorno de desarrollo integrado Arduino, todas las placas están programado a través de una conexión en serie. Su implementación varía según la versión del hardware. Algunas placas Arduino en serie contienen un circuito de cambio de nivel para convertir entre niveles lógicos RS-232 y señales de nivel TTL (Elia & Sampaio, 2018). Las placas Arduino actuales se programan a través de Universal Serial Bus (USB), implementadas mediante chips adaptadores de USB a serie como el FTDI FT232. Algunas placas, como las placas Uno de modelo posterior, sustituyen el chip FTDI por un chip AVR separado que contiene firmware de USB a serie, que es reprogramable a través de su propio encabezado ICSP. Otras variantes, como el Arduino Mini y el Boarduino no oficial, utilizan una placa o cable adaptador USB a serie desmontable, Bluetooth u otros métodos; cuando se utilizan con herramientas de microcontroladores tradicionales en lugar del Arduino IDE, se utiliza la programación AVR ISP estándar (Rojas & García, 2023).

La placa Arduino expone la mayoría de los pines de E/S del microcontrolador para que otros circuitos los utilicen. En la parte superior del tablero, a través de cabezales hembra de 0,10 pulgadas (2,5 mm). También se encuentran disponibles comercialmente varios escudos de aplicaciones enchufables. El Arduino Nano y la placa Bare Bones compatible con Arduino y Las placas Boarduino pueden proporcionar clavijas macho en la parte inferior de la placa que pueden enchufar en placas de pruebas sin soldadura (Noble & Hochenbaum, 2019).

Hay muchas placas compatibles con Arduino y derivadas de Arduino. Algunos son funcionalmente equivalentes a un Arduino y se pueden usar indistintamente. Muchos mejoran el

Arduino básico añadiendo controladores de salida, a menudo para su uso en la educación escolar para simplificar la construcción de buggies y pequeños robots. Otros son eléctricamente equivalentes, pero cambian el factor de forma, a veces conservando la compatibilidad con escudos, a veces no. Algunas variantes utilizan procesadores completamente diferentes, con distintos niveles de compatibilidad (Ferdoush & Li, 2023).

2.4.4. Prototipos de Arduino

Existen diferentes tipos de placas Arduino, cada una con sus características, ventajas y desventajas. A continuación, se presenta una tabla comparativa de algunos de los tipos más comunes de Arduino, con información sobre su microcontrolador, voltaje de funcionamiento, pines de entrada y salida, memoria y velocidad de reloj.

Tabla 2 *Hardware del Arduino*

Tipo de Arduino	Microcontrolador	Voltaje de funcionamiento	Pines I/O digitales	Pines de entradas analógicas	Memoria Flash	SRAM	EEPROM	Velocidad de reloj
Arduino Uno	ATmega328P	5 V	14 (6 PWM)	6	32 KB (0.5 KB para el bootloader)	2 KB	1 KB	16 MHz
Arduino Leonardo	ATmega328P	5 V	20 (7 PWM)	12	32 KB (4 KB para el bootloader)	2.5 KB	1 KB	16 MHz
Arduino Due	AT91SAM3X8E	3.3 V	54 (12 PWM)	12	512 KB	96 KB	No tiene	84 MHz
Arduino Mega 2560	ATmega2560	5 V	54 (15 PWM)	16	256 KB (8 KB para el bootloader)	8 KB	4 KB	16 MHz
Arduino Nano	ATmega328P	5 V	14 (6 PWM)	8	32 KB (2 KB para el bootloader)	2 KB	1 KB	16 MHz

Fuente: Ferdoush y Li (2023).

2.4.4.1. Arduino NANO

Es una placa de desarrollo compacta y económica que forma parte de la familia de placas Arduino. Diseñado para proyectos donde el espacio es limitado y se requiere un bajo costo, el Nano cuenta con un microcontrolador ATmega328P compatible con el entorno de desarrollo Arduino. Con una variedad de pines de entrada/salida digitales y analógicos, el Nano permite la conexión de sensores, actuadores y otros dispositivos externos. Aunque no incluye conectividad inalámbrica integrada, se pueden agregar módulos como Bluetooth o Wi-Fi para habilitar la comunicación inalámbrica con otros dispositivos (Arias, 2020).

Una característica destacada del Nano es su interfaz USB, que facilita la programación y alimentación del dispositivo desde una computadora. Esto lo convierte en una opción conveniente para cargar programas y realizar tareas de depuración. Gracias a su versatilidad y tamaño compacto, el Arduino Nano es adecuado para una amplia gama de proyectos, desde sistemas de control automatizado hasta dispositivos de medición y monitoreo. Su capacidad para adaptarse a diferentes necesidades lo convierte en una herramienta popular en el ámbito educativo, industrial y de bricolaje (Meseguer, 2021).

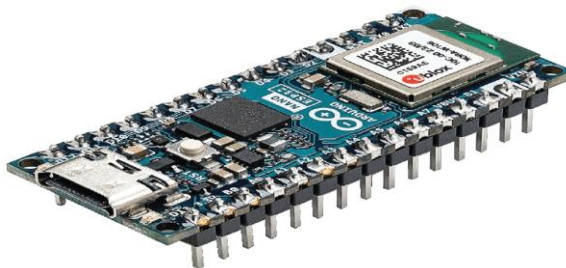


Ilustración 11: Arduino NANO

Fuente: Pedrera (2019).

2.4.5. Las entradas y salidas digitales

Desde la 0 hasta la 13, la placa Arduino presenta 14 pines-hembra de entradas o salidas digitales. Es donde conectaremos nuestros sensores para que la pantalla pueda recibir datos del entorno. También conectaremos aquí los actuadores para que la pantalla pueda enviarles comandos relevantes. Por último, podemos conectar cualquier otro componente que necesite comunicarse con la pantalla de alguna forma. denominados pines "GPIO" (entrada /salida de uso general). (Herrador, Guía de Usuario de Arduino, 2020)

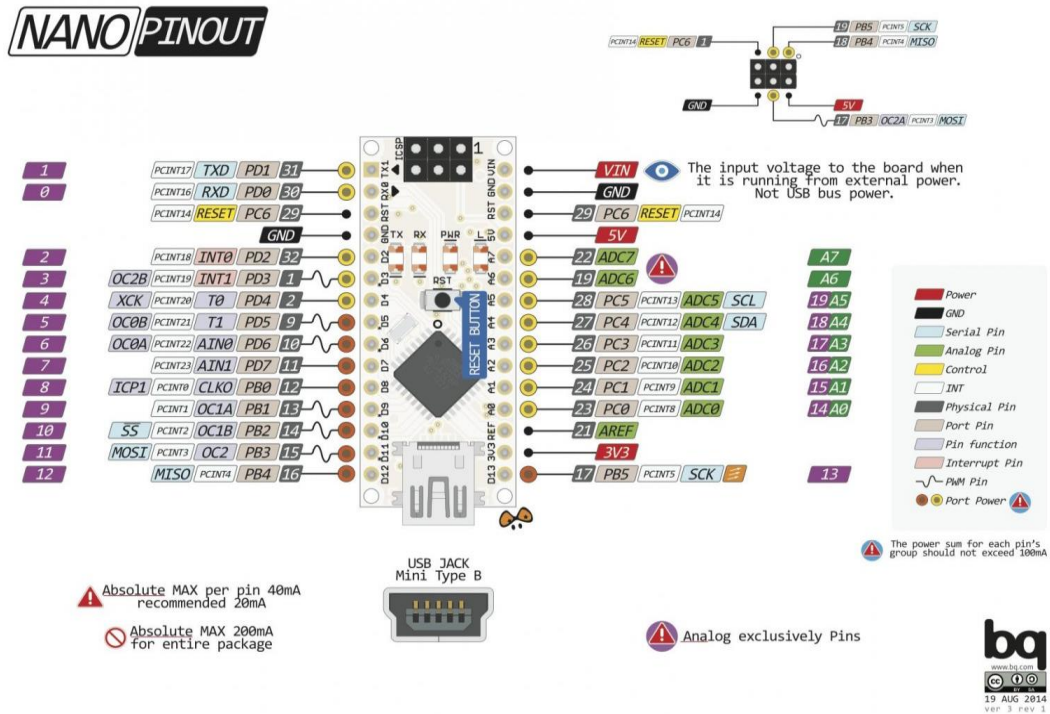


Ilustración 12: Entradas y Salidas Digitales.

Fuente: Triawan y Sardi (2020).

Estos pines-hembras digitales funcionan a 5 V, tienen una corriente máxima de salida o recepción de 40 mA y tienen una resistencia interna que puede consumir hasta 20-50 K Ω , inicialmente desconectadas (hasta que indiquemos lo contrario mediante programación de software). (Descubriendo Arduino, 2013)

Es importante señalar, sin embargo, que, si bien cada pin individual puede ser capaz de proporcionar hasta 40 mA como máximo, internamente la placa agrupa los pines digitales de tal forma que sólo los pines combinados N° 0, 1, 2, 3, y 4 pueden aportar 100 mA, y los pines restantes (de 5 a 13) pueden aportar 100 máx. significa que, si tuviéramos la suerte, podría tener 10 pines creciendo 20 metros a la vez (Herrador, 2020).

2.4.6. Las entradas analógicas

El panel Arduino contiene seis entradas analógicas (con forma de piñas y etiquetadas como "A0", "A1" y "A5") que pueden aceptar voltaje dentro de un rango continuo de entre 0 y 5 V. La pantalla electrónica sólo puede funcionar con valores digitales, por lo que es necesario convertir de antemano el valor analógico recibido lo más fielmente posible a un valor digital. Esto se logra integrando un circuito convertidor analógico/digital dentro del propio panel (Herrador, 2020).

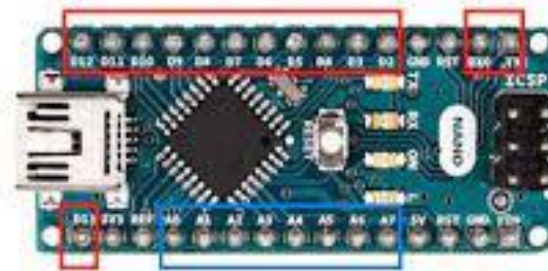


Ilustración 13: Entradas Analógicas.

Fuente: Yunus y Siregar (2022)

El circuito conversor es de 6 canales y cada canal tiene de 10 bits para tener el voltaje convertidor digitalmente.

2.4.7. Tipos de lenguajes de programación

Los lenguajes de programación pueden clasificarse de diversas formas según sus características y paradigmas. Uno de los enfoques comunes es la clasificación según la

disponibilidad del código fuente y la licencia de distribución. En este contexto, los lenguajes de programación pueden clasificarse en tres categorías principales:

Lenguajes de Programación Proprietarios: Estos son desarrollados y mantenidos por empresas o entidades que poseen los derechos exclusivos sobre su código fuente y distribución. Los desarrolladores deben adquirir licencias para utilizar estos lenguajes y, en muchos casos, el código fuente no está disponible para el público en general. Ejemplos de lenguajes de programación propietarios incluyen C# (de Microsoft) y Swift (de Apple).

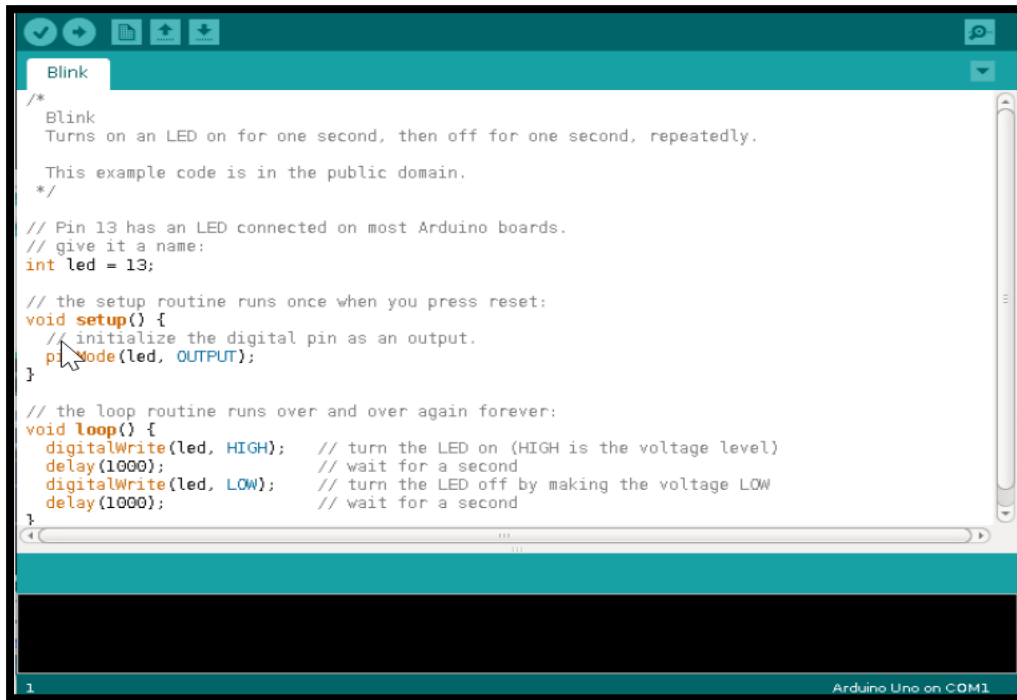
Lenguajes de Programación de Código Abierto (Open Source): Estos lenguajes tienen su código fuente disponible públicamente y suelen estar licenciados de tal manera que permite a los usuarios ver, modificar y distribuir el código sin restricciones excesivas. Los lenguajes de código abierto fomentan la colaboración y la comunidad de desarrollo. Ejemplos de lenguajes de programación de código abierto incluyen Python, Ruby y PHP.

Lenguajes de Programación Libres: Los lenguajes de programación libres son una subcategoría de los lenguajes de código abierto que se rigen por licencias específicas que garantizan ciertos derechos adicionales, como la libertad para ejecutar el programa con cualquier propósito, estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a las propias necesidades, redistribuir copias, y mejorar el programa y hacer públicas las mejoras. Estos lenguajes promueven la filosofía del software libre. Ejemplos de lenguajes de programación libres incluyen GNU Compiler Collection (GCC) y el intérprete de Python.

2.4.8. Lenguaje de programación libre en Arduino

Cualquier idioma artificial creado para expresar instrucciones (a través de determinadas reglas sintácticas) que pueden ser realizadas por máquinas se conoce como "lenguaje de programación". En el lenguaje de programación Arduino que son similares a muchos otros

lenguajes de programación existentes (como bloques condicionales, bloques repetitivos, variables, etc.). Otros comandos también denominados "órdenes" o "funciones" que nos permiten especificar con precisión las instrucciones que queremos introducir en el microcontrolador de la placa de forma coherente y sin errores. Los comandos se escriben utilizando el entorno de desarrollo Arduino. (Herrador, 2020).

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. At the top, there is a teal header bar with the title "Blink" and a dropdown menu. Below the header, the main workspace contains C++ code for a blink program. The code includes comments explaining the program's purpose and the public domain status. It defines a constant integer 'led' as 13. The 'setup()' function initializes pin 13 as an output. The 'loop()' function turns the LED on for one second, then off for one second, repeating this cycle. The status bar at the bottom indicates "1" on the left and "Arduino Uno on COM1" on the right.

```
/*
  Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.

  This example code is in the public domain.
  */

// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}
```

Ilustración 143: Lenguaje de Programación de Arduino

Fuente: Yunus y Siregar (2022)

2.4.9. Software Arduino

El software Arduino (IDE) facilita la escritura de código y la carga en la placa sin conexión. Lo recomendamos para usuarios con mala o nula conexión a Internet. Este software se puede utilizar con cualquier placa Arduino.

Las siglas IDE significan Entorno de Desarrollo Integrado, que en nuestro idioma se traduce como "Empresa de Desarrollo Integrado ". es sólo una forma de referirse a la colección de

herramientas de software que permiten a los programadores desarrollar (es decir, esencialmente escribir y probar) sus propios programas cómodamente (García, 2019).

Una de las características distintivas es su simplicidad, Ofrece un editor de texto donde los usuarios pueden escribir su código en el lenguaje de programación de Arduino, el cual se basa en C/C++. Luego, pueden compilar y cargar ese código directamente en la placa Arduino conectada a la computadora a través de un cable USB. Incluye una biblioteca estándar que proporciona una amplia gama de funciones predefinidas para interactuar con los componentes electrónicos conectados a la placa Arduino, como sensores, actuadores y otros dispositivos.

Además, es altamente personalizable y admite la instalación de complementos y bibliotecas adicionales desarrolladas por la comunidad de Arduino. Esto permite a los usuarios expandir las capacidades de programación y aprovechar una amplia variedad de recursos disponibles en línea (García, 2019).

2.6. Sensores

Todo tipo de sensores nos ayuda a identificar lo que está sucediendo "ahí fuera" y acopter de manera necesaria. El sensor tiene sus propios métodos de conexión. Algunos requieren resistencias "pull-up", mientras que otros no; algunos requieren sus propias fuentes de energía, mientras que otros no; otros requieren alta tensión mientras trabajan, etc. Los sensores más populares serán expuestos en este capítulo, acompañados de circuitos en los que se emplean y del código Arduino que les posibilita funcionar. Para cada tipo de sensor específico, se indicará también qué productos concretos están disponibles en diferentes distribuidores (Peña, 2020).

2.6.1. Sensores de luz visible

2.6.1.1. Fotorresistores. Como su nombre indica, los sensores de luz son aquellos que permiten detectar la presencia de luz en el entorno circundante. a veces denominados "celdas CdS" (por el material del que normalmente están hechos, azufre de cobre), " fotorresistores " o LDR (que significa " resistencia dependiente de la luz ") porque están hechos esencialmente de una resistividad cuyo valor varía según de la cantidad de luz que incide sobre su superficie. En particular, se vuelven menos resistentes a medida que aumenta la intensidad de la luz (Peña, 2020).

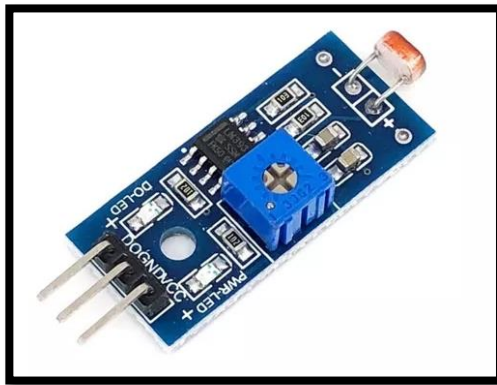


Ilustración 15: Fotorresistores.

La fuente de alimentación suministra la energía necesaria, variando según los requisitos del circuito. Un elemento de salida, como un LED o un relé, reacciona a los cambios de luz detectados por el fotorresistor. Opcionalmente, se emplea un potenciómetro en lugar de una resistencia fija para un ajuste más preciso de la sensibilidad. Dependiendo de la aplicación, pueden añadirse otros componentes como transistores, amplificadores operacionales o microcontroladores para controlar el comportamiento del circuito en respuesta a la luz detectada (Guimaraes, 2023).

2.6.2. Sensores de luz infrarroja

2.6.2.1. Fotodiodos y fototransistores. Un fotodiodo es un dispositivo que genera un flujo de corriente proporcional (y manejable) en el circuito cuando es estimulado por la luz (Vega & Morales, 2020).



Ilustración 17: Fotodiodos y fototransistores.

Circuito equivalente del fototransistor

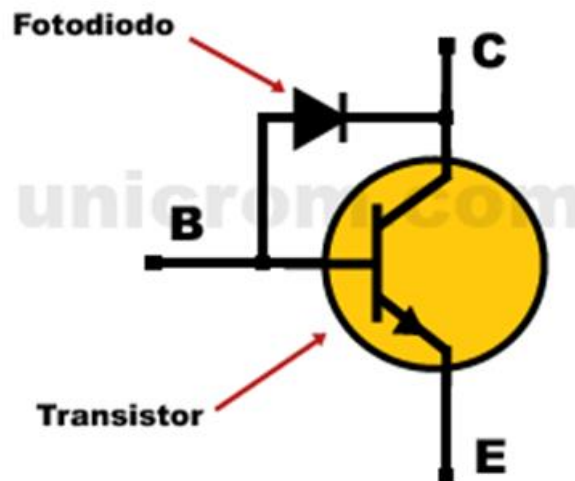


Ilustración 18: Circuito de fotodiodos y fototransistores.

Fuente: Vega (2020).

Los componentes esenciales incluyen el fototransistor mismo, que opera como el sensor de luz primario, respondiendo a los cambios en la intensidad lumínica al modular su corriente de

salida en función de la luz incidente. Se combina con una resistencia en serie para establecer el rango de operación del fototransistor y para limitar la corriente que fluye a través de él. La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para el circuito, adaptándose a sus requisitos específicos. Además, se pueden agregar elementos de salida como LED, relés u otros dispositivos para indicar o utilizar la información captada por el fototransistor (Vega G. , 2019).

Opcionalmente, se pueden incluir capacitores para filtrar ruido o suavizar señales, y transistores adicionales para amplificar la señal del fototransistor si es necesario. También se pueden incorporar componentes de control como microcontroladores o temporizadores para gestionar las acciones del circuito en respuesta a la detección de luz.

2.6.3. Sensores de temperatura

2.6.3.1. Termistor. Resistencia cuya resistencia varía con la temperatura. Hablando, todas las resistencias son termistores ya que su resistencia siempre varía ligeramente con la temperatura, pero esta variación suele ser muy pequeña y difícil de medir (Vega & Morales, 2020).

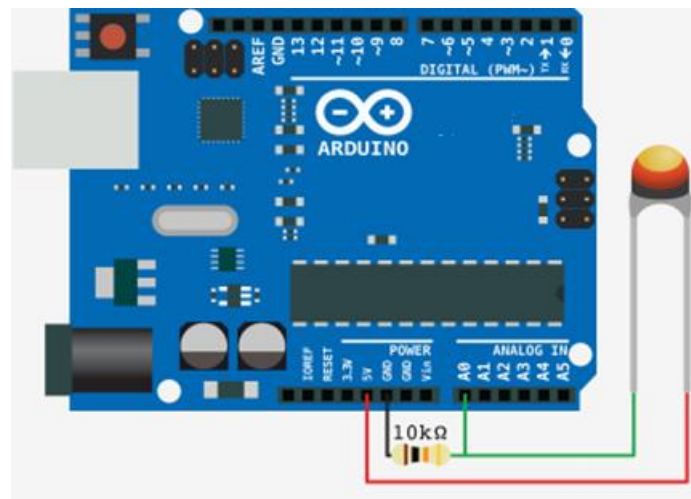


Ilustración 19: Termistor

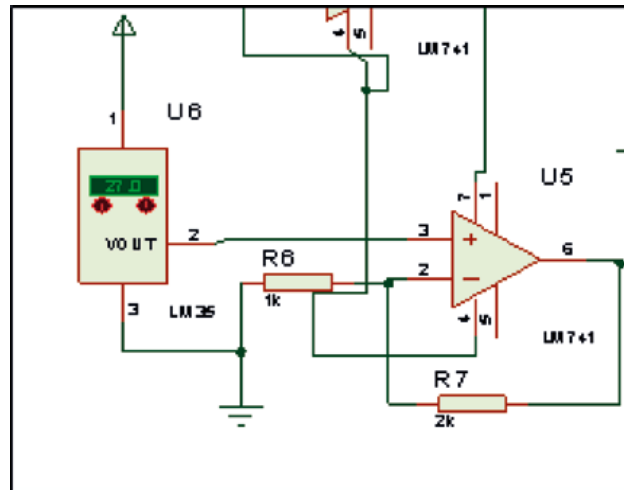


Ilustración 20: Circuito de termistor

Fuente: Santos (2023)

El termistor mismo es el componente central, variando su resistencia eléctrica en respuesta a cambios en la temperatura ambiente. Se acompaña con una resistencia en serie para formar un divisor de voltaje, permitiendo la medición precisa de la resistencia del termistor y, por ende, de la temperatura. La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para el circuito, adaptándose a sus requerimientos específicos (Inquiltupa, 2020).

Además, puede integrarse un microcontrolador para procesar la información del termistor y ejecutar acciones específicas en función de la temperatura medida. Los circuitos también pueden incluir transistores o amplificadores operacionales para amplificar las señales del termistor, así como elementos de visualización o de control, como LED, relés o pantallas LCD, para mostrar la temperatura o activar dispositivos en función de los cambios térmicos detectados.

2.6.4. Sensores de humedad

2.6.4.1. *El sensor DHT22/RHT03.* V y 5 V y 2,5 mA como máximo, mida un rango de temperaturas entre -40 y 125 °C con la precisión de $\pm 0,5$ °C y un rango de humedad entre 0 y 100% con una precisión del 2- 5% son sus características técnicas más notables. Compuesto principalmente por un termistor y un sensor de humedad capacitivo (Peña, 2020).

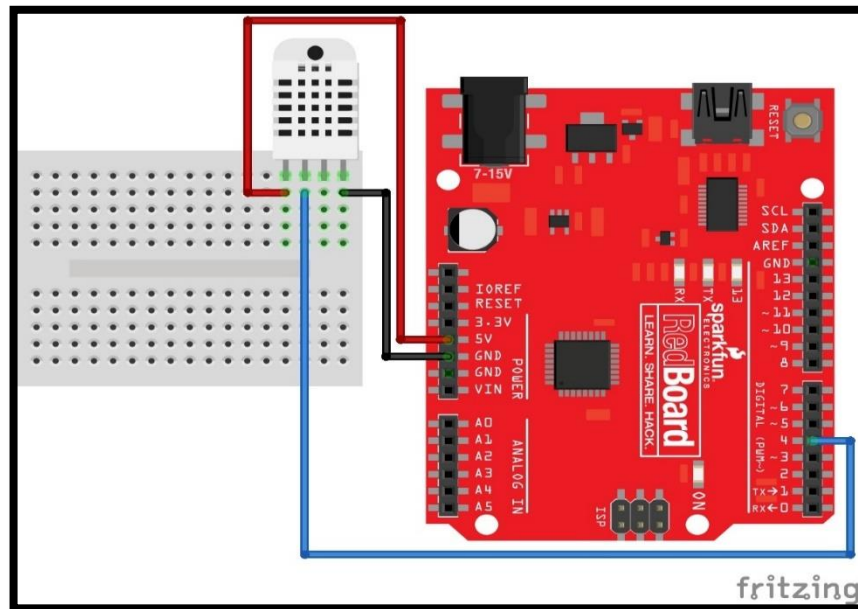


Ilustración 214: El sensor DHT22/RHT03.

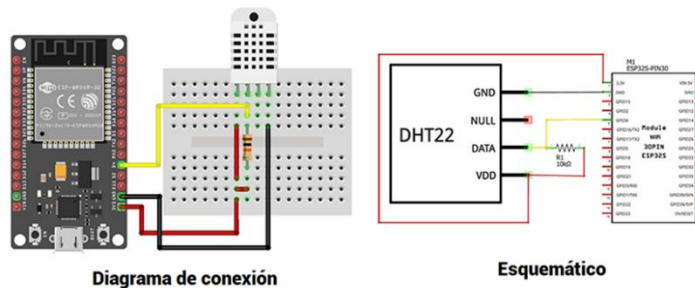


Ilustración 225: Circuito del sensor DHT22/RHT03.

Fuente: Mendoza y Torres (2023)

El sensor DHT22/RHT03 es el componente principal, capaz de detectar tanto la temperatura como la humedad relativa del entorno y proporcionar lecturas digitales precisas. Este

sensor se conecta a un microcontrolador, como un Arduino, que facilita la lectura de los datos del sensor y permite su procesamiento (Rojviriyā & Vittayakorn, 2020).

Además del sensor y el microcontrolador, el circuito incluye una resistencia de pull-up para asegurar la comunicación fiable entre el sensor y el microcontrolador, especialmente en el protocolo de comunicación de un solo cable que utiliza el DHT22/RHT03. La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del circuito, y puede ser una batería o un adaptador de corriente, dependiendo de la aplicación.

El microcontrolador puede estar conectado a una pantalla LCD, un monitor serial o un módulo de comunicación inalámbrica para visualizar las lecturas de temperatura y humedad relativa. Además, se pueden agregar otros componentes según las necesidades específicas del proyecto, como LED indicadores, botones de control o alarmas para situaciones de temperatura o humedad fuera de rango (Rojviriyā & Vittayakorn, 2020).

2.6.5. Sensores de distancia

2.6.5.1. El sensor Ping. Mida distancias entre aproximadamente 3 cm y 3 m.

2.6.6. Sensor de inclinación

Los sensores de inclinación son pequeños, baratos y sencillos de usar. son capaces de operar hasta 24 V de voltaje y 5 mA de intensidad. de una cavidad y una conductividad libre de masa en su interior (como, por ejemplo, una bola metálica giratoria); un extremo de la cavidad



Ilustración 236: Sensor de Inclinación.

tiene dos puntos conductores de modo que, cuando el sensor se orienta hacia el fondo, la masa se mueve hacia los puntos conductores y los cierra (Millahual, 2020).

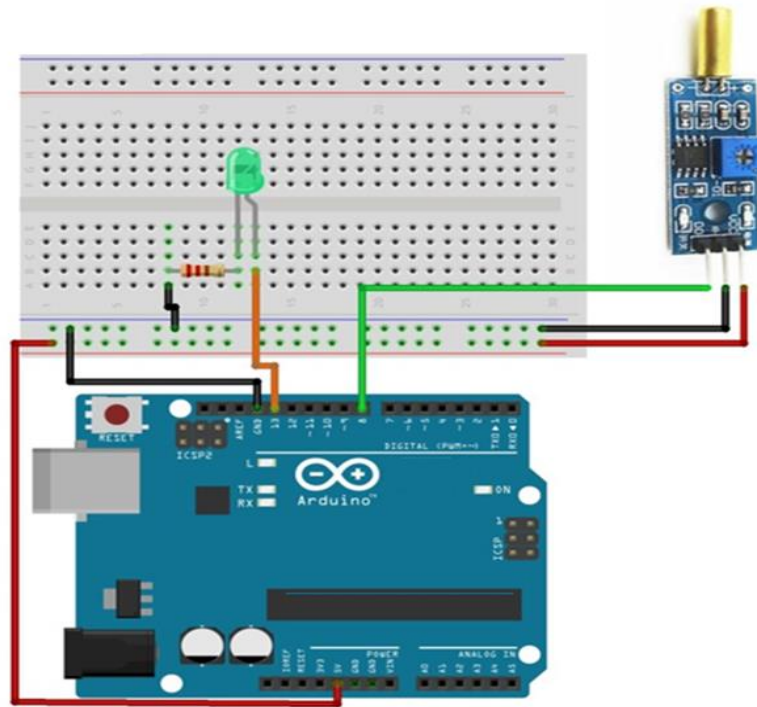


Ilustración 247: Circuito del sensor de inclinación.

Fuente: Oliver (2021)

Junto al sensor, se encuentra un microcontrolador o un circuito integrado capaz de interpretar las señales del sensor y convertirlas en información significativa sobre la inclinación o el movimiento. La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del circuito, pudiendo ser una batería o una fuente de alimentación externa (Souza, 2023).

Además, pueden incluirse componentes adicionales como resistencias, capacitores y transistores para filtrar y acondicionar las señales del sensor, así como para amplificar o atenuar las lecturas según sea necesario. Dependiendo de la aplicación, el circuito puede estar conectado a una pantalla, LED indicadores, dispositivos de alarma o sistemas de control para responder a la inclinación detectada.

2.6.7. Sensores de movimiento

2.6.7.1. El sensor IR. Es básicamente un transistor FET con una ventana sensible a la radiación infrarroja en su cubierta protectora; cambios en el nivel de luz IR con una longitud de onda correspondiente al calor del cuerpo causan cambios en la resistencia fuente- drenador, que es lo que el circuito monitoriza (Millahual, 2020).

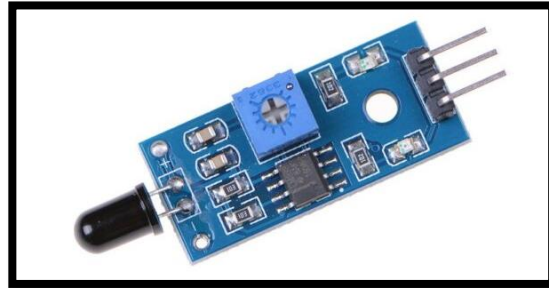
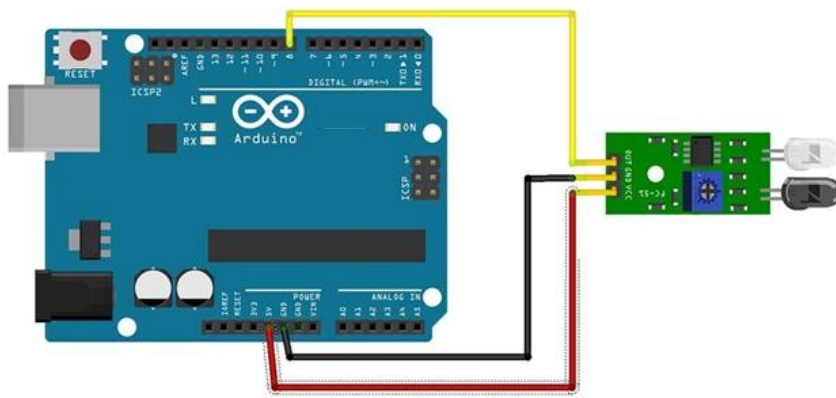


Ilustración 258: Sensor IR.



Fuente: Peñaloza y Manzano (2021)

Ilustración 269: Circuito del Sensor IR.

El sensor IR, que puede ser un fotodiodo, un fototransistor o un receptor IR específico, detecta la radiación infrarroja proveniente de un emisor IR. Además, el circuito puede incluir un microcontrolador o un circuito integrado que procese las señales recibidas y ejecute acciones en consecuencia. La fuente de alimentación suministra la energía necesaria para el funcionamiento del circuito, adaptándose a sus requisitos específicos (Carvajal & Parrales, 2020).

Se pueden agregar componentes adicionales, como resistencias, capacitores y transistores, para filtrar, amplificar y acondicionar las señales infrarrojas, así como para modular la respuesta del circuito según sea necesario. Dependiendo de la aplicación, el circuito puede estar conectado a LED indicadores, dispositivos de alarma, sistemas de control o actuadores que respondan a las señales infrarrojas detectadas.

2.6.8. Servomotores

Los servomotores son una categoría especial de motores que incorporan un sistema de retroalimentación, como un potenciómetro o un encoder, que permite controlar con precisión su posición angular. Son ampliamente utilizados en aplicaciones de robótica, control de posición y sistemas de automatización (Vega & Morales, 2020).

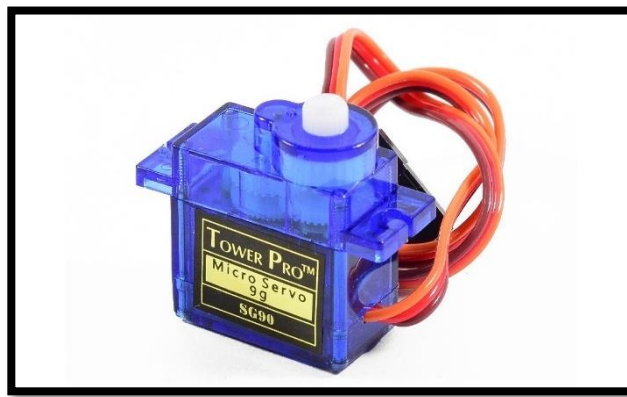


Ilustración 2710: Servomotor.

2.6.9. Características del hardware Módulo Entrenador.

El Laboratorio “MÓDULO ENTRENADOR” constituye una potente y eficaz herramienta para aprender, experimentar, diseñar y evaluar todo tipo de circuitos electrónicos. Para ello dispone de los siguientes recursos y características:

- Fuente de alimentación con diferentes valores de salida.
- Generador de funciones desde 1Hz hasta 12.5MHz con salida de señal cuadrada, sinusoidal y triangular con control digital.

- Dos entradas analógicas mediante potenciómetros.
- Ocho salidas digitales mediante leds.
- Doce entradas digitales mediante pulsadores e interruptores.
- Tres displays 7 segmentos de ánodo común.
- Zumbador piezo-eléctrico
- Amplia área de montaje sin soldadura mediante módulos board.

Conexión fácil y rápida mediante cable rígido unifilar de 0.6mm Este entrenador tiene la capacidad de ser utilizado tanto para ensayar y evaluar los proyectos individuales creados por los estudiantes como para adquirir conocimientos y practicar con los conceptos fundamentales de la electricidad y la electrónica, abarcando áreas como la electrónica analógica, digital, semiconductores y microcontroladores (tales como Arduino, PIC, STAMP, entre otros) (Peña, 2020).

2.7. Laboratorios de Electrónica en Programas de Ingeniería

Los Laboratorios de Electrónica se utilizan con fines docentes y de investigación en todas las carreras de ingeniería. En el taller electrónico cercano se pueden planificar proyectos a largo plazo y fabricar prototipos electrónicos en una línea de montaje. El laboratorio se especializa en proyectos en las áreas de Ingeniería Eléctrica, Medición e Ingeniería de Control, Procesado de Señales y Electrónica de Potencia.

Entre los principales estudios relacionados en un instituto de Tecnología de Blekinge en Suecia el cual ha abierto un laboratorio de instrucción local para la educación universitaria en ingeniería eléctrica y electrónica para operación y control remotos las 24 horas del día, los 7 días de la semana, como complemento y complemento de los laboratorios tradicionales. Está equipado con una interfaz virtual única que permite a los estudiantes reconocer en la pantalla de su propia

computadora los instrumentos de escritorio y la placa de pruebas, la mayoría de ellos ya utilizados en el laboratorio local. El laboratorio abierto se utiliza en cursos regulares sobre análisis de circuitos para estudiantes con ingresos a distancia dispersos por toda Suecia y también para los estudiantes del campus (Triviño, 2020).

En primer lugar, los laboratorios de electrónica ofrecen a los estudiantes la oportunidad de realizar experimentos prácticos que complementan su educación teórica. Aquí, pueden trabajar con equipos de vanguardia y herramientas especializadas para diseñar, construir y probar circuitos electrónicos en un entorno controlado y seguro. Estos experimentos les permiten explorar los principios fundamentales de la electrónica, así como familiarizarse con las tecnologías y técnicas más recientes utilizadas en la industria (Muñoz, 2020).

Además de su función educativa, los laboratorios de electrónica también desempeñan un papel crucial en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. Aquí, los estudiantes y profesores pueden colaborar en proyectos innovadores que abordan desafíos técnicos y científicos en áreas como la ingeniería eléctrica, la medición y la ingeniería de control, el procesamiento de señales y la electrónica de potencia. Estos proyectos pueden variar desde la mejora de dispositivos existentes hasta el diseño de sistemas completamente nuevos que tienen el potencial de impactar significativamente en la sociedad y la industria (Vivanco & Coronel, 2020).

2.7.1. Principios y componentes de los laboratorios

Generalmente los equipos en el laboratorio de tiempo real tienen más funcionalidades y un alto costo. Entonces, el principio de este diseño es utilizar dispositivos con las funcionalidades requeridas y esenciales, lo que puede reducir el tamaño y el costo de los equipos para que sean sencillos de usar en casa. En cada laboratorio diseñado, que son el laboratorio de circuitos y dispositivos electrónicos, el laboratorio de circuitos integrados lineales y el laboratorio de sistemas

de sensores, los ADC de Arduino se utilizan para medir voltaje y corriente. Minimizamos el tamaño del generador de señal DDS y del osciloscopio aplicando un kit miniaturizado. La mayoría de los experimentos del proyecto utilizan un código que debe cargarse para que Arduino realice el experimento. Los valores obtenidos tras la ejecución del código pueden ser vistos por un profesor a través de un servidor web. En esta sección se resumen los principios generales de los tres laboratorios de electrónica denominados Dispositivos y circuitos electrónicos, Circuitos integrados lineales y Sistemas de sensores (Giraldo, 2019).

En esta sección, se resumen los tres laboratorios para presentar sus principios.

2.7.1.1. Laboratorio de Circuitos y Dispositivos Electrónicos

Para el laboratorio de circuitos y dispositivos electrónicos proponemos cinco experimentos para que los estudiantes los realicen. Todos los experimentos se pueden realizar de forma muy factible utilizando sólo los componentes básicos necesarios. En este laboratorio solo se requieren algunos componentes básicos y algunos de los componentes también se pueden reemplazar con Arduino, como un voltímetro o un amperímetro. Arduino también se utiliza para vigilar los datos resultantes a través del servidor web. Este laboratorio es para ayudar en el aprendizaje de los conceptos básicos de la electrónica. Esta práctica de laboratorio puede ser útil no solo para estudiantes de electrónica sino también para cualquier estudiante de la rama que esté interesado en la electrónica. Se prepara un manual de los experimentos de manera muy factible para que cualquier estudiante pueda realizar el experimento con mucha facilidad (Hernández, 2020).

2.7.1.2. Laboratorio de sistemas de sensores.

En el laboratorio del sistema de sensores se realizarían cinco experimentos. Todos los experimentos en este laboratorio tratan sobre los conceptos básicos de los sensores. Para cada experimento se utiliza un tipo diferente de sensores y cada sensor tiene su propio entorno de

trabajo. Los sensores se tratan aquí como un dispositivo que recibe una entrada y da una salida con respecto a una cantidad física. Arduino es el componente principal, donde se ejecuta el código.

Desarrollamos todos los códigos de Arduino para cuatro experimentos, pero los estudiantes deben desarrollar su propio código para un experimento de detección de luz oscura. Esto debería ayudar a los estudiantes a comprender la codificación y aumentar el conocimiento de la codificación y los sensores. Un manual de experimentos está diseñado para ayudar a los estudiantes a comprender y realizar los experimentos (Ródenas, 2020).

2.7.1.3. Laboratorio de Circuitos Integrados Lineales

En el laboratorio de circuitos integrados lineales, proponemos cinco experimentos para que los realicen los estudiantes. Todos los experimentos de este laboratorio son la versión avanzada del laboratorio básico, que requiere algunos de los componentes avanzados, como un osciloscopio, un amplificador operacional, un generador de funciones y una central eléctrica. Arduino reemplaza el voltímetro y el amperímetro, igual que en el laboratorio básico. Aquí Arduino también se puede utilizar como osciloscopio. Dado que usarlo como osciloscopio puede enfrentar algunos problemas menores, como producir más ruido, el osciloscopio DSO-138 es la mejor alternativa.

En los laboratorios de tiempo real, un generador de señales es de gran tamaño y difícil de manejar desde casa. Por lo tanto, se debe utilizar un generador de señales DDS. Tanto el osciloscopio DSO-138 como el generador de señales DDS tienen un precio económico y las mejores características. En esta práctica de laboratorio, un amplificador operacional es uno de los componentes principales. El amplificador operacional se trata como una entidad única del amplificador multietapa de alta ganancia. El amplificador operacional se alimenta desde la fuente de alimentación bipolar. La documentación de este laboratorio está escrita en detalle para ayudar a los estudiantes a comprender claramente el procedimiento del experimento (Casas, 2019).

2.7.2. Precauciones

La atención a la seguridad es la prioridad al realizar el laboratorio. Generalmente, en el laboratorio en tiempo real los estudiantes realizan experimentos bajo la supervisión del instructor de laboratorio. Ahora, en el laboratorio doméstico los estudiantes deben conocer claramente el procedimiento y las precauciones antes de comenzar los experimentos. Es obligatorio seguir un conjunto de reglas y precauciones de laboratorio para cada estudiante mientras realiza el laboratorio. Se deben seguir todas las precauciones para evitar algunas circunstancias que causen peligros. Los requisitos principales son los siguientes:

- Las conexiones deben realizarse con cuidado para evitar cortocircuitos.
- Deben evitarse conexiones sueltas.
- El voltaje y la corriente de salida de los experimentos no deben exceder el rango limitado del Arduino. Si excede, use resistencias para disminuir las lecturas.
- Asegúrese de que el equipo no esté colocado cerca de condiciones extremas de temperatura.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada.
- Ningún otro dispositivo electrónico debe estar cerca de los circuitos mientras se realizan experimentos (Triviño, 2020)

2.7.3. Principios educativos que deben tener los estudiantes

La comunicación entre los estudiantes y el instructor de laboratorio se realiza para los diferentes aspectos de los laboratorios. Tanto los estudiantes como el instructor de laboratorio tienen sus propios roles que desempeñar en la sesión de comunicación. Algunos de los principales temas de la interacción son:

Arquitectura: Para cada experimento en cada laboratorio, los estudiantes deben adquirir los componentes (hardware) y softwares necesarios. Los estudiantes deben manipular todos los componentes de hardware con mucho cuidado después de que el instructor de laboratorio los entregue. El instructor de laboratorio debe dar las sugerencias adecuadas sobre qué software se puede utilizar en los experimentos. Debe dar las pautas y precauciones adecuadas que se deben tomar al realizar los experimentos (Adell, 2020).

Comunicación: La comunicación entre los estudiantes y el instructor de laboratorio debe realizarse con mucha frecuencia para que deban preparar un cronograma de interacciones. Todos los documentos relacionados con el experimento serán proporcionados a los estudiantes por el instructor de laboratorio para que les ayude a facilitar su trabajo. Las interacciones ayudarán a lograr un entendimiento mutuo entre ellos. Los estudiantes tienen la posibilidad de aclarar sus dudas durante esta interacción. El instructor de laboratorio puede ver el progreso del experimento y corregir a los estudiantes si se cometió algún error. El instructor de laboratorio supervisará los datos resultantes del experimento a través del servidor web y los evaluará. Entonces, toda esta comunicación entre los estudiantes y el instructor de laboratorio ayudará a aumentar el vínculo entre ellos.

Accesibilidad: Generalmente, en los laboratorios de tiempo real tanto los estudiantes como el instructor del laboratorio tienen acceso a los componentes. Pero aquí, en el instructor de laboratorio de Home electronic Lab, no hay señales de accesibilidad para ello. Entonces, todos los estudiantes deben asumir la responsabilidad de los laboratorios. Si ocurre algún problema en Home Labs, los estudiantes deberían poder solucionarlo porque no se puede contactar directamente al instructor del laboratorio. Los estudiantes pueden acceder a los Home Labs las 24 horas del día y no pueden preocuparse por la hora ni el momento de realizar los experimentos.

Ejecución del laboratorio: el instructor de laboratorio ayudará a los estudiantes en el diseño de los circuitos brindándoles las pautas adecuadas. Se debe verificar que el circuito diseñado coincida con los componentes dados. El instructor de laboratorio debe ayudar mientras conecta el diagrama del circuito y brindar las pautas adecuadas. Los estudiantes conectan el circuito según el diagrama del circuito y toman las precauciones indicadas por el instructor del laboratorio o, de lo contrario, existirá la posibilidad de quemar los componentes.

Evaluación: los estudiantes realizan los experimentos y actualizan los resultados al instructor del laboratorio a través del servidor web. Los datos resultantes serán evaluados por el instructor del laboratorio para que pueda encontrar errores si los estudiantes cometen alguno. Los estudiantes deben informar todos los experimentos en detalle cómo los manejaron y enviarlos al instructor de laboratorio para su evaluación (Adell, 2020)

2.8. Redes de sensores

Una red de sensores inalámbricos (WSN) consiste en una agrupación autónoma de dispositivos físicos, denominados sensores, ubicados en un área específica. Su propósito es monitorear y enviar datos de manera eficiente en términos de costos y consumo energético. Usualmente, los nodos sensores recolectan y transmiten datos hacia un nodo central, el cual los recibe y los reenvía a una pasarela antes de llegar al servidor de la red (Sausen, 2020).

Las WSN utilizan diversos protocolos para la transmisión de datos. A continuación, se realizará una comparación de los más relevantes en este aspecto:

2.8.1. Topologías de redes de sensores

Es fundamental entender que una red de sensores se compone de cuatro elementos esenciales:

- Puerta de Enlace: Dispositivo informático encargado de recopilar datos de la red y traducirlos al protocolo utilizado en la red de destino, sirviendo como punto de conexión.
- Sensor: Dispositivo que recopila datos del entorno y los convierte en señales eléctricas.
- Router: Dispositivo que opera en la capa de red y permite la transferencia de datos enviados por los sensores de una red a otra (Sausen, 2020).

Los nodos en las redes de sensores pueden organizarse en tres tipos de topologías:

2.8.1.1. Topología en estrella

Cada nodo sensor está conectado directamente a la puerta de enlace, con la información viajando solo a través de un salto hacia la red. Aunque esta topología minimiza el consumo energético, carece de rutas alternativas en caso de que un nodo pierda su conexión (Ruíz & Rivera, 2019).



Ilustración 28: Red de sensor tipo estrella

Fuente: Elvis (2019).

2.8.1.2. Topología en malla

Los nodos pueden enviar y recibir datos entre ellos, buscando la mejor y más confiable ruta hacia la puerta de enlace. Esta topología puede generar períodos de espera, pero ofrece rutas alternativas en caso de falla.

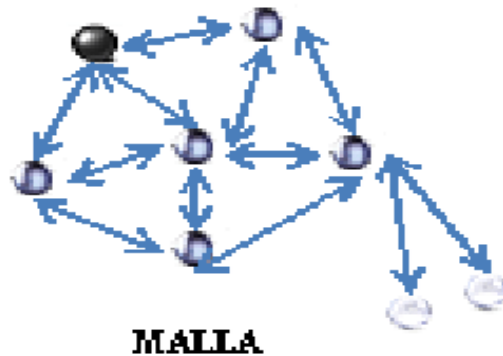


Ilustración 29: Red de sensor tipo malla

Fuente: Elvis (2019).

2.8.1.3. Topología de árbol

Los sensores están organizados en diferentes niveles de jerarquía, con cada nodo conectado a uno de mayor jerarquía y finalmente hacia la puerta de enlace. La información fluye desde los nodos de menor jerarquía hasta el Gateway (Ruíz & Rivera, 2019).

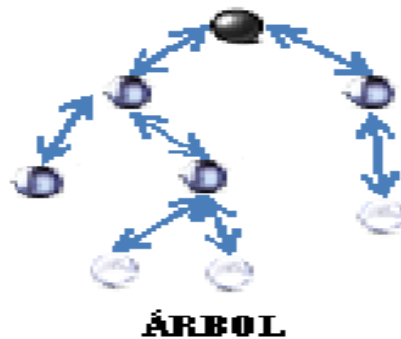


Ilustración 30: Red de sensor tipo árbol

Fuente: Elvis (2019).

CAPITULO III:

3. Diseño del laboratorio

A continuación, se detalla el funcionamiento de cada componente del laboratorio, junto con su diseño ilustrativo, diagrama y las partes utilizadas en su construcción.

3.1. Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación que se incluirá en el laboratorio, el "Entrenador de Fuentes" como alternativa, ofrecerá una amplia variedad de valores de salida. Además de esto, estará equipada con un generador de funciones que cubrirá un rango desde 1Hz hasta 100KHz, proporcionando señales cuadradas, sinusoidales y triangulares con control digital. También contará con dos entradas analógicas mediante potenciómetros, doce entradas digitales a través de pulsadores e interruptores, y ocho salidas digitales mediante LEDs. Adicionalmente, se incluirán tres displays de siete segmentos de ánodo común, un zumbador piezoeléctrico y un área de montaje extensa que no requerirá soldadura gracias a la incorporación de módulos board. La conexión será sencilla y rápida, utilizando cables rígidos unifilares con un grosor de 0.6mm.

El propósito principal de esta fuente de alimentación es generar una variedad de tensiones a partir de la red eléctrica, lo que proporcionará una flexibilidad significativa para los usuarios del laboratorio.

- Tensión de entrada de 220VAC a 50/60Hz.
- Intensidad total máxima 800 mA.

Las tensiones disponibles se obtienen a través de los terminales correspondientes, como se detalla en la lista a continuación:

- 12VAC: Alterna de salida de 12VAC/400mA.
- GND: Tierra de alimentación 0V.

- 12VAC: Alterna de salida de 12VAC/400mA.
- +12Vdc: Salida de tensión continua de 12VDC/100mA.
- GND: Tierra de alimentación 0V.
- +5VCC: Salida de tensión continua de 5VCC/500mA.
- +V: Salida de tensión continua positiva regulable de +1 = +15VDC / 500mA.
- GND: Tierra de alimentación 0V.
- -V: Salida de tensión continua negativa regulable de -1 = -15VDC/500mA.



Ilustración 31: Muestra la sección de la fuente de alimentación y sus elementos más relevantes

1. Fusible de protección de 0.8 A.
2. Interruptor On / Off general del equipo.
3. Salidas de tensión alterna de 12VAC • GND • 12VAC con 400 mA.
4. Salida fija de tensión continua de +12VDC/100 mA • GND • +5VCC/500 mA.
5. Salidas regulables de tensión continua +VDC • GND • -VDC.
6. Potenciómetro para regular la tensión continua positiva +VDC entre +1.5 y +16VDC / 500 mA.
7. Potenciómetro para regular la tensión continua negativa -VDC entre -1.5 y -16VDC / 500 mA.

3.1.1. El esquema eléctrico de fuente de alimentación

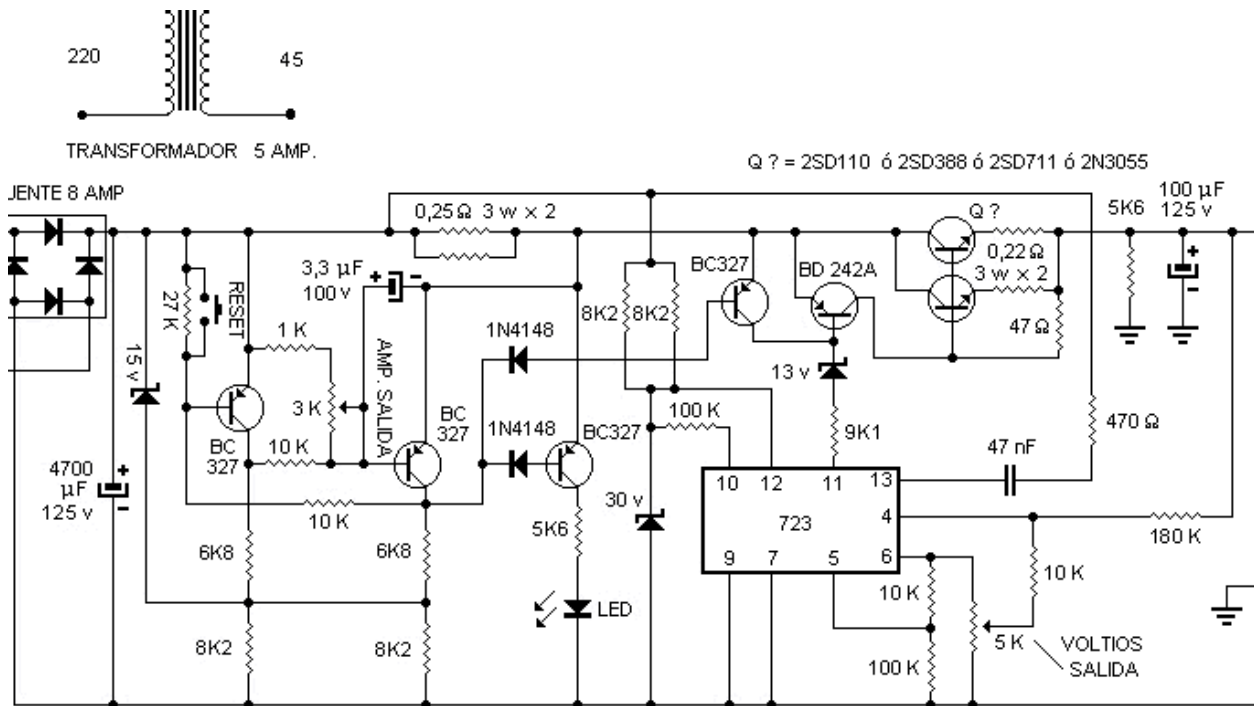


Ilustración 32: Esquema eléctrico de la fuente de alimentación

3.1.2. Funcionamiento de la fuente de poder

La alimentación principal se establece mediante la tensión de red de 220VAC, que se conecta a través del conector J1 utilizando el cable de red correspondiente. Esta tensión es dirigida al primario del transformador TR1, después de pasar por el fusible de protección FUS1 y el interruptor de encendido SW10. El transformador de toma intermedia reduce la tensión de entrada de 220VAC a 12+12 VAC, con una corriente máxima de 800mA. Los terminales del secundario del transformador, marcados como 12VAC, GND y 12VAC, están disponibles para el usuario, lo que permite la implementación de circuitos y experimentos relacionados con la rectificación de onda simple y doble, así como el recorte de picos, entre otros.

Por otro lado, la tensión alterna de 12+12 VAC del secundario del transformador se suministra al puente rectificador D1, donde se rectifica y filtra a través de los condensadores C10 y C11. En los bornes de C10, se obtiene una tensión continua y positiva de alrededor de +17VDC respecto a GND. En los bornes de C11, se obtiene una tensión continua y negativa de aproximadamente -17VDC respecto a GND. La tensión en los bornes de C10 se utiliza de dos formas: primero, se aplica al circuito estabilizador de tensión UA78L12 (U1), que proporciona una tensión estabilizada de +12VDC / 100 mA. Esta tensión está disponible para el usuario a través del terminal marcado como +12VDC. En segundo lugar, esta tensión también se dirige al circuito estabilizador formado por el UA7805 (U2), que suministra una tensión estabilizada de +5VCC / 500mA en su salida. Esta tensión se utiliza para alimentar parte de la electrónica que compone el laboratorio, y está disponible para el usuario a través del terminal marcado como +5VCC, desde donde puede alimentar sus propios circuitos. Finalmente, un diodo LED de color verde (D2), alimentado a través de la resistencia R3, indica el estado de conexión ON/OFF del laboratorio.

Finalmente, la tensión positiva presente en C10 se utiliza para alimentar el circuito regulador LM317T (U3), que proporciona una tensión positiva estabilizada y ajustable que oscila entre aproximadamente +1.5VDC y +16VDC. La regulación y ajuste de esta tensión deseada se logran mediante el potenciómetro P2, donde el mínimo se alcanza en la posición izquierda y el máximo en la posición derecha. Esta tensión regulada está disponible para el usuario entre los terminales +VDC y GND.

Por otra parte, en los bornes de C11 se encuentra una tensión negativa que se utiliza para alimentar el circuito regulador LM337T (U4). Este circuito proporciona una tensión negativa, estabilizada y ajustable que varía entre aproximadamente -1.5VDC y -16VDC. La regulación y ajuste de esta tensión se logran mediante el potenciómetro P3, donde el mínimo se alcanza en la posición izquierda y el máximo en la posición derecha. Esta tensión regulada está disponible para el usuario entre los terminales -VDC y GND.

3.2. Generador de Funciones

Ofrece tres tipos de señales que pueden utilizarse en circuitos experimentales tanto analógicos como digitales:

- Cuadrada.
- Senoidal.
- Triangular.

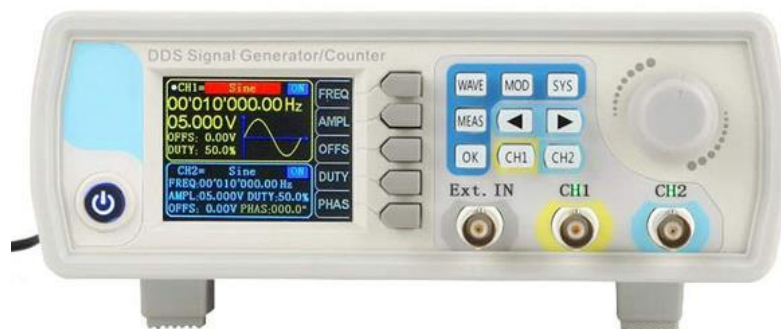


Ilustración 33: El generador de funciones

Está compuesto por los siguientes componentes:

1. Una pantalla LCD que muestra las características actuales de la señal de salida.
2. Un conector que permite el acceso a la señal de salida.
3. Un pulsador que permite seleccionar el tipo de señal: cuadrada para digital, senoidal o triangular.
4. Un pulsador que permite aumentar las diferentes escalas de frecuencia de forma ascendente.
5. Un pulsador que permite disminuir las diferentes escalas de frecuencia de forma descendente.
6. Un potenciómetro utilizado para ajustar la frecuencia de salida.

3.2.1. Funcionamiento del generador de funciones

El pulsador 3 (Sel) permite la selección del tipo de señal, de manera secuencial y cíclica, entre Digital (Cuadrada), Senoidal o Triangular. Por otro lado, la frecuencia de la señal de salida se estructura en 18 escalas que se eligen de forma cíclica y secuencial utilizando los pulsadores 4 y 5 (Up y Down):

3.2.1.1. tabla de escalas

Tabla 3 *Tabla de escalas*

Nº	Rango	Nº	Rango
1	1Hz – 50Hz	10	30KHz – 35KHz
2	50Hz – 100Hz	11	35KHz – 40KHz
3	100Hz – 1KHz	12	40KHz – 45KHz
4	1KHz – 5KHz	13	45KHz – 50KHz
5	5KHz – 10KHz	14	50KHz -60KHz
6	10KHz – 15KHz	15	60KHz -70KHz
7	15KHz – 20KHz	16	70KHz -80KHz

8	20KHz – 25KHz	17	80KHz -90KHz
9	25KHz – 30KHz	18	90KHz -100KHz

El potenciómetro 6 (Ajuste) permite realizar un ajuste preciso de la frecuencia de salida, dentro del rango establecido por la escala seleccionada. Además, el sistema tiene la capacidad de recordar el tipo de señal y la escala actualmente seleccionada. Esto significa que, al desconectar y volver a conectar el laboratorio, el generador de funciones se ajustará automáticamente según la última configuración utilizada.

La amplitud de la señal de salida varía dependiendo del tipo de señal:

Tabla 4 Tipo de señal

Tipo de Señal	Amplitud (Vpp)
Digital (Cuadrada)	5 Vpp.
Senoidal	0.650 Vpp aprox.
Triangular	0.650 Vpp aprox.

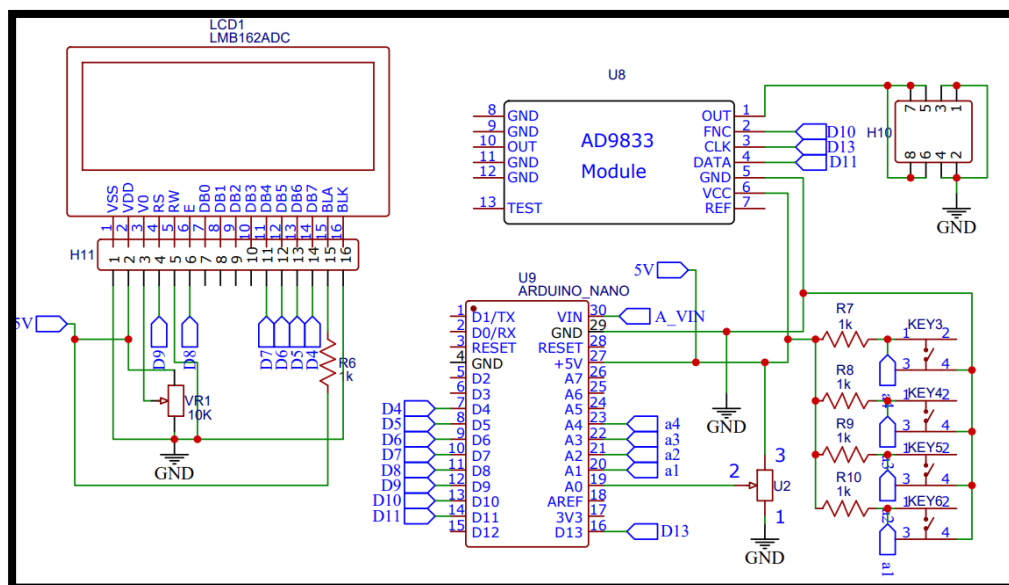


Ilustración 3411: Esquema eléctrico del generador de funciones

A partir de un oscilador HKC-25MHz (SU3) que proporciona una frecuencia fija de referencia de 25MHz, este dispositivo tiene la capacidad de generar señales variables en frecuencia y forma (Cuadrada, Senoidal y Triangular) mediante el uso de varios algoritmos matemáticos.

Para controlar sus diversas funciones y ajustes, se utiliza un controlador externo que se conecta a través de una interfaz serie SPI.

3.3. Potenciómetros Analógicos

Estos componentes permiten al usuario analizar y experimentar con circuitos que necesiten variables analógicas de entrada, como, por ejemplo, convertidores analógicos/digitales (ADC), ajustes de referencia, compensaciones, y atenuación de señales, entre otros.

Según lo representado en el diagrama eléctrico de la ilustración 30, los potenciómetros no están conectados ni tienen ninguna relación directa con el entrenador. Es responsabilidad del usuario utilizarlos de acuerdo con sus propias necesidades y requerimientos específicos.

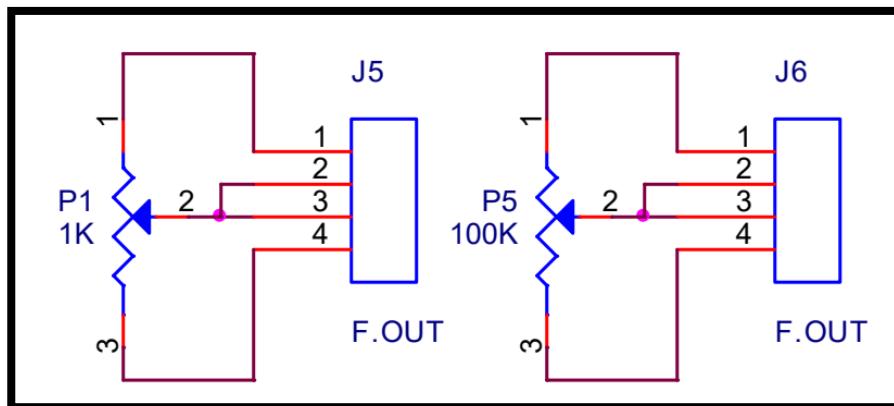


Ilustración 35: Conexión eléctrica de los potenciómetros para generar variables analógicas

El potenciómetro P1 tiene una resistencia de 1K OHM, mientras que P5 tiene una resistencia de 100K OHM. Cada potenciómetro está vinculado individualmente a terminales numerados del 1 al 4. Según lo indicado en el esquema eléctrico y la serigrafía del circuito impreso, se observa que los terminales 1 y 4 corresponden a los extremos de ambos potenciómetros, representando la resistencia total de cada uno (1K y 100K, respectivamente). Los terminales 2 y 3 se relacionan con los cursores, desde donde se puede obtener una resistencia variable con respecto a cualquiera de los extremos.

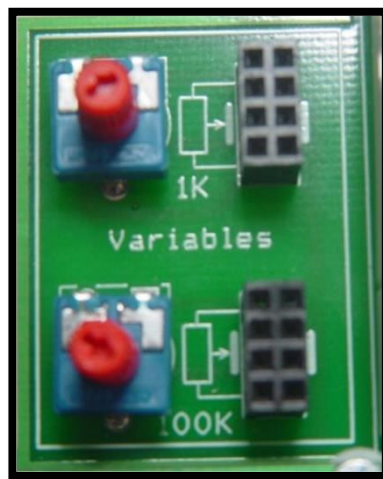


Ilustración 36: Los potenciómetros

3.4. Entradas Digitales, Los Pulsadores

Los dos botones de la ilustración 32 posibilitan la generación manual de señales digitales de naturaleza transitoria o pulsante.

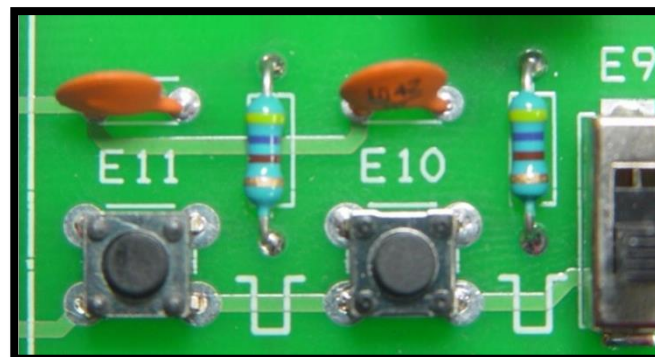


Ilustración 3712: Los pulsadores

El diagrama eléctrico de estos botones se representa en la ilustración 33. El terminal E10 corresponde al botón SW11, mientras que el terminal E11 corresponde al botón SW12. Cuando cualquiera de ellos está en reposo (sin presionar), la señal lógica obtenida en el terminal respectivo es de nivel "1", gracias a las resistencias "Pull-Up" de 4K7 incluidas en RP5.

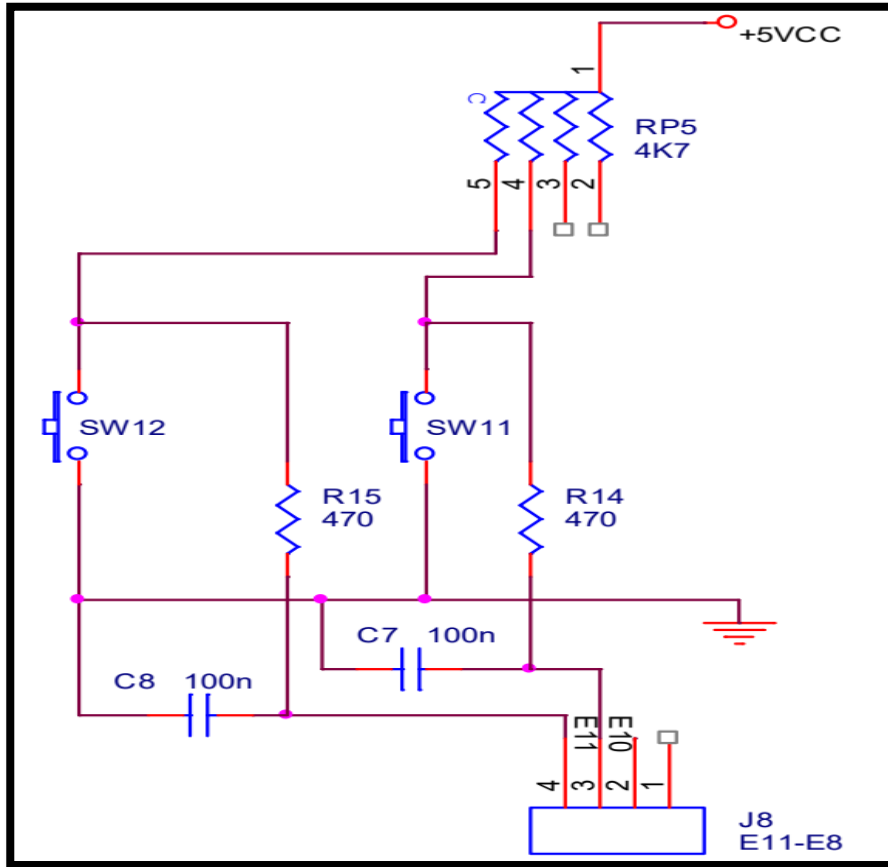


Ilustración 3813: Esquema eléctrico de los pulsadores

Cuando se presiona cualquiera de los botones, se completa el circuito con GND. En el terminal correspondiente, la señal lógica se convierte en "0". Es decir, al presionar y soltar cualquier botón, se genera un pulso negativo en el terminal de salida correspondiente, que pasa de un nivel alto a bajo y luego vuelve al nivel alto original.

Es importante señalar que los pulsos generados en E10 y E11 están diseñados para minimizar el efecto de "rebote", gracias a la inclusión de los condensadores C7 y C8.

3.5. Entradas Digitales, Los Interruptores

Además, se cuenta con un conjunto de 10 interruptores con enclavamiento, que permiten generar palabras binarias o estados lógicos para ser utilizados por los circuitos del usuario bajo análisis, como se muestra en la ilustración 34.



Ilustración 3914: Los interruptores

Observando la serigrafía de la placa, se puede notar la presencia de diez interruptores, numerados del E9 al E0. Cada interruptor cuenta con sus propias conexiones, las cuales están organizadas en tres conectores de cuatro contactos. El conector ubicado a la derecha transporta las señales E3-E0, el central las señales E7-E4, y el de la izquierda E11-E8.

Estos terminales permiten establecer la conexión entre los interruptores y el circuito que se está probando. Cuando un interruptor está en posición elevada, proporciona un nivel lógico "1";

cuando está en posición baja, proporciona un nivel lógico "0". La ilustración 35 muestra el esquema eléctrico de cuatro de los interruptores, que es idéntico para el resto de ellos.

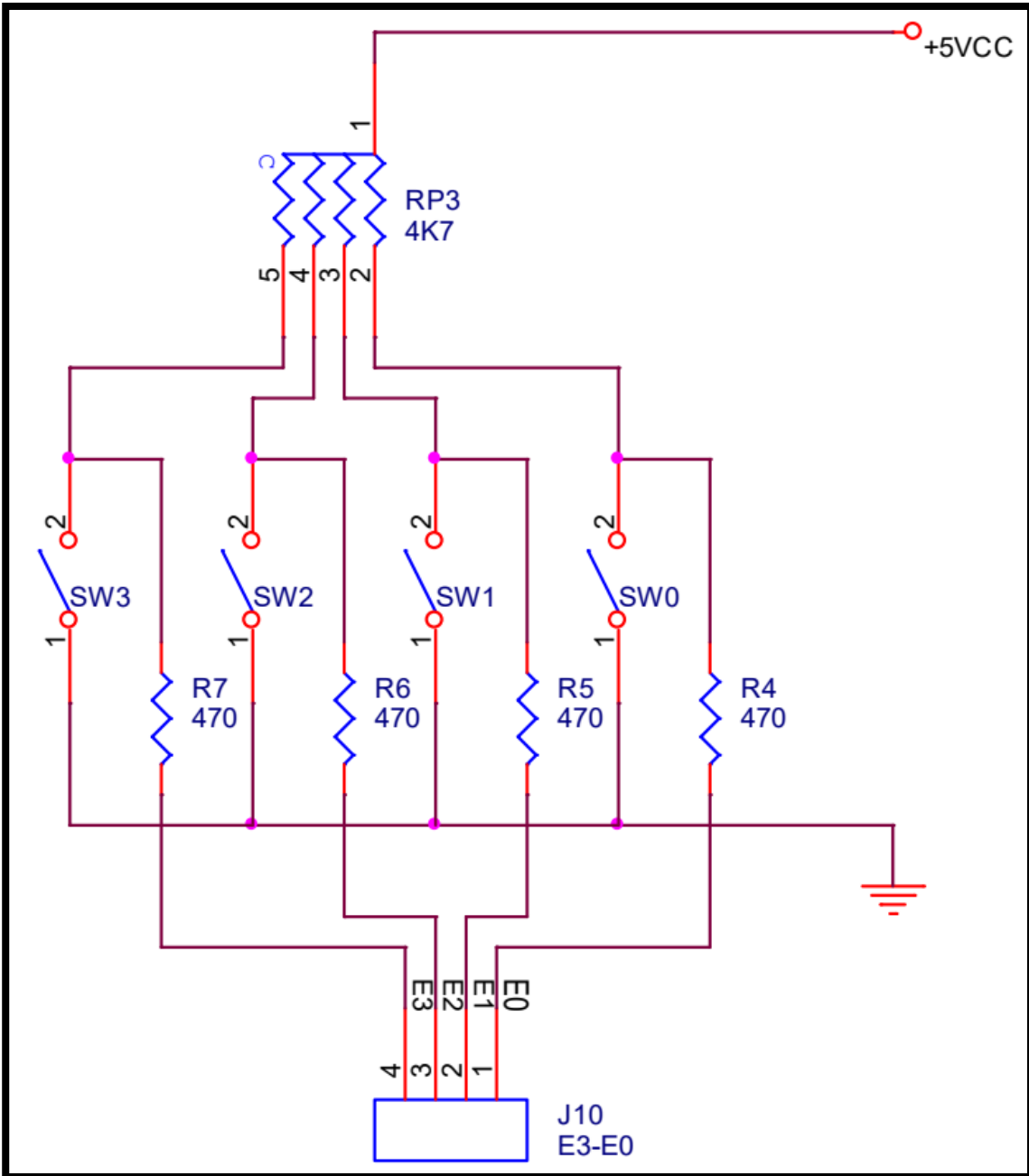


Ilustración 40: Esquema eléctrico de los interruptores

Cuando alguno de los 10 interruptores permanece en posición abierta (hacia arriba), la señal lógica generada es de nivel "1" gracias a las correspondientes resistencias Pull-Up. Cuando un interruptor se mueve hacia abajo, se establece un circuito con la línea de tierra (GND), lo que produce un nivel lógico de "0". Es importante tener en cuenta que, al igual que sucede con los pulsadores, los interruptores pueden experimentar "rebotes".

En aplicaciones prácticas como las industriales o comerciales, existen diversos dispositivos capaces de generar señales lógicas de entrada. Sin embargo, desde un punto de vista educativo, los pulsadores e interruptores son periféricos simples y económicos para generar dichas señales. Lo fundamental es comprender cómo utilizarlas, cómo manejarlas y cómo procesarlas para alcanzar el resultado deseado.

3.6. Salidas Digitales, Los Diodos Led

Para representar palabras binarias o estados lógicos resultantes de un proceso específico, se empleará un conjunto de 8 diodos luminosos tipo LED, como se muestra en la ilustración 36.



Ilustración 41: Los diodos led

Los LED están etiquetados desde S7 hasta S0 y cuentan con sus respectivos terminales de conexión, dispuestos en dos conectores con cuatro contactos cada uno. El conector de la derecha se conecta a los LED S3-S0, mientras que el de la izquierda se conecta a los LED S7-S4. El diagrama eléctrico de la ilustración 37 proporciona una idea del circuito asociado con cada LED.

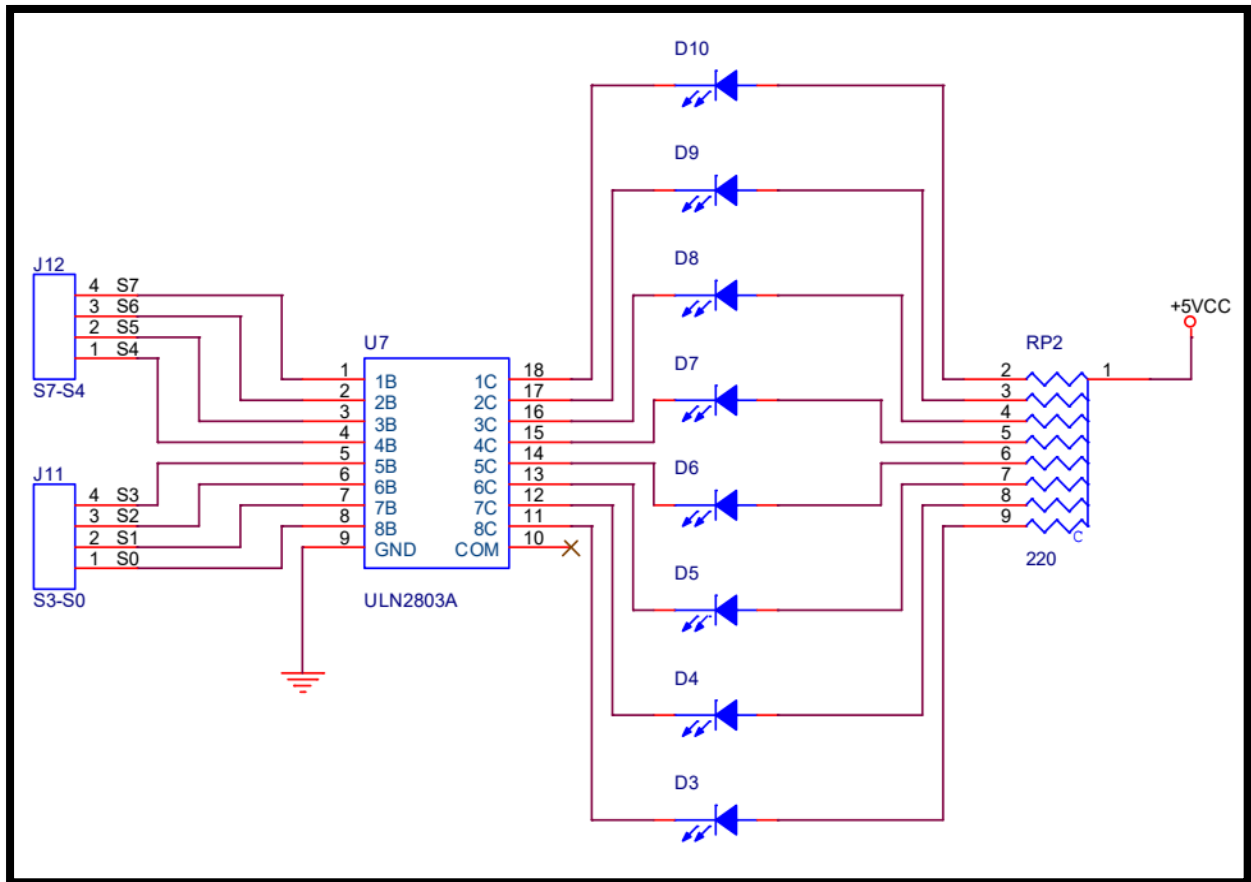


Ilustración 42: Esquema eléctrico de los leds de salida

La señal digital que se desea representar se conecta desde el circuito bajo prueba al terminal (Sn) del LED correspondiente. Esta señal se dirige a la entrada del circuito amplificador ULN2003A (U7), donde se amplifica en intensidad antes de aplicarse al LED respectivo. Las resistencias conectadas a los ánodos de cada LED se encuentran en un único paquete (RP2) de 220Ω y actúan como resistencias de limitación de corriente.

Cuando se aplica una señal con nivel lógico "1" a uno de los terminales (Sn), el LED asociado se ilumina. Por otro lado, si la señal es de nivel lógico "0", el LED permanecerá apagado.

Así como sucede con los interruptores y pulsadores, los LEDs son dispositivos de salida simples y económicos que permiten visualizar un estado lógico específico. Aunque en la práctica existen dispositivos más complejos como motores, relés o electroválvulas, lo fundamental es controlar la activación o desactivación de estos dispositivos según ciertos procesos o algoritmos.

3.7. Salidas Digitales, El Zumbador

Es un dispositivo de salida básico que convierte un nivel lógico "1" en una señal de sonido. Su diseño eléctrico y posición están representados en la ilustración 38.

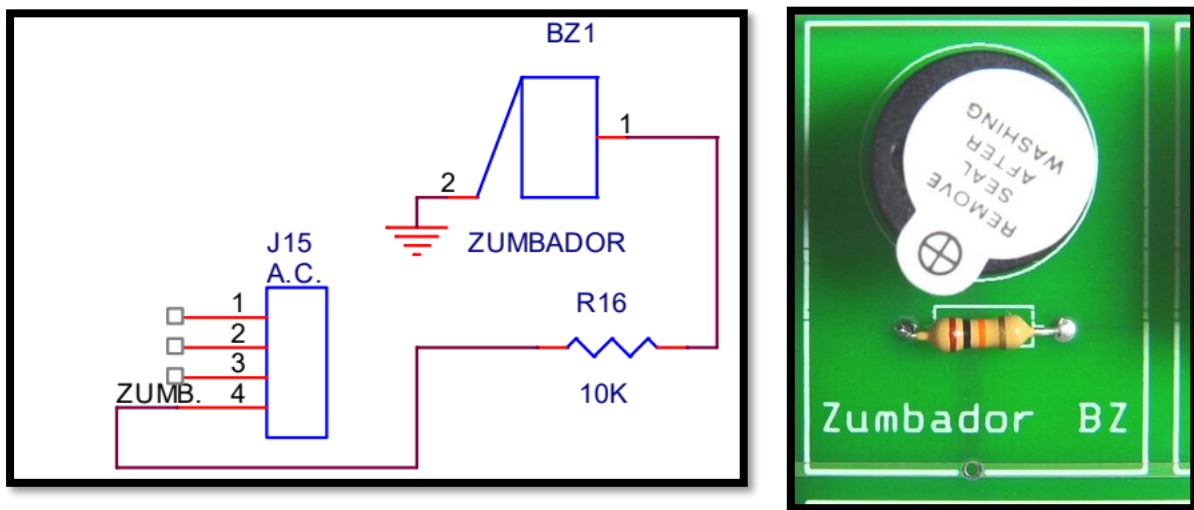


Ilustración 43: Esquema de conexión del zumbador piezoeléctrico

A través del terminal de conexión correspondiente, se aplica la señal lógica al zumbador. Cuando la señal está en nivel "1", el zumbador se activa mediante la resistencia de absorción R16. La inclusión de este componente en el entrenador añade un elemento atractivo a algunas prácticas o experimentos realizados por el usuario, como alarmas, señalización, avisos, entre otros.

3.8. Salidas Digitales, Los Displays

Los Displays de Salida Digital consisten en un conjunto de 3 displays de 7 segmentos cada uno, con un punto decimal adicional. Este tipo de dispositivo es fundamental en cualquier aplicación digital, ya que, al ser controlados adecuadamente, pueden representar una amplia variedad de información numérica e incluso algunos símbolos y signos.

La presencia de estos displays amplía significativamente el número y la diversidad de aplicaciones y experimentos que pueden realizarse, enriqueciendo así las posibilidades del entrenador en su totalidad.

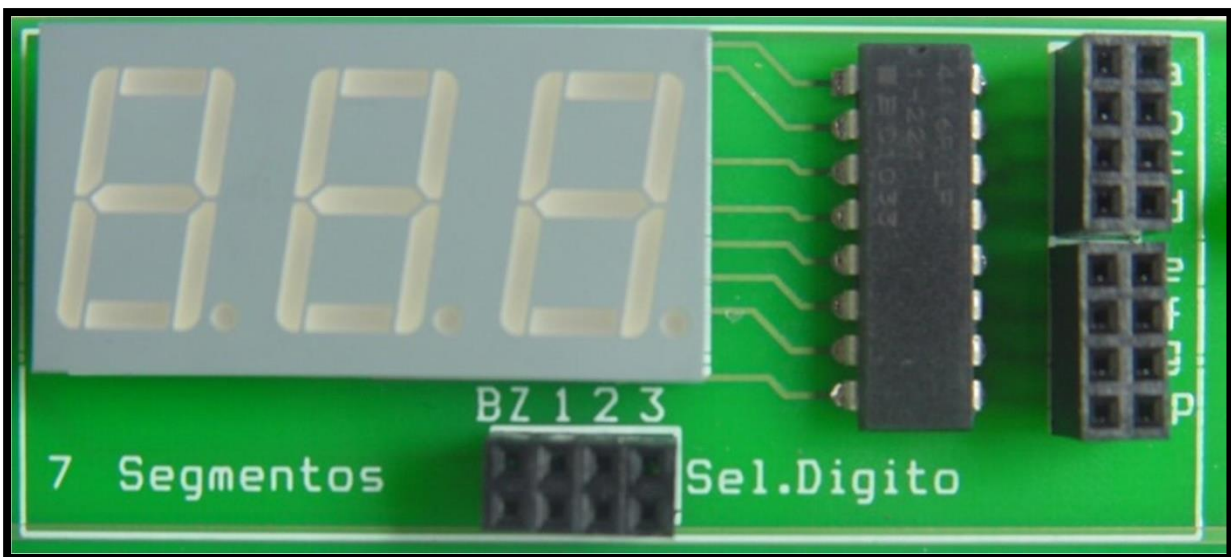


Ilustración 44: Los displays 7 segmentos

El diagrama representado en la ilustración 40 detalla las conexiones eléctricas de los tres displays. Los displays predeterminados instalados en el entrenador son del tipo de ánodo común, aunque es posible reemplazarlos por modelos de cátodo común, siempre y cuando las patillas sean compatibles. En este caso, se utiliza el modelo TOT-5361BG, que incorpora tres displays en un único módulo.

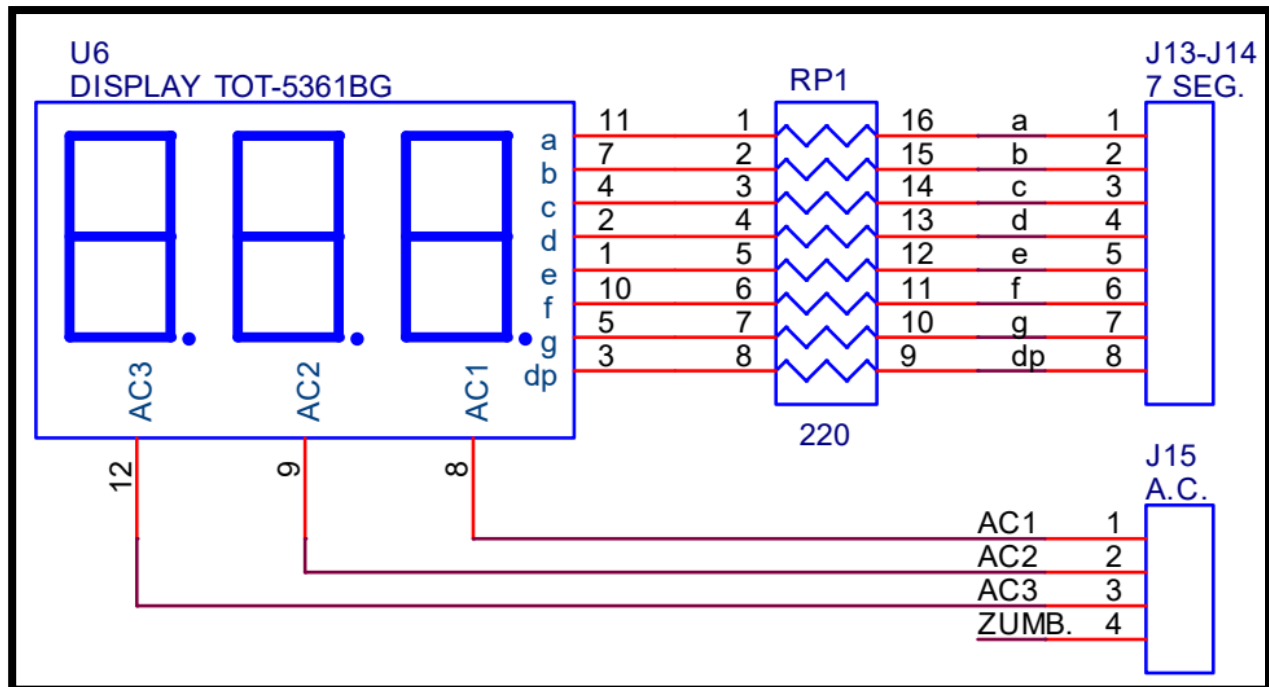


Ilustración 45: Esquemas de conexión de los displays de 7 segmentos

Los tres displays están internamente conectados en paralelo, lo que significa que los diferentes segmentos de cada display están unidos entre sí. Por lo tanto, el terminal de conexión correspondiente al segmento "a" se conecta al segmento "a" de los tres displays, y así sucesivamente con los segmentos "b", "c", etc.

Esta configuración es común y evita la necesidad de conectar los 8 segmentos de cada display individualmente, lo que resulta en un ahorro significativo en conexiones. Los terminales numerados como 1, 2 y 3 del conector J15 acceden a los nodos correspondientes, actuando como la patilla común para todos los segmentos de cada display.

Cuando uno de estos tres terminales está en nivel lógico "1", el display asociado se activará. La iluminación posterior de cada segmento individual depende de los niveles lógicos aplicados a través de los terminales correspondientes a los segmentos "a", "b", "c", "d", "e", "f", "g" y "dp" del conector J13-J14. En displays de ánodo común, los segmentos requieren un nivel lógico "0" para iluminarse, mientras que en displays de cátodo común necesitan un nivel lógico "1".

Las resistencias conectadas a cada segmento actúan como resistencias de absorción y están contenidas en un único paquete (RP1), cada una con un valor de 220Ω .

Este enfoque de conectar los displays en paralelo también se conoce como "multiplexado de displays", lo que reduce la cantidad de conexiones necesarias, aunque controlarlos puede resultar más complejo. Solo un display puede estar activo en un momento dado, pero al seleccionarlos secuencialmente y de manera repetitiva, se crea la ilusión óptica de que todos están encendidos simultáneamente.

3.9. Relación de Materiales

En esta sección se proporciona una lista completa de los componentes y accesorios utilizados en la construcción del entrenador.

3.9.1. Resistencias

3.9.1.1. Resistencias fijas

Se refiere a los componentes cilíndricos cuyos valores están codificados por franjas de colores pintadas en su carcasa. Estos colores siguen un estándar y sus valores se presentan en la tabla mostrada en la figura, tal como se ilustra en la ilustración 36.

El número total de resistencias fijas disponibles es de 25 unidades, y los valores y referencias de estas se detallan a continuación:

- de $220\ \Omega$ (R1-R3).
- 1 de $330\ \Omega$ (R4).
- 13 de $470\ \Omega$ (R5-R17).
- $4K7\ \Omega$ (R18_R20)
- $10K\ \Omega$ (R21-R24)
- 1 de $47K\ \Omega$ (R25)

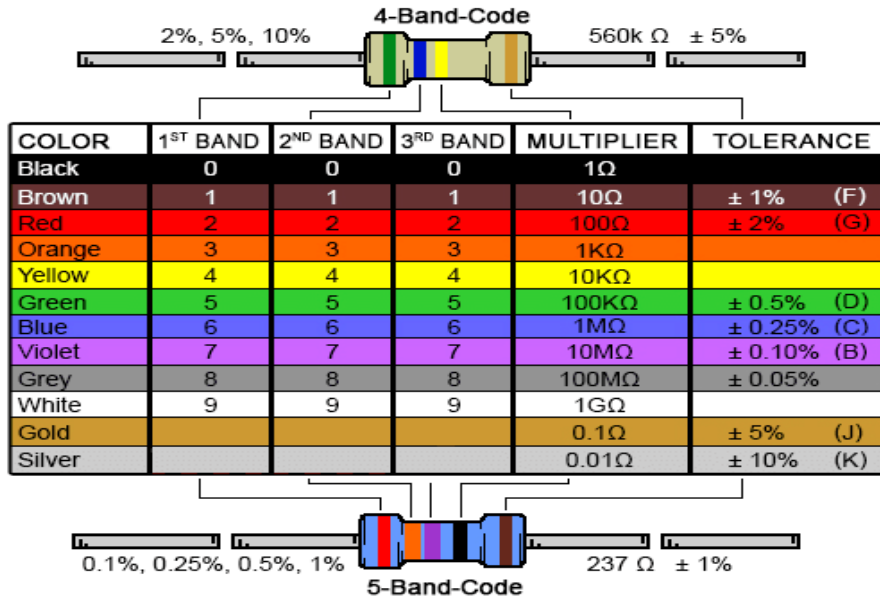


Ilustración 46: Código de colores de resistencias

3.9.1.2. Resistencias variables para eje de mando

Estas son resistencias que permiten ajustar su valor dentro de un rango específico mediante el movimiento de un eje conectado al componente. El valor máximo de estas resistencias se indica físicamente en el cuerpo del componente, como se muestra en la ilustración 47.

- 1 de 1K (P1).
- 2 de 4K7 Ω (P2-P3).
- 1 de 100K Ω (P4).
- 1 de 1M Ω (P5).



Ilustración 47: Resistencias variables

3.9.1.3. Resistencias encapsuladas

En una sola cápsula se incluyen varias resistencias, todas con el mismo valor. Hay cápsulas que tienen una disposición de doble fila de patillas (DIL). Las resistencias dentro de estas cápsulas no están conectadas entre sí de ninguna manera, como se muestra en la ilustración 49.

Además, hay cápsulas con una sola fila de patillas (SIL). Todas las resistencias dentro de estas cápsulas tienen una patilla en común. Esta conexión común es accesible desde el exterior a través de un único pin en la cápsula, identificado con un punto pintado en la cápsula misma.

- 1 cápsula DIL con ocho resistencias de 330Ω (RP1).
- 1 cápsula SIL con ocho resistencias de 470Ω (RP2).
- Cápsula SIL con cuatro resistencias de $4K7 \Omega$ (RP3- RP5)

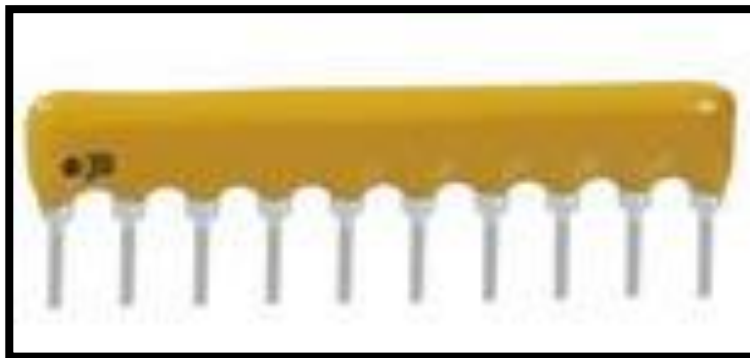


Ilustración 48: Resistencias encapsulada

3.9.2. Condensadores

El valor de los condensadores se indica en la carcasa misma, como se muestra en la ilustración 49. En ciertos modelos, también se especifica la tensión máxima de operación y su polaridad. A continuación, se presenta la lista completa de los 18 condensadores requeridos:

- 1 de $1nF$ (C1).
- 2 de $10 nF$ (C2-C3).

- 10 de 100 nF (C4-C13)
- 1 de 1 μ F (C14)
- 1 de 10 μ F (C15)
- 1 de 100 μ F (C16)
- 2 de 1000 μ F (C17-C18)

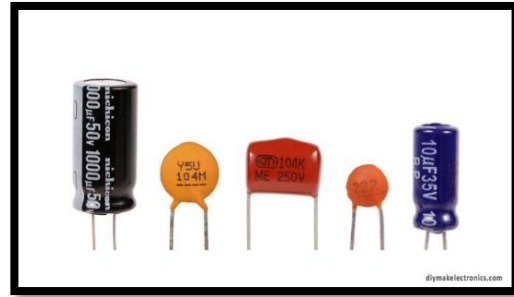


Ilustración 49: Condensadores

Es esencial tener especial cuidado al manejar condensadores electrolíticos, ya que estos poseen polaridad. Una de sus patillas está marcada con el signo "-" mientras que la otra lleva el símbolo "+", y esta polaridad debe coincidir con la indicada en la placa impresa al soldarlos.

3.9.3. Semiconductores

Se trata de un conjunto de componentes que incluye diodos LED y un puente rectificador, como se muestra en la ilustración 50. Este conjunto está compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Puente rectificador de 1 A B250C (D1).
- 1 diodo led verde de 3mm (D2).
- Diodos led rojo de 3mm (D3-D6).
- 8 diodos led rojo de 5mm (D7-D14).

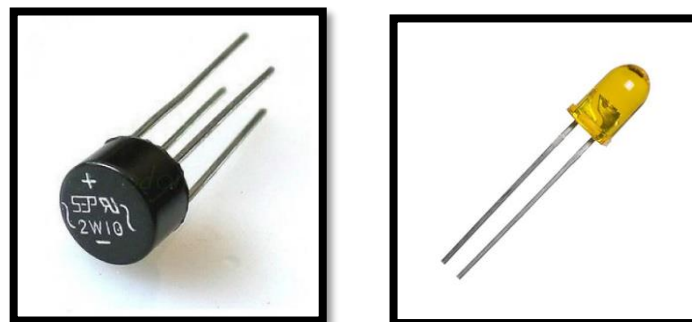


Ilustración 50: Semiconductores

3.9.4. Circuitos integrados

- 1 Regulador 78L12 de +12VDC (U1).
- 1 Regulador 7805 de +5VDC (U2).
- 1 Regulador LM317T de +VDC (U3).
- 1 Regulador LM337T de -VDC (U4).
- 1 Generador de funciones XR2206 (U5).
- 1 Generador lógico (LOGEN) SYM-10 (U6).
- Displays de A. Común (U7-U9).

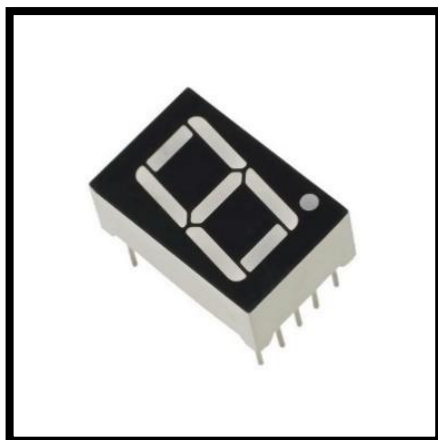
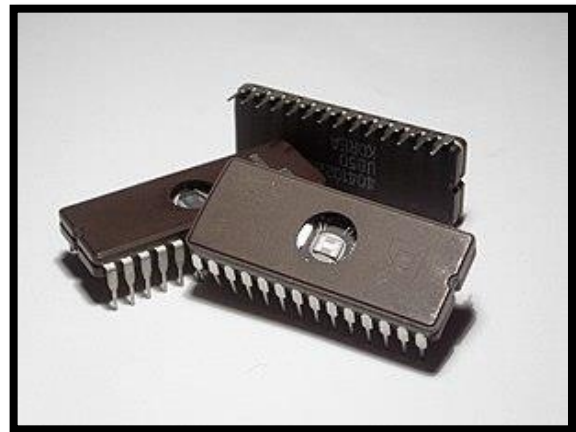
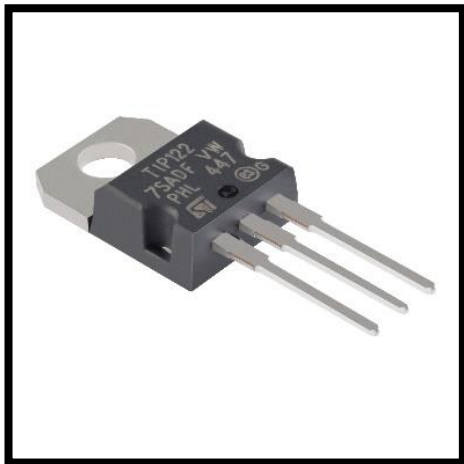


Ilustración 51: Circuitos integrados

3.9.5. Zócalos y conectores

Los zócalos serán utilizados para colocar los diversos circuitos integrados encima de ellos. Esto ayuda a prevenir posibles daños durante el proceso de soldadura, como se muestra en la ilustración 52.

Los conectores están constituidos por tiras de pines hembra torneados. Cada una de estas tiras sirve como conector para los distintos dispositivos que componen el entrenador.

La lista de materiales que integran esta sección es la siguiente:

- 1 Zócalo de 16 pines para U5.
- 1 Zócalo de 8 pines para U6.
- Zócalos de 14 pines para los displays U7-U9.
- Tiras de 32 postes hembra torneados.
- 1 Tira de 2 x 5 postes macho.
- 2 Puentes paso 2.54.

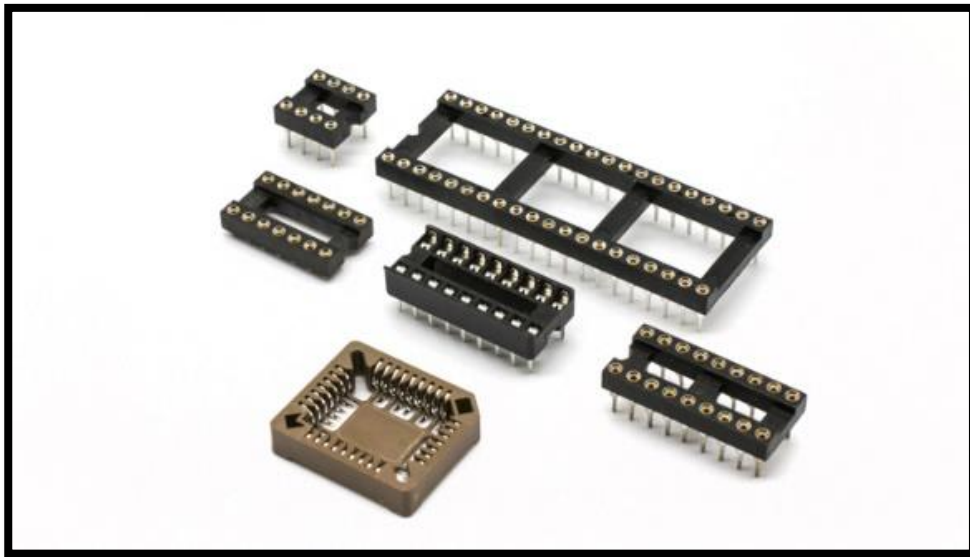


Ilustración 52: Zócalos

3.9.6. Interruptores y pulsadores

En cualquier entrenador didáctico enfocado en la electrónica digital, los interruptores y los pulsadores son componentes altamente utilizados. Estos dispositivos son fundamentales para evaluar el funcionamiento de un circuito digital, ya que permiten aplicar combinaciones binarias de entrada de manera económica. Esto se ilustra en la ilustración 53.

- 11 conmutadores deslizantes (SW0-SW10).
- Pulsadores (SW11-SW13).



Ilustración 53: Conmutadores

3.9.7. Accesorios

Al igual que en cualquier ensamblaje, existen una serie de complementos que contribuyen al acabado adecuado del circuito, como se muestra en las ilustraciones 54.

- Tornillos M3 x 6 mm DIN 84.
- Tuercas M3 DIN-934.
- Disipadores para TO-220.
- 1 Zumbador miniatura (BZ1).
- Ejes de mando PT10 de 4 mm.
- Separadores adhesivos de 4 mm.
- 1 Portafusibles (FUS1).
- 1 Fusible de cristal de 750 mA.
- 1 Protector para portafusibles.

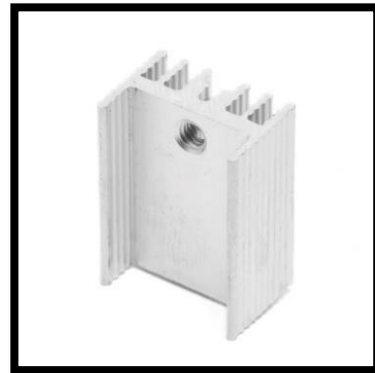


Ilustración 54: Accesorios

3.9.8. Varios

- 1 cable de toma de red
- 1 Transformador de 12 + 12 VAC / 10VA
- 1 Juego de placas protoboard
- Tiras de velcro autoadhesivo.
- 1 Placa de circuito impreso
- 1 Maletín de transporte

CAPITULO IV

4. Montaje del Laboratorio

4.1. Montaje del Laboratorio

4.1.1. Circuito impreso

Es una placa con pistas a doble cara, taladros metalizados, serigrafía de componentes y máscara de soldaduras, esta placa tiene unas medidas de 26 x 14 centímetros, como los muestra en la ilustración 56.

Esta placa tiene previamente realizados agujeros metalizados que facilitan notablemente la soldadura. A través de ellos se introducen las patillas del componente a soldar.

La serigrafía de la placa nos será de gran utilidad. En ella están representados mediante dibujos los distintos componentes, su orientación y su referencia. Basta localizar la situación del componente a soldar en la placa según la referencia de este.

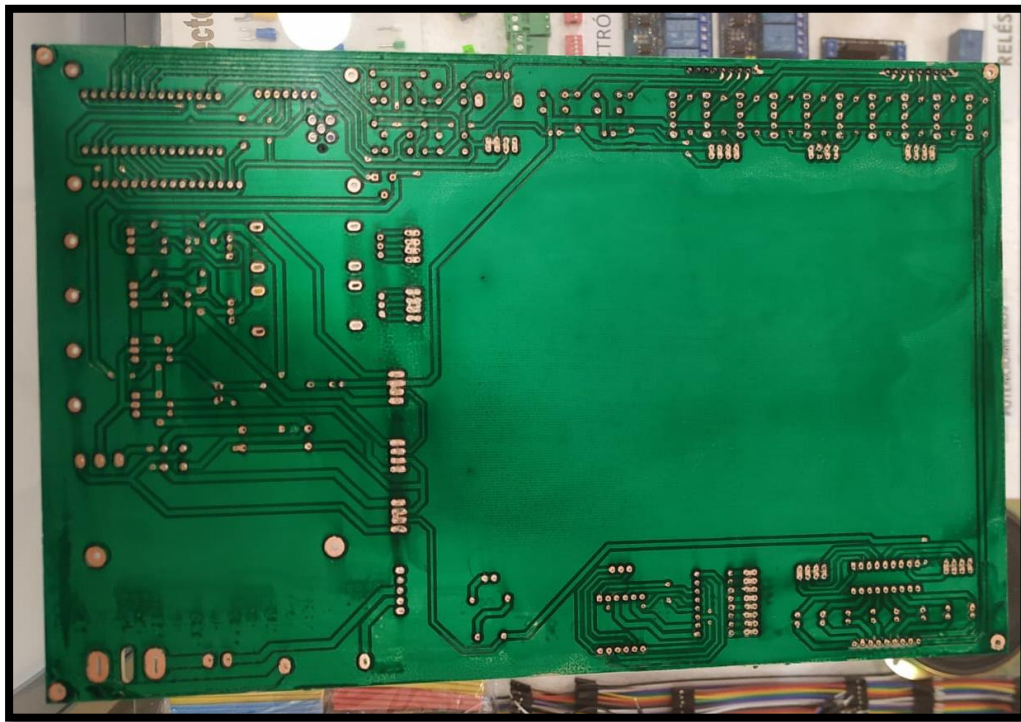


Ilustración 55: Placa PCB

4.1.2. Soldadura y montaje

Componentes como resistencias, conectores, enchufes, perillas, potenciómetros, etc.

Se ensamblan de manera que la soldadura quede brillante y pulida y forma una especie de cono entre las almohadillas y los pines de la pieza y se ensamblan cuando se corta la soldadura. El botón debe orientarse de modo que las clavijas miren hacia el lado izquierdo de la placa de circuito.

4.1.3. Materiales

4.1.3.1. Resistencias.

- 3 de 220 Ω .
- 1 de 330 Ω .
- 13 de 470 Ω .
- 3 de 4K7 Ω .
- 4 de 10K Ω .
- 1 de 47K Ω .

4.1.3.2. Resistencia variable.

- 1 de 100K Ω .
- 1 de 1K.
- 1 de 1M Ω .
- 2 de 4K7 Ω .

4.1.3.3. Resistencias encapsuladas.

- 1 cápsula DIL con ocho resistencias de 330 Ω .
- 1 cápsula SIL con ocho resistencias de 470 Ω .
- 3 cápsula SIL con cuatro resistencias de 4K7 Ω .

4.1.3.4. Condensadores.

- 1 de 10 μF .
- 1 de 100 μF .
- 1 de 1nF.
- 1 de 1 μF .
- 10 de 100 nF.
- 2 de 10 nF.
- 2 de 1000 μF .

4.1.3.5. Semiconductores

- 1 Puente rectificador de 1 A B250C.
- 1 Diodo led verde de 3mm.
- 4 Diodos led rojo de 3mm.
- 8 Diodos led rojo de 5mm.

4.1.3.6. Circuitos integrados

- 1 Regulador 78L12 de +12VDC.
- 1 Regulador 7805 de +5VDC.
- 1 Regulador LM317T de +VDC.
- 1 Regulador LM337T de -VDC.
- 1 Generador de funciones XR2206.
- 1 Generador lógico (LOGEN) SYM-10.
- 3 Displays de A. Común.

4.1.3.7. Zocalos.

- 1 Tira de 2 x 5 postes macho.
- 1 Zócalo de 16 pines.
- 1 Zócalo de 8 pines p.
- 2 Puentes paso 2.54.
- 3 Zócalos de 14 pines para los displays.
- 4 Tiras de 32 postes hembra torneados.

4.1.3.8. Interruptores y pulsadores.

- 11 conmutadores deslizantes.
- 3 pulsadores.

3.5.3.9. Accesorios

- 1 Cable de toma de red
- 1 Fusible de cristal de 750 mA
- 1 Juego de placas protoboard
- 1 Placa de circuito impreso
- 1 Portafusibles (FUS1)
- 1 Protector para portafusibles
- 1 Transformador de 12 + 12 VAC / 10VA
- 1 Zumbador miniatura (BZ1)
- 3 Disipadores para TO-220
- 3 Tiras de velcro autoadhesivo.
- 3 Tornillos M3 x 6 mm DIN 84
- 3 Tuercas M3 DIN-934

- 5 Ejes de mando PT10 de 4 mm
- 6 Separadores adhesivos de 4 mm

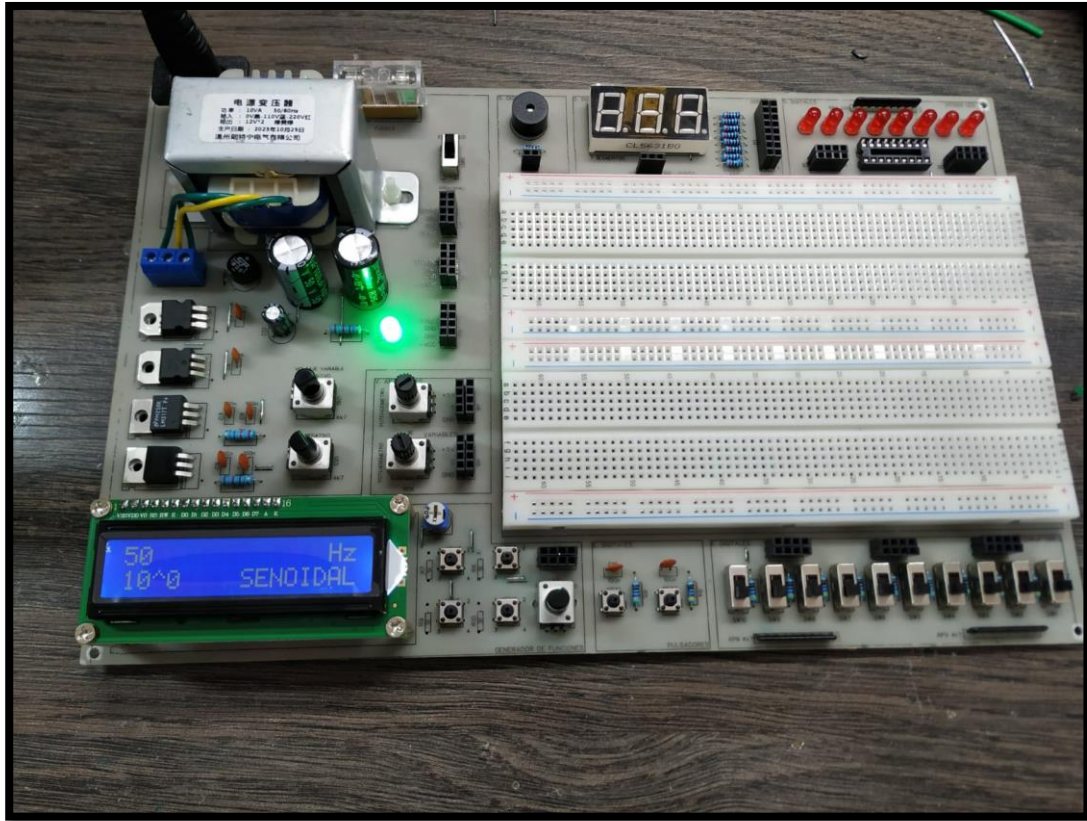


Ilustración 56: Laboratorio funcionando

CAPITULO V

5. Funcionamiento del Laboratorio

5.1. La Fuente de Alimentación

El conector J1 aplica la tensión de la red 220VAC a través del cable de red cable de red. La tensión llega al transformador primario TR1 después de pasar por el fusible de protección FUS1 y el interruptor inversor SW10. El transformador intermedio reduce la tensión de entrada de 220 VAC a 12+12 VAC con una intensidad máxima de 800mA. El usuario puede acceder a los retiros secundarios en los terminales designados como 12VAC, GND y 12VAC. Permitir la realización de circuitos y experimentos relacionados con rectificación de onda simple y doble, pico recorte, etc.

El devanado del transformador se aplica al puente rectificador D1. Desde aquí se filtra y rectifica a través de los condensadores C10 y C11. obtenido en los bornes C10 respecto a GND de uno o más + 17VDC. La tensión en los cables C11 es continua y negativa con respecto a GND de uno o dos -17VDC. La tensión en los cables C10 varía en dos zonas diferentes. Por un lado, se aplica al circuito estabilizador UA78L12 (U1), el cual obtiene una tensión estabilizada de + 12VDC/100 mA, a la que el usuario puede acceder a través del terminal marcado con +12VDC. Por otro lado, este voltaje también se aplica al circuito estabilizador formado por el _Este proporciona a su salida una tensión estabilizada de +5VCC / 500mA, con esta tensión se alimenta a parte de la electrónica que compone el propio laboratorio y está también a disposición del usuario mediante el terminal marcado como +5VCC, desde éste podrá alimentar a sus propios circuitos.

Un diodo led de color verde (D2), alimentado mediante la resistencia R3, indica la conexión **ON / OFF** del laboratorio.

La tensión positiva que se encuentra en C10 se aplica al regulador del circuito LM317T (U3) , que proporciona una tensión positiva estable y regulada de aproximadamente entre +1,5 VCC y +16 VCC en su salida.

La regulación y ajuste de la tensión deseada se realiza mediante el potenciómetro P2, la tensión mínima se obtiene en el tope izquierdo del mismo y la máxima en el tope derecho, esta tensión está a disposición del usuario entre los terminales +VDC y GND.

Finalmente, en bornes de C11 tenemos una tensión negativa que se aplica al circuito regulador LM337T (U4), este proporciona a su salida una tensión negativa, estabilizada y regulable entre -1.5VDC y -16VDC aproximadamente, la regulación y ajuste de la tensión se realiza mediante el potenciómetro P3, la tensión mínima se obtiene en el tope izquierdo del mismo y la máxima en el tope derecho.

Dicha tensión está a disposición del usuario entre los terminales -VDC y GND.

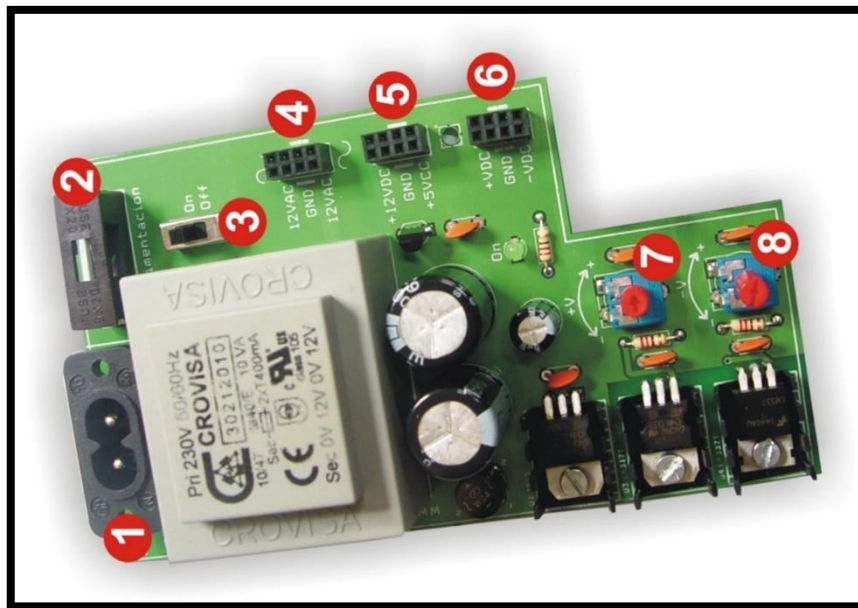


Ilustración 57: Fuente de alimentación

4.2. Generador de Funciones

El tipo de señal se selecciona mediante el pulsador 3 (Sel) que, secuencial y cíclicamente, nos permite elegir entre Digital (Cuadrada), Senoidal o Triangular, la frecuencia de la señal de salida se organiza en 18 escalas que se seleccionan, de forma cíclica y secuencial, mediante los pulsadores 4 y 5 (Up y Down):

Tabla 5 *Frecuencia de señal*

Nº	Rango	Nº	Rango
1	1Hz – 50Hz	10	30KHz – 35KHz
2	50Hz – 100Hz	11	35KHz – 40KHz
3	100Hz – 1KHz	12	40KHz – 45KHz
4	1KHz – 5KHz	13	45KHz – 50KHz
5	5KHz – 10KHz	14	50KHz -60KHz
6	10KHz – 15KHz	15	60KHz -70KHz
7	15KHz – 20KHz	16	70KHz -80KHz
8	20KHz – 25KHz	17	80KHz -90KHz
9	25KHz – 30KHz	18	90KHz -100KHz

El potenciómetro 6 (Ajuste) realiza el ajuste fino de la frecuencia de salida, dentro del rango según la escala seleccionada, el sistema memoriza el tipo de señal y la escala actual seleccionada, de esta forma, al desconectar el laboratorio y volverlo a conectar, el generador de funciones queda ajustado automáticamente según la última configuración.

La amplitud de la señal de salida varía según el tipo:

Tabla 6 Amplitud de señal

Tipo de Señal	Amplitud (Vpp)
Digital (Cuadrada)	5 Vpp.
Senoidal	0.650 Vpp aprox.
Triangular	0.650 Vpp aprox.

4.3. Potenciómetros Analógicos

Finalmente, la tensión positiva que se encuentra en C10 se aplica al regulador del circuito LM317T (U3), que proporciona una tensión positiva estable y regulada de aproximadamente entre +1,5 VCC y +16 VCC en su salida. La tensión positiva que se encuentra en C10 se aplica al regulador del circuito LM317T (U3), que proporciona una tensión positiva estable y regulada de aproximadamente entre +1,5 VCC y +16 VCC en su salida.

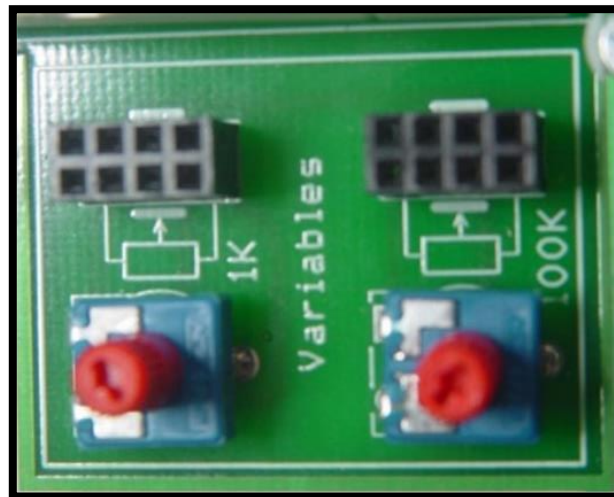


Ilustración 58: Potenciómetros

4.4. Entradas Digitales, Los Pulsadores

En la ilustración 60, los dos pulsadores pueden generar señales digitales de carácter transitorio o pulsante manualmente.

El pulsador SW11 corresponde al terminal E10, mientras que el pulsador SW12 corresponde al terminal E11. Los terminales correspondientes obtienen una señal lógica de nivel "1" cuando cualquiera de ellos está en reposo (sin pulsar), debido a las resistencias "Pull-Up" de 4K7 contenidas en RP5.

Cuando se activa uno de ellos, el circuito se cierra con GND. De esta manera, el terminal correspondiente produce un nivel lógico "0".

Es importante destacar que los pulsos obtenidos por E10 y E11 eliminan al máximo el efecto "rebote " debido a los condensadores C7 y C8.

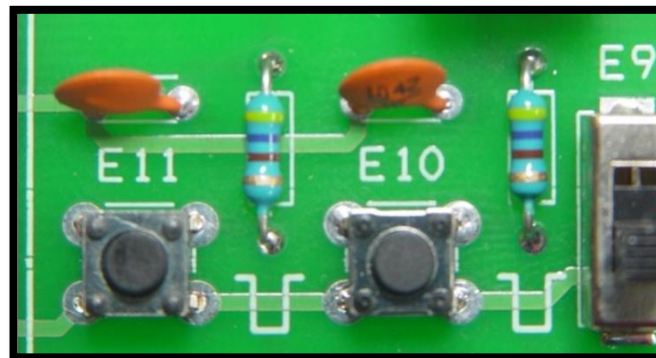


Ilustración 59: Pulsadores

4.5. Entradas Digitales, Los Interruptores

Si observamos la serigrafía del panel, realmente podemos ver que hay diez interruptores, numerados del E9 al E0. conexiones correspondientes a su disposición. dispuestos en tres conectores con cuatro contactos cada uno. El conector central transporta las señales E7-E4, el de la izquierda E11-E8 y el de la derecha E3-E0.

La conexión entre los interruptores y el circuito bajo prueba es posible mediante estos terminales; cualquier interruptor desplazado hacia arriba proporciona un nivel lógico de "1" y cualquier interruptor desplazado hacia abajo proporciona un nivel lógico de "0".

La señal lógica generada cuando cualquiera de los 10 interruptores se mantiene abierto (hacia arriba) es de nivel "1" debido a las correspondientes resistencias Pull-Up. Un interruptor que se mueve hacia abajo cierra el circuito con la línea GND.

El nivel lógico generado es "0". no sujetos a "rebotes", tal como lo estarían los pulsadores.

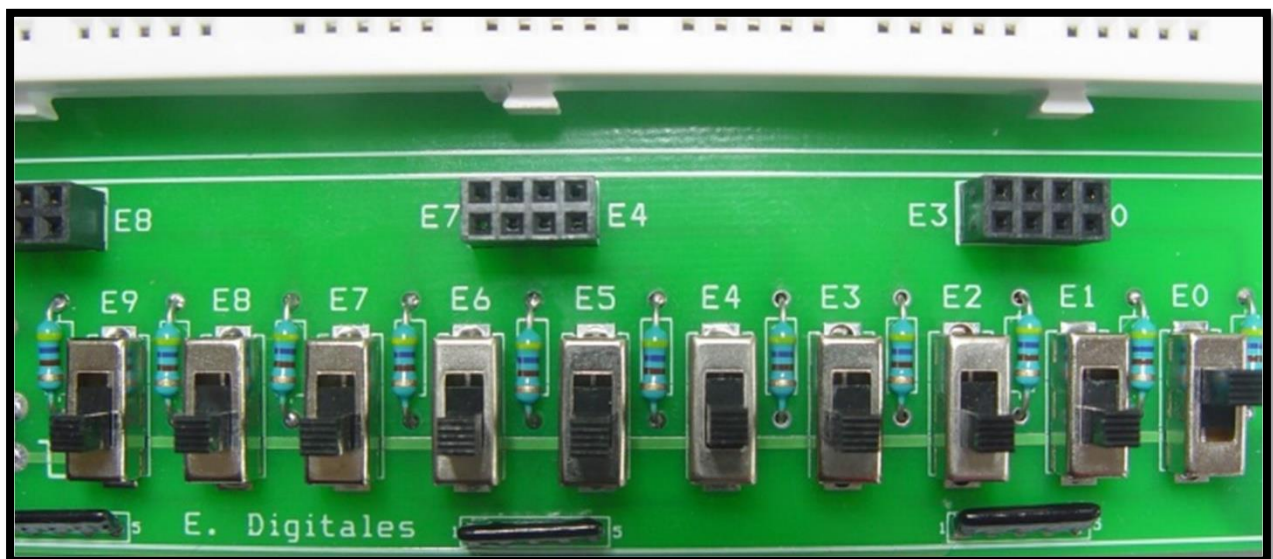


Ilustración 60: Interruptores

4.6. Salidas Digitales, Los Diodos Led

Tienen números que van del S7 al S0 y están equipados con los terminales de conexión correspondientes. dispuestos en dos conectores con cuatro contactos cada uno. El derecho accede a los leds S3 – S0, mientras que el izquierdo accede a los leds S7 – S4. El esquema eléctrico de la ilustración 33 nos da idea del circuito asociado a cada led.

El terminal (Sn) del led deseado se conecta con la señal digital que se desea visualizar desde el circuito bajo prueba. deténgase en la entrada del amplificador del circuito ULN2003A (U7). en fuerza y lo aplica a la mina correspondiente. los ánodos de cada led se encuentran en un único cápsula o pack (RP2) de 220Ω.

El led correspondiente se ilumina cuando se aplica la señal con nivel lógico "1" en uno de los terminales (Sn). Se apagará en caso contrario.

Los leds son elementos de salida simples que permite visualizar un determinado estado lógico. Bien es cierto que en la realidad se puede pensar en periféricos más complejos como son motores, relés, electroválvulas, etc.



Ilustración 61: Diodos Led

4.7. Salidas Digitales, El Zumbador

La señal lógica se aplica al terminal de conexión correspondiente. está en el nivel "1", el absorbente se activa a través de la resistencia de absorción R16 su inclusión.



Ilustración 62: Zumbador

4.8. Salidas Digitales, Los Displays

Es un grupo de tres visualizadores, cada uno con siete segmentos y el punto decimal.

El tipo de periférico es esencial para cualquier aplicación digital. Además de representar ciertos símbolos y signos, gobernándolos adecuadamente pueden representar todo tipo de información numérica.

El número y tipo de aplicaciones y experimentos se han incrementado significativamente debido a ellos, lo que enriquece las posibilidades del entrenador en su conjunto.

Defecto, los monitores que están montados en el entrenador son de tipo ánodo compartido; siempre y cuando las patillas de estos sean compatibles, pueden ser sustituidos por modelos de

cátodo compartido, de acuerdo con el esquema, que se trata del modelo TOT-5361BG que integra tres displays en un mismo módulo.

Tres pantallas están conectadas internamente en paralelo. Esto significa que los diferentes segmentos de cada pantalla están conectados con uno. De esta manera, el terminal de conexión asociado al segmento AN accede a los tres displays, el segmento b a los segmentos b, el segmento c a los segmentos c, etc.

El tipo de configuración es probablemente el más común. Se trata de una reducción importante de los costes de conexión porque los ocho segmentos de las pantallas existentes no están conectados.

Los terminales marcados 1, 2 y 3 del conector J15 se conectan a los nodos correspondientes. Es posible pensar en ello como el hilo conductor que conecta todos los segmentos de la pantalla.

Si uno de estos tres terminales está en el nivel superior ("1"), se encenderá el display correspondiente. La iluminación posterior de cada segmento individual estará determinada por los niveles lógicos aplicados por los terminales correspondientes a los segmentos a, b, c, d, e, f, g y dp del conector J13-J14. Los segmentos con displays de ánodo común necesitan un nivel lógico de "0" para ser iluminados. Los segmentos requieren un nivel lógico de "1" si se trata de displays de cátodo común.

Los terminales marcados 1, 2 y 3 del conector J15 se conectan a los nodos correspondientes. Es posible pensar en ello como el hilo conductor que conecta todos los segmentos de la pantalla. Si uno de estos tres terminales está en el nivel superior ("1"), se encenderá el display correspondiente. La iluminación posterior de cada segmento individual estará determinada por los niveles lógicos aplicados por los terminales correspondientes a los segmentos a, b, c, d, e, f, g y dp del conector J13-J14. Los segmentos con displays de ánodo común necesitan un nivel lógico de "0" para ser iluminados. Los segmentos requieren un nivel lógico de "1" si se trata de displays de cátodo común.

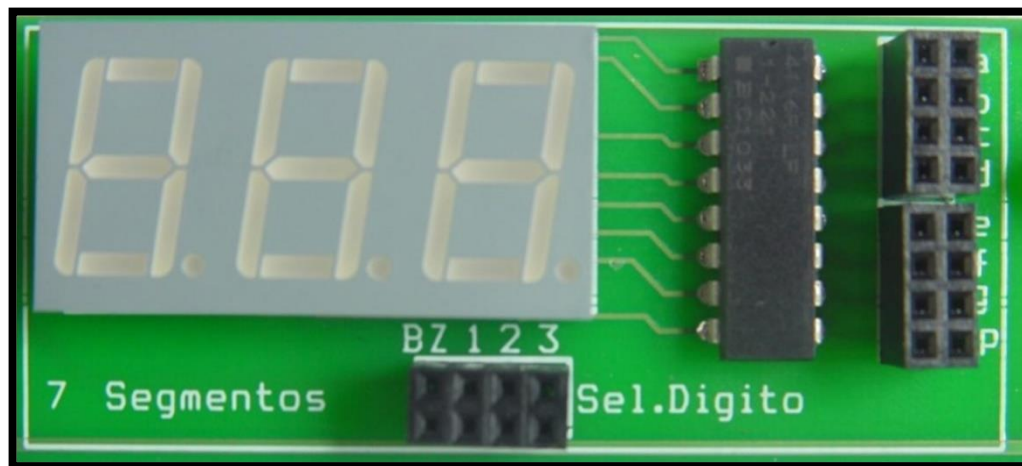


Ilustración 63: Display

CONCLUSIONES

- El desarrollo de un laboratorio que facilite la implementación de circuitos con microcontroladores aporta grandes ventajas y oportunidades para los estudiantes de ingeniería marítima, ya que satisface plenamente la demanda de comprensión y manejo de la electrónica de potencia, lo que les permite aplicar esos saberes en proyectos científicos, profesionales e investigativos para el bienestar social.
- Se analizaron las características del Arduino y se comprobó su adecuación para incorporarse de forma eficiente al ambiente de laboratorio. Esto implica mejora en sus prestaciones, restricciones y usos posibles dentro del marco de tu investigación.
- Se diseño y definió la distribución del espacio, los dispositivos y los ajustes requeridos para el funcionamiento del entrenador.
- Se demostró de manera práctica el funcionamiento del entrenador o hardware, destacando su interacción con Arduino o. Se manejo las correspondientes pruebas y demostraciones que muestran cómo los sensores se integran y operan con éxito junto al Arduino como puente entre el Hardware y el Software.

RECOMENDACIONES

- Asegurar la regularidad en la actualización de los progresos en tecnologías avanzadas de electrónica y automatización en equipos de vanguardia dirigidos a los estudiantes de ingeniería marítima, con el objetivo de facilitar el desarrollo integral de sus competencias y conocimientos.
- Garantizar la presencia de docentes debidamente entrenados en el campo de la electrónica y microcomponentes, con el fin de asegurar una utilización adecuada de los recursos del laboratorio y del manual de prácticas. Esto contribuye a optimizar el aprendizaje práctico de los estudiantes y maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles en el entorno educativo.
- Detectar exhaustivamente las distintas necesidades de aprendizaje de los estudiantes para mantener clases que fomenten la intuición y eviten la generación de desinterés entre los alumnos. Esto implica identificar y abordar de manera completa todas las áreas de necesidad para promover un ambiente educativo estimulante y receptivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adell, J. (2020). *Redes y educación. Nuevas tecnologías.*
- Anderson, R., & Cervo, D. (2021). *Pro Arduino.* . Apress.
- Arellano, J. (2023). *Estudio del desempeño de la transmisión de datos en una red 100.*
- Arias, C. (2020). *Diseño y construcción de un robot seguidor de línea evasor de obstáculos empleando Arduino Nano.*
- Artero, O. (2018). *Curso práctico de formación.* . RC libros.
- Artero, Ó. T. (2013). *ARDUINO.* Mexico: México. Printed in Mexico.
- Artero, O. T. (2013). *Arduino: Curso práctico de formación.* Madrid : Alfaomega.
- Artero, O. T. (2020). *Arduino: Curso práctico de formación.* Madrid: Alfaomega.
- Avargues, M. (2021). *Análisis de requerimientos y diseño de un controlador de memoria principal no volátil.*
- Badamasi, Y. (2020). *The working principle of an Arduino.* .
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting started with Arduino.* . Maker Media, Inc..
- Bardia, R. (2020). *Circuitos y dispositivos electrónicos.*
- Barzola, J. (2019). *Prototipo de una placa entrenadora de electrónica básica usando Arduino .*
- Báscones, P., & Cervera, L. (2020). *Electrónica.*
- Becerra, J. (2021). *Análisis de circuitos eléctricos: estado estable.*
- Bhmer, M. (2019). *Beginning Android ADK with Arduino.* . Apress.
- Blum, J. (2019). *Exploring Arduino: tools and techniques for engineering wizardry.* John Wiley & Sons.
- Blum, R. (2020). *Arduino Programming in 24 Hours, Sams Teach Yourself.* Sams Publishing.
- Boxall, J. (2021). *Arduino workshop: A Hands-On introduction with 65 projects.* . No starch press.

- Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2019). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*.
- Carvajal, G., & Parrales, A. (2020). *Prototipo de funcionamiento de sensor infrarrojo de seguridad en una dobladora*.
- Casas, G. (2019). *Propuesta de modalidad semipresencial para los cursos del ciclo superior de la carrera "Ingeniería en Automatización y Control Industrial" de la UNQ*.
- Castañeda, L. (2020). *Diseño y construcción de un prototipo de comunicación de correo electrónico a través de la línea eléctrica mediante el protocolo*.
- Choi, Y., & Suh, J. (2021). *Applications of the open-source hardware Arduino platform in the mining industry: A review*.
- Descubriendo Arduino*. (2013). Buenos Aires: leder.
- Elguezabal, R. (2019). *La economía de la cultura*.
- Elia, M., & Sampaio, F. (2018). *Formação de professores em robótica educacional com Hardware Livre Arduino no contexto Um Computador por Aluno*.
- Elvis, G. (2019). *Reconfiguración de topología para red de sensores inalámbricos aplicada a una Microrred en modo "Isla"*.
- Evans, B. (2019). *Beginning arduino programming*. Apress.
- Ferdoush, S., & Li, X. (2023). *Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for environmental monitoring applications*.
- Floyd, T. (2019). *Fundamentos de sistemas digitales*.
- Franco, J. (2022). *Estudio Comparativo para el Uso de Conexiones de Radio Enlace y Fibra Óptica*.
- Galadima, A. (2019). Arduino as a learning tool. *Computer and Computation (ICECCO)*, pp. 1-4.

- Galindo, J. (2019). *Implementación de un sistema de adquisición de datos con la interfaz de Arduino Mega para el estudio de fenómenos físicos.*
- Garcia, A. (2019). *Guía de Usuario de Arduino.* Mexico: Universidad de Córdoba.
- Gibbard, P. (2019). Giovanni Arduino-the man who invented the Quaternary. *Quaternary International*, 500, 11-19.
- Giraldo, C. (2019). *Sistema Robótico para el Mejoramiento del Material Didáctico Disponible en el Laboratorio de Electrónica .*
- Goilav, N., & Geoffrey, L. (2019). *Arduino: Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes.*
- Gómez, C. (2021). *ARDUINO.* Mexico: México. Printed in Mexico.
- González, L., & López, G. (2020). *Principios de circuitos eléctricos. .* Pearson Educación.
- Guimaraes, J. (2023). *SEQUÊNCIA DIDÁTICA 03: MONTAGEM DE UM CIRCUITO FONTE-RESISTOR-LED (FRL): RECONHECENDO O COMPORTAMENTO DOS RESISTORES ÔHMICOS. .*
- Gutiérrez, D. (2021). *Propuesta de clases prácticas con arduino de ensayos no destructivos para su impartición a distancia.*
- Hart, D., & Bautista, A. (2020). *Electrónica de potencia.*
- Hernández, L. (2020). *Propuesta de desarrollo de un prototipo didáctico para la carrera de ingeniería en comunicaciones y electrónica .*
- Herrador, R. E. (2020). *Guía de Usuario de Arduino.* Mexico: Universidad de Córdoba.
- Hinestroza, M., & Kure, S. (2019). *Fundamentos básicos de instrumentación y control.*
- Hinestroza, M., & Kure, S. (2020). *Fundamentos básicos de instrumentación y control.*

- Inquiltupa, M. (2020). *Análisis y simulación de circuitos con parámetros variables utilizando software basado en Spice.*
- Ipiales, O. (2019). *Sistema de telemetría de la producción de leche y control del ordeño mecánico del ganado bovino, basado en plataformas de hardware y software libre.,*
- León, E. (2020). *Medición Indirecta De Corriente Eléctrica Mediante Inteligencia Artificial .*
- Makezine. (2019). *Arduino TRE.* Obtenido de <https://makezine.com/article/technology/arduino/talking-to-jason-kridner-about-the-new-arduino-tre/>
- Mano, M. (2021). *Lógica digital y diseño de computadores.*
- Marín, J. (2020). *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad 2.*
- Massimo Banzi, M. S. (2014). *Introduccion a Arduino .* Mexico: Anaya.
- Mendoza, M., & Torres, B. (2023). *Comportamiento Cinemático del Secado de Madera en Horno Solar del Programa Institucional.*
- Meseguer, M. (2021). *Creació d'alarma amb Arduino.*
- Millahual, C. (2020). *Descubriendo Arduino.* RedUsers.
- Millahual, C. (2020). *Descubriendo Arduino.* RedUsers.
- Muñoz, E. (2020). *Fundamentos de investigación.*
- Nandhini, A., & Priya, C. (2019). A Review: Comparative Analysis of Arduino Micro Controllers in Robotic Car. . *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, 9(2), 371-380.
- Noble, J., & Hochenbaum, J. (2019). *Arduino em ação.*
- Novillo, J. (2018). *Arduino y el Internet de las cosas.* España: Area de Innovacion y Desarrollo,S.L.

- Oliver, E. (2021). *PROTOTIPO DIDÁCTICO DE PLANO INCLINADO CON CARACTERÍSTICAS IOT*.
- Oxer, J., & Blemings, H. (2021). *Practical Arduino: cool projects for open source hardware*.
- Pan, T., & Zhu, Y. (2018). *Designing Embedded Systems with Arduino*. Springer., pp. 3-16.
- Pedrerá, A. (2019). *Arduino para Principiantes: 2ª Edición*.
- Peña, C. (2020). *Introducción a Arduino (Vol. 88)*. RedUsers.
- Peñaloza, M., & Manzano, J. (2021). *SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO Automated irrigation system*.
- Porras, F., & Zapata, A. (2019). *Principios basicos de Electronica`Aprendamos electronica`*.
- Rafiqzaman, M. (2021). *Microprocessors and microcomputer-based system design*. CRC press.
- Raghunathan, K. (2021). History of microcontrollers: First 50 years. . *IEEE Micro*, 41(6), 97-104.
- Ródenas, P. (2020). *Desarrollo de un entorno para la monitorización remota de prácticas de laboratorio para sensores de temperatura*.
- Rojas, J., & García, Á. (2023). *Implementando las metodologías steam y abp en la enseñanza de la física mediante Arduino*.
- Rojviriyá, C., & Vittayakorn, N. (2020). *Multifunctional nanomaterials modification of cellulose paper for efficient triboelectric nanogenerators*. .
- Ruíz, R., & Rivera, D. (2019). *Monitoreo de Caudales en Canales usando redes de sensores inalámbricas*.
- Salazar, J. (2023). *Construcción de un sistema de medición de propiedades eléctricas en materiales Óhmicos, utilizando plataformas de bajo costo, Software y Hardware libre (Arduino) como herramientas de apoyo a los cursos básicos de ingeniería en UNICATÓLICA*.

- Sánchez, E. L. (2012). *Diseño de un sistema de control domótico*. Valencia.
- Santos, M. (2023). *obtenção e testes de protótipo para uso em termistores*.
- Sausen, P. (2020). *Gerenciamento integrado de energia e controle de topologia em redes de sensores sem fio*.
- Souza, L. (2023). *ESFERA EM UM PLANO INCLINADO*.
- Tecmikro. (2020). *Arduino UNO*. Obtenido de <https://tecmikro.com/content/17-arduino-uno-r3-caracteristicas>
- Tocci, R., & Widmer, N. (2019). *Sistemas digitales: principios y aplicaciones*. .
- Torrente, O. (2020). *Arduino: curso práctico de formación*. .
- Triawan, Y., & Sardi, J. (2020). *Perancangan Sistem Otomatisasi Pada Aquascape Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano*.
- Triviño, D. (2020). *Análisis y diseño de un laboratorio educativo portátil orientado a ingeniería que permita la integración de módulos electrónicos para el desarrollo de aprendizaje estudiantil*. .
- Vega, G. (2020). *Transistores BJT. Amplificación de señales pequeñas y los Fototransistores*.
- Vega, J., & Morales, F. (2020). *Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino*. .
- Velasquez, B. (2020). *Arduino: Curso práctico de formación*. Madrid: Alfaomega.
- Villanueva, J. (2020). *Fundamentos de teoría de circuitos para electrónica*.
- Villegas, I. (2019). *CPU*.
- Vivanco, W., & Coronel, D. (2020). *Estudio y diseño de factibilidad para la implementación de un laboratorio de procesamiento de señales y simulación*. .

Yunus, M., & Siregar, V. (2022). *A Prototype of Garbage Picker Ship Robot Using Arduino Nano Microcontroller.*

Zozaya, A. (2019). *Deducción de la Teoría de Circuitos a partir de la Teoría Electromagnética.*

ANEXOS

Programación del generador de funciones

```
#include<SPI.h>
#include<LiquidCrystal.h>
const int rs = 9, en = 8, d4 = 7, d5 = 6, d6 = 5, d7 = 4;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

//DATA PIN:11, CLOCK PIN:13, FSYNC PIN:4
#define FSYNC 4

#define WAVE_SINE    0x2000
#define WAVE_SQUARE  0x2028
#define WAVE_TRIANGLE 0x2002

#define b_UP    A4
#define b_DOWN  A2
#define b_MULTI A1
#define b_FUNC  A3

long int counter = 50;
long int counter_ant = 0;
long int function = 0;
long int function_ant = 0;
int multi = 0;
int func = 0;
int func_ant = 0;

void AD9833setup(){
  pinMode(FSYNC, OUTPUT);
  digitalWrite(FSYNC, HIGH);
  SPI.begin();
  delay(50);
  AD9833reset();
}

void AD9833reset(){
  WriteRegister(0x100);

  delay(10);
}

void AD9833setFrequency(long frequency, int Waveform){
```



```

long FreqWord = (frequency * pow(2, 28)) / 25.0E6;
int MSB = (int)((FreqWord & 0xFFFC000) >> 14);
int LSB = (int)(FreqWord & 0x3FFF);
LSB |= 0x4000;
MSB |= 0x4000;
WriteRegister(0x2100);
WriteRegister(LSB);
WriteRegister(MSB);
WriteRegister(0xC000);
WriteRegister(Waveform);
}

void WriteRegister(int dat){
    SPI.setDataMode(SPI_MODE2);
    digitalWrite(FSYNC, LOW);
    delayMicroseconds(10);
    SPI.transfer(dat>>8);
    SPI.transfer(dat&0xFF);
    digitalWrite(FSYNC, HIGH);
    SPI.setDataMode(SPI_MODE0);
}

void setup(){
    Serial.begin(9600);
    AD9833setup();
    pinMode(b_UP, INPUT_PULLUP);
    pinMode(b_DOWN, INPUT_PULLUP);
    pinMode(b_MULTI, INPUT_PULLUP);
    pinMode(b_FUNC, INPUT_PULLUP);
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.clear();
}

void actualiza_func(){
    if(!digitalRead(b_FUNC)){
        delay(50);
        if(!digitalRead(b_FUNC)){
            if(func_ant == 0)
                func = 1;
            if(func_ant == 1)
                func = 2;
            if(func_ant == 2)
                func = 0;
            func_ant = func;
        }
    }
}

```

```

if(func == 0){
    lcd.setCursor(6, 1);
    lcd.print(" SENOIDAL");
    function = WAVE_SINE;
}
if(func == 1){
    lcd.setCursor(6, 1);
    lcd.print("TRIANGULAR");
    function = WAVE_TRIANGLE;
}
if(func == 2){
    lcd.setCursor(6, 1);
    lcd.print(" CUADRADA");
    function = WAVE_SQUARE;
}
if(counter_ant != counter || function_ant != function){
    AD9833setFrequency(counter, function);
}
counter_ant = counter;
function_ant = function;
}

void limpiaDigitos(){
    if(counter < 100){
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print("  ");
    }else{
        if(counter < 1000){
            lcd.setCursor(3, 0);
            lcd.print("   ");
        }else{
            if(counter < 10000){
                lcd.setCursor(4, 0);
                lcd.print("    ");
            }else{
                if(counter < 100000){
                    lcd.setCursor(5, 0);
                    lcd.print("     ");
                }else{
                    if(counter < 1000000){
                        lcd.setCursor(6, 0);
                        lcd.print("      ");
                    }else{
                        if(counter < 10000000){
                            lcd.setCursor(7, 0);
                            lcd.print("       ");
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    }
    }
    }
}

void loop(){
  switch(multi){
  case 0:
    if(!digitalRead(b_MULTI)){
      delay(50);
      if(!digitalRead(b_MULTI)){
        multi = 1;
      }
    }
    if(!digitalRead(b_UP)){
      delay(50);
      if(!digitalRead(b_UP)){
        counter++;
      }
    }
    if(!digitalRead(b_DOWN)){
      delay(50);
      if(!digitalRead(b_DOWN)){
        if(counter>0)
          counter--;
      }
    }
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("10^0");
    lcd.setCursor(14, 0);
    lcd.print("Hz");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(counter);
    limpiaDigitos();
    actualiza_func();
    break;
  case 1:
    if(!digitalRead(b_MULTI)){
      delay(50);
      if(!digitalRead(b_MULTI)){
        multi = 2;
      }
    }
  }
}

```

```

if(!digitalRead(b_UP)){
  delay(50);
  if(!digitalRead(b_UP)){
    counter = counter + 1000;
  }
}
if(!digitalRead(b_DOWN)){
  delay(50);
  if(!digitalRead(b_DOWN)){
    if(counter>1000)
      counter = counter - 1000;
  }
}
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("10^3");
lcd.setCursor(14, 0);
lcd.print("Hz");
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(counter);
limpiaDigitos();
actualiza_func();
break;
case 2:
if(!digitalRead(b_MULTI)){
  delay(50);
  if(!digitalRead(b_MULTI)){
    multi = 0;
  }
}
if(!digitalRead(b_UP)){
  delay(50);
  if(!digitalRead(b_UP)){
    if(counter<12500000)
      counter = counter + 1000000;
  }
}
if(!digitalRead(b_DOWN)){
  delay(50);
  if(!digitalRead(b_DOWN)){
    if(counter>1000000)
      counter = counter - 1000000;
  }
}
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("10^6");
lcd.setCursor(14, 0);

```

```
lcd.print("Hz");  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print(counter);  
limpiaDigitos();  
actualiza_func();  
break;  
}  
}
```

