



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**TEMA
ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULO MEDIDOR DE
VOLTAJE Y CORRIENTE QUE SE INTEGRE AL
DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO
PORTÁTIL DE ELECTRÓNICA PARA INGENIERÍA**

**AUTOR
GARCÍA HURTADO JOEL ALEJANDRO**

**DIRECTORA DEL TRABAJO
ING. SIST. GARCÍA TORRES INGRID ANGELICA, MG.**

GUAYAQUIL, JULIO 2020



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:			
Análisis y diseño de modulo medidor de voltaje y corriente que se integre al desarrollo de un laboratorio educativo portátil de electrónica para ingeniería			
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):		García Hurtado Joel Alejandro	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):		Ing. Plinio Andrade / Ing. García Torres Ingrid Angélica.	
INSTITUCIÓN:		Universidad de Guayaquil	
UNIDAD/FACULTAD:		Facultad Ingeniería Industrial	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:		Ingeniería en Teleinformática	
FECHA DE PUBLICACIÓN:		No. DE PÁGINAS:	
		21 de octubre del 2020	109
ÁREAS TEMÁTICAS:		Tecnología Electrónica	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:		Electrónica, modulo, laboratorio, análisis, voltímetro, amperímetro, estudio, experimentar	
<p>RESUMEN/ABSTRACT (100-150 palabras):</p> <p>En el presente trabajo se desarrollará el tema propuesto el cual es análisis y diseño de un módulo medidor de voltaje y corriente que se integre a un laboratorio educativo portátil el cual tenga componentes accesibles para los estudiantes y disponibles en el mercado. El trabajo se sustentará en base a la información recopilada, proyectos que demuestren antecedentes de haber desarrollado propuestas similares, definiciones conceptuales citadas en el texto y fundamentación legal que respalde con normas y estatutos la viabilidad del tema propuesto. Al final se expondrá la propuesta donde se describirá el diseño que se elaboró para cumplir con los objetivos del tema y exponer así los resultados obtenidos al evaluar la simulación del diseño anteriormente descrito, presentando así las conclusiones y recomendaciones que se presentaron al realizar el análisis y diseño del módulo medidor de voltaje y corriente.</p> <p>.</p> <p>In the present work, the proposed theme will be developed, which is the analysis and design of a voltage and current measurement module to be integrated into a portable educational laboratory which has components, accessible to students and available in the market. The work will be based on the information gathered, projects that demonstrate a background of having developed similar proposals, conceptual definitions cited in the text and legal grounds that support with norms and statutes the viability of the proposed topic. At the end, the proposal will describe the design that</p>			

was developed to meet the objectives of the topic and thus present the results obtained when evaluating the simulation of the design described above, thus presenting the conclusions and recommendations that were presented when performing the analysis and design of the voltage and current meter module.

ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0993720067	E-mail: Joel.garciah@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre:	
	Teléfono:	
	E-mail:	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **GARCÍA HURTADO JOEL ALEJANDRO**, con C.C. No. **0950632570**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULO MEDIDOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE ELECTRÓNICA PARA INGENIERÍA**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

GARCÍA HURTADO JOEL ALEJANDRO
C.C.No. 0950632570



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado ING. GARCÍA TORRES INGRID ANGELICA, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por GARCIA HURTADO JOEL ALEJANDRO, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULO MEDIDOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE ELECTRÓNICA PARA INGENIERÍA”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 3% de coincidencia.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	TESIS BARZOLA URKUND.docx
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIRCUITOS CORREGIDO.docx
	Tesis Gary Torres.docx
	https://docplayer.es/37270806-Titulo-diseno-e-implementacion-de-un-acelerometro-velocimetro-movil-digital-tit...

ING. GARCÍA TORRES INGRID ANGELICA, MG
DOCENTE TUTOR
CC: 1308497682
FECHA: 1/10/2020



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 30 de septiembre del 2020.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULO MEDIDOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE ELECTRÓNICA PARA INGENIERÍA”** del estudiante **GARCÍA HURTADO JOEL ALEJANDRO**, indicando que ha (cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Ing. Ingrid García Torres, MG.

C.C. 1308497682

FECHA: 30 de septiembre del 2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 15 de Octubre de 2020.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Telemática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULO MEDIDOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE ELECTRÓNICA PARA INGENIERÍA”** del estudiante **GARCÍA HURTADO JOEL ALEJANDRO**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 24 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

ING. PLINIO ANDRADE GRECO, MBA
 C.C:0907921951

Declaración de Autoría

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

García Hurtado Joel Alejandro

CC: 0950632570

Dedicatoria

A Dios por ayudarme en tantas situaciones y momentos en los que no podía avanzar,
por estar a mi lado a pesar de todo y por ofrecerme paz mental cuando no podía
concentrarme y dedicarme en mis estudios.

A mi madre, tía y hermana por brindarme el apoyo que necesito para seguir con mis
estudios y por acompañarme en cada etapa de mi vida de forma incondicional.

García Hurtado Joel Alejandro

Agradecimiento

A Dios por darme el apoyo y coraje suficiente para poder avanzar a través de los años en la universidad, así como también en el momento de realizar la tesis, le doy las gracias por dejarme llegar tan lejos y por darme el respaldo suficiente para levantarme después de tantas caídas.

A mi familia Mónica del Pilar Hurtado Monserrate, Melissa Alejandra García Hurtado y Anita del Roció Pérez Monserrate quienes son figuras con las que siempre puedo contar gracias a su apoyo, mensajes, guía, consejos y esperanzas que me han dado en el transcurso de mi vida.

García Hurtado Joel Alejandro

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Ubicación del problema en contexto	3
1.2	Situación Conflicto. Nudos Críticos	4
1.3	Causas y consecuencias del Problema	5
1.4	Delimitación del problema	5
1.5	Formulación del problema	5
1.6	Evaluación del problema	6
1.7	Justificación e importancia	7
1.8	Objetivos de la investigación	8
1.8.1	Objetivo general	8
1.8.2	Objetivos específicos	8
1.9	Hipótesis	8
1.10	Alcance	8

Capítulo II Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes del estudio	10
2.2.	Pregunta científica a contestarse	12
2.3.	Definiciones conceptuales	12
2.3.1.	Corriente eléctrica	12
2.3.1.1.	Tipos de corriente eléctrica	12
2.3.2.	Circuito Eléctrico	13
2.3.2.1.	Tipos de circuitos eléctricos	14
2.3.2.2.	Circuitos eléctricos y Circuitos electrónicos	15

N°	Descripción	Pág.
2.3.2.3.	Esquemas de circuitos eléctricos	16
2.3.3.	Diferencia de potencial	17
2.3.4.	Resistencia	17
2.3.4.1.	Variables	18
2.3.4.2.	Lineales Fijas	19
2.3.4.3.	Variables no lineales	20
2.3.5.	Ley de OHM	20
2.3.5.1.	Conceptos Fundamentales de la ley de Ohm	21
2.3.6.	Voltímetro	23
2.3.6.1.	Voltímetro analógico	24
2.3.6.2.	Voltímetro digital	25
2.3.7.	Amperímetros	26
2.3.7.1.	Amperímetro analógico	27
2.3.7.2.	Amperímetro digital	28
2.3.7.3.	Pinzas amperimétricas	28
2.3.8.	Multímetro	29
2.3.8.1.	Multímetro Analógico	30
2.3.8.2.	Multímetro digital	31
2.3.8.3.	Diferencias entre multímetro analógico y digital	33
2.3.9.	Microcontroladores	34
2.3.9.1.	Microprocesador	35
2.3.9.2.	Periféricos	36
2.3.9.3.	Memoria	37
2.3.9.4.	Diferencia entre microcontrolador y microprocesador	37
2.3.9.5.	Arquitectura del microcontrolador	38
2.3.9.6.	Programación de un microcontrolador	38
2.3.9.7.	Aplicaciones de los microcontroladores	40
2.3.10.	Cálculos eléctricos de voltaje, corriente, potencia y resistencia eléctrica	40
2.4.	Fundamentación legal	41

Capítulo III

Metodología y Propuesta

N°	Descripción	Pág.
3.1.	Estructura de la investigación	45
3.2.	Enfoque de la investigación	45
3.2.1.	Enfoque cuantitativo	46
3.2.2.	Enfoque cualitativo	46
3.3.	Métodos de Investigación	47
3.3.1.	Método lógico-deductivo	47
3.3.2.	Método directo-deductivo	47
3.3.3.	Método indirecto-deductivo	48
3.3.4.	Método hipotético-deductivo	48
3.3.5.	Método lógico inductivo	48
3.4	Tipos de investigación	48
3.4.1.	Por los objetivos:	48
3.4.2.	Por el alcance	48
3.4.3.	Por la naturaleza	48
3.4.4.	Por el lugar	49
3.5	Análisis de factibilidad	49
3.6	Población y muestra	49
3.6.1.	Encuesta	52
3.6.2.	Resultados de la encuesta	52
3.6.3.	Análisis de la encuesta online	59
3.7.	Propuesta	60
3.8.	Diseño de la propuesta	64
3.8.1.	Requerimientos para análisis y diseño del modulo	64
3.8.2.	Diseño de módulo de medición de voltaje y corriente	64
3.9.	Especificaciones técnicas de los componentes de medición de voltaje y corriente	67
3.9.1.	Motor de CC	67
3.9.2	Potenciómetro	68
3.9.3	Microcontrolador PIC 16F876	69
3.9.4.	Oscilador de cristal	71

N°	Descripción	Pág.
3.9.5.	Divisor de tensión	72
3.9.6.	Resultados de los datos registrados por el modulo	76
3.9.10.	Costos de fabricación	77
3.11.	Conclusiones	78
3.12.	Recomendaciones	78
	Anexos	80
	Bibliografía	89

Índice de tablas

N°	Descripción	Pág.
1.	Diferencia entre corriente continua y corriente alterna	12
2.	Diferencia entre Circuitos eléctricos y circuitos electrónicos	14
3.	Símbolos y componentes de circuitos eléctricos.	15
4.	Diferencias entre Multímetros analógicos y digitales	32
5.	Expresiones y valores asignados para las formulas	41
6.	Población académica	50
7.	Datos para formula de la muestra	51
8.	Nivel de confianza	51
9.	Rangos de edad	52
10.	Grado semestral	53
11.	Conocimiento sobre laboratorio educativo portátil	54
12.	Experiencia con laboratorios educativos portátiles	55
13.	Importancia del laboratorio educativo portátil	56
14.	Frecuencia de prácticas de laboratorio	56
15.	Conocimientos sobre módulos de medición de voltaje y corriente	57
16.	Relevancia de los módulos de medición de voltaje y amperaje	57
17.	Necesidad de módulos de medición de voltaje y amperaje	58
18.	Valor del proyecto	59
19.	Valores de corriente con respecto al potenciómetro	68
20.	Pines de conexión	70
21.	Rangos de testeo	71
22.	Valores de mercado de los componentes Electrónicos	77
23.	Guía de selección	73

Índice de figuras

N°	Descripción	Pág.
1.	Corriente eléctrica	12
2.	Esquema de circuito eléctrico	17
3.	Diferencia de potencial	17
4.	Resistencias variables	18
5.	Trimmers	18
6.	Potenciómetro	19
7.	Reóstato	19
8.	Tabla de valores de las resistencias	20
9.	Resistencias no lineales	20
10.	Ley de OHM	21
11.	Tabla de aislantes eléctricos	22
12.	Voltímetro	23
13.	Voltímetro analógico	25
14.	Voltímetro digital	25
15.	Amperímetro	26
16.	Amperímetro Analógico	27
17.	Amperímetro digital	28
18.	Pinza amperimétrica	29
19.	Multímetro analógico y digital	30
20.	Multímetro Analógico	30
21.	Multímetro Digital	32
22.	Microcontroladores	34
23.	Familias de microcontroladores	36
24.	Microprocesadores	36
25.	Esquema del microprocesador	37
26.	Programación de microcontrolador	38
27.	Constantes compatibles con PIC C	39
28.	Tipos de datos compatibles con PIC	39
29.	Operadores y expresiones	40
30.	Divisor de voltaje con potenciómetro	43
31.	Valores de potenciómetro	43

N°	Descripción	Pág.
32.	Grafica cuantitativa del rango de edad	53
33.	Grafica cuantitativa de grado semestral	54
34.	Conocimiento sobre laboratorio educativo portátil	55
35.	Grafica de experiencia con laboratorios educativos portátiles	55
36.	Grafica cuantitativa de grado semestral	56
37.	Grafica de frecuencia de prácticas de laboratorio	57
38.	Grafica sobre conocimientos en módulos de medición de voltaje y corriente	57
39.	Grafica de la relevancia de los módulos de medición de voltaje y corriente	58
40.	Grafica necesidad de módulos de medición de voltaje y amperaje.	58
41.	Grafica de valor del proyecto	59
42.	Diagrama de bloques de multímetro digita	60
43.	Diagrama de bloques de multímetro digital,	65
44.	Diseño de módulo de medición de Voltaje y corriente	66
45.	Motor de CC	67
46.	Trabajo de motores CC	67
47.	Resistencia de 50% a 5v	68
48.	Resistencia de 50% a 12v.	68
49.	PIC16F876	69
50.	Oscilador de crista	71
51.	Divisor de voltaje	72
52.	Esquema de divisor de voltaje para entrada analógica	73
53.	Voltaje y corriente con 20V	76
54.	Voltaje y corriente con 12V	76
55.	Voltaje y corriente con 9V	77
56.	Voltaje y corriente con 30V	77



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



‘ANÁLISIS Y DISEÑO DE MODULO MEDIDOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE ELECTRÓNICA PARA INGENIERÍA’

Autor: García Hurtado Joel Alejandro

Tutor: García Torres Ingrid Angélica

Resumen

En el presente trabajo se desarrollará el tema propuesto el cual es análisis y diseño de un módulo medidor de voltaje y corriente que se integre a un laboratorio educativo portátil el cual tenga componentes accesibles para los estudiantes y disponibles en el mercado. El trabajo se sustentará en base a la información recopilada, proyectos que demuestren antecedentes de haber desarrollado propuestas similares, definiciones conceptuales citadas en el texto y fundamentación legal que respalde con normas y estatutos la viabilidad del tema propuesto. Al final se expondrá la propuesta donde se describirá el diseño que se elaboró para cumplir con los objetivos del tema y exponer así los resultados obtenidos al evaluar la simulación del diseño anteriormente descrito, presentando así las conclusiones y recomendaciones que se presentaron al realizar el análisis y diseño del módulo medidor de voltaje y corriente.

Palabras claves: Electrónica, Modulo, Laboratorio, Análisis, Voltímetro, Amperímetro, Estudio, Experimentar.



ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



‘ANALYSIS AND DESIGN OF VOLTAGE AND CURRENT METER MODULE THAT INTEGRATES INTO THE DEVELOPMENT OF A PORTABLE ELECTRONICS EDUCATIONAL LABORATORY FOR ENGINEERING’

Author: García Hurtado Joel Alejandro

Advisor: García Torres Ingrid Angélica

Abstract

In the present work, the proposed theme will be developed, which is the analysis and design of a voltage and current measurement module to be integrated into a portable educational laboratory which has components, accessible to students and available in the market. The work will be based on the information gathered, projects that demonstrate a background of having developed similar proposals, conceptual definitions cited in the text and legal grounds that support with norms and statutes the viability of the proposed topic. At the end, the proposal will describe the design that was developed to meet the objectives of the topic and thus present the results obtained when evaluating the simulation of the design described above, thus presenting the conclusions and recommendations that were presented when performing the analysis and design of the voltage and current meter module.

Keywords: Electronics, Module, Laboratory, Analysis, Voltmeter, Ammeter, Study, Experiment.

Introducción

Las carreras dedicadas a la instrucción de la ingeniería tienen la necesidad de educar a sus estudiantes en base de fundamentos teóricos y el análisis de los mismos, pero para llevar a cabo dicho análisis se deben contar con herramientas y dispositivos que permitan evaluar las teorías y principios revisados en los diferentes sílabos de las materias estudiados en clases.

“Las universidades, a través de sus procesos de formación, necesitan desarrollar currículos abiertos, de perfil amplio, flexibles, donde predominen aprendizajes novedosos e innovativos, con el objetivo de contribuir a la preparación de profesionales actualizados, creativos y portadores, no solo de conocimientos de la especialidad, sino de habilidades y capacidades para tomar decisiones, asumir responsabilidades sociales, elementos que permiten desarrollar un profesional competente, capaz de interactuar y dar respuesta a problemas económicos, medioambientales y de desarrollo científico-tecnológico, enfrentados por la sociedad contemporánea”. (Capote León, Rizo Rabelo, & Bravo López, 2016)

Tal y como se expresa en la cita anterior la instrucción de los ingenieros actualmente no solo debe enfocarse en el análisis de las teorías y principios de los libros sino también en el análisis, evaluación y experimentación de los mismos permitiendo así que los alumnos no solo adquieran conocimientos teóricos sino también experiencia práctica que pueda usar en su vida profesional.

En el capítulo 1 se expone el problema que se plantea resolver ubicando el problema en un contexto, justificando el desarrollo del tema propuesto, evaluando el problema, definiendo causas y consecuencias, desarrollando los objetivos que se necesitan cumplir y fijando el alcance al que se plantea llegar.

En el capítulo 2 se recopilará información que defina los antecedentes del proyecto, argumente con teorías predefinidas las bases de la investigación y presente una justificación legal que respalde constitucionalmente la factibilidad que presenta el desarrollo del tema propuesto, teniendo en cuenta que se debe citar correctamente a los autores de los cuales se obtiene el contenido para cumplir las premisas anteriormente expuestas.

En el capítulo 3 se desarrolla la propuesta del módulo de medición de voltaje y corriente, evaluando la viabilidad y la relevancia en la carrera de Ingeniería en Teleinformática a través de una encuesta, una vez cumplido este objetivo se procede a desarrollar el tema del proyecto con sus respectivos resultados, exponiendo las conclusiones y recomendaciones del mismo.

Capítulo I

El Problema

1.1. Ubicación del problema en contexto

El uso de diferentes aplicaciones y herramientas para la formación de materias relacionadas con la ingeniería permite que los estudiantes se familiaricen mejor con la información que adquieren, de esta manera algunas instituciones de enseñanza en la actualidad optan por adaptarse a estos nuevos sistemas.

“Con la continua evolución de los sistemas de comunicación e Internet, surgen periódicamente herramientas de aprendizaje, que son un nicho de oportunidades tanto para las instituciones de educación, maestros y estudiantes, y en general para todas aquellas personas que desean aprender, indistinto de su condición económica, creencias políticas o religiosas, área geográfica en la que se encuentren y disponibilidad de tiempo para su estudio, entre otros factores, que hace algunos años actuaban como verdaderas barreras para el acceso a la educación”. (Márquez, 2017)

Tal y como se menciona en el texto anterior el desarrollo de diferentes dispositivos, máquinas y herramientas que surgen con el progreso de nuevas tecnologías dedicadas a la enseñanza ofrecen a los establecimientos de educación, así como también a muchos estudiantes la ocasión de adquirir conocimientos sin prejuicios ni estigmas sociales que efectúen algún impedimento al obtener información académica.

Uno de los problemas más relevantes es la adquisición de conocimientos online se presenta al experimentar y manipular físicamente con los componentes y circuitos vistos en las clases que se imparten, tomando en cuenta que las materias de ingeniería tienen la necesidad de practicar con herramientas tangibles es de gran relevancia diseñar un laboratorio portátil para ingeniería con el que tendrán la ayuda necesaria para entender de manera lógica las diversas actividades que se desarrollen en la revisión del silabo académico.

“La enseñanza de la ingeniería reclama necesidades y exigencias para lograr que el proceso de formación responda a las exigencias del contexto, aspecto este que demanda una organización del proceso docente educativo centrado en el estudiante, desarrollado de manera interactiva y colaborativa y que le permita adquirir un aprendizaje para toda la vida”. (Capote León, Rizo Rabelo, & Bravo López, 2016)

En la declaración propuesta anteriormente se formula las necesidades que se presentan al estudiar carreras relacionadas con la ingeniería, así como también el enfoque y el aspecto a

tomar en cuenta al impartir educación que este estrechamente relacionada con la manipulación y análisis de los componentes usados en el progreso de la ingeniería.

Debido al período que se está atravesando alrededor del mundo donde los recursos educativos para el estudio practico son difíciles de conseguir, se debe considerar la implementación de herramientas y dispositivos electrónicos de bajo costo que permitan el estudio independiente de las personas que en base a su carrera deben de trabajar y adquirir experiencia en el campo de la electrónica, así como también de aquellos aficionados a la que deseen experimentar y probar nuevos circuitos.

1.2. Situación Conflicto. Nudos Críticos

“Una preocupación de todos los tiempos la formación de un ingeniero acorde con las necesidades del entorno en que vive y se desenvuelve y la manera en que debe enfrentar la misma”. (Capote León, Rizo Rabelo, & Bravo López, 2016)

Actualmente la carrera de ingeniería en teleinformática cuenta con limitados recursos que permitan el estudio y experimentación de diferentes circuitos vistos en los sílabos expuestos a través de los semestres, presentando así dificultades al momento de realizar pruebas, exposiciones y el uso de dispositivos de medición.

“Las tecnologías son concebidas como mediadoras en las técnicas de enseñanza y aprendizaje y suponen que las capacidades no son algo fijo, sino que también se definen en la interacción entre las capacidades del estudiante y las herramientas que emplea en estos procesos”. (Romero, González, García, & Lozano, 2018)

Debido a que los estudiantes no adquieren experiencia al momento de manipular circuitos y módulos de medición electrónicos demuestran falencias significativas al desarrollar, exponer, diseñar y simular proyectos, por lo tanto, la adquisición de conocimientos con herramientas de medición es un factor importante a tener en cuenta en la elaboración y estudio de los circuitos electrónicos los cuales son usados no solo en los periodos académicos si no también en la vida profesional.

El módulo NI ELVIS con el cual trabaja el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Teleinformática realiza diferentes funciones para el desarrollo de las practicas empleadas en las clases impartidas por los docentes, pero debido al costo que este representa la carrera no puede costearse más de estos dispositivos modulares, lo que limita el uso de los mismos, por consiguiente se presenta la propuesta de analizar un módulos de medición de circuitos electrónicos que se complete a un “laboratorio educativo portátil para ingeniería”.

1.3. Causas y consecuencias del Problema

Causas:

- Carencia de equipos destinados para la experimentación y elaboración de circuitos electrónicos que permitan la prueba de los mismos.
- Falta de lugares adecuados para la evolución de actividades educativas didácticas.
- Ausencia en la instrucción del uso de diferentes módulos de medición.
- Escasez de itinerarios destinados al uso de laboratorios.

Consecuencias:

- Inexperiencia en la creación de circuitos electrónicos.
- Estudios sin fundamento práctico que permitan la observación, interacción y el análisis de los temas impartidos semestralmente.
- Temor al realizar pruebas de medición debido a los conocimientos insuficientes en el uso de los módulos de medición electrónica.
- No se podrán realizar las prácticas de laboratorios.

1.4. Delimitación del Problema

El presente proyecto tendrá como limitación el análisis y diseño de un módulo de medición de voltaje y corriente el cual pueda ser integrado a un laboratorio educativo portátil de ingeniería, que pretende ser propuesto la facultad de Ingeniería Industrial Carrera de Teleinformática.

Campo: Electrónica

Área: Tecnología Electrónica

Aspecto: Análisis y diseño de un módulo de medición de voltaje y corriente.

Tema: Análisis y diseño de modulo medidor de voltaje y amperaje que se integre al desarrollo de un laboratorio educativo portátil de electrónica para ingeniería.

1.5. Formulación del Problema

Tomando en cuenta la información planteada en el punto anterior se plantea la siguiente pregunta ¿Es plausible diseñar un módulo medidor de voltaje y corriente que permita la evaluación de distintos circuitos tal que cubra una de las necesidades atenuantes en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática?

1.6. Evaluación del problema

Delimitado: Análisis y diseño de módulo de medición de voltaje y corriente el cual deberá integrarse al laboratorio educativo portátil de ingeniería el cual pretende presentar una versión de bajos costos del NI ELVIS, logrando así que los estudiantes puedan realizar diversas prácticas y desarrollar diferentes circuitos.

Evidente: Debido a que la carrera de ingeniería en teleinformática/Telemática solo cuenta con un laboratorio donde se pueden realizar prácticas definidas, los estudiantes no pueden explorar el funcionamiento de diferentes circuitos, así como tampoco experimentar con los mismos lo que causa una brecha en los conocimientos que poseen.

Concreto: Se define de forma directa y precisa que la finalidad de este proyecto es la de analizar un módulo de medición de voltaje y corriente donde se especifica el alcance al que se pretende llegar y la finalidad que se cumplirá.

Relevante: El presente proyecto está destinado al análisis de un módulo que permita la comprobación de la tensión y corriente eléctrica de diferentes circuitos facilitando el uso y comprensión de teorías referentes a la electrónica y experimentos que son realizados en los talleres en clases.

Original: Los dispositivos y herramientas medidores de voltajes y corrientes son diversos en el mercado, pero debido a que su funcionamiento es único y no permita la modificación de los mismos cumpliendo así funciones específicas, de esta manera el proyecto que se presenta esta abierto al análisis y permitirá la modificación del mismo prestando así mayores funcionalidades al momento de complementarlos con otros módulos o herramientas de medición de circuitos electrónicos.

Factible: El análisis y diseño que se presentara en este proyecto muestra la factibilidad que se tomara en cuenta en una futura implementación del módulo que realizara la lectura de voltaje y corriente el cual se integrara al laboratorio educativo portátil para ingeniería el cual se planea formar con componentes de bajo costo y con una interfaz amigable con el usuario.

Claro: Analizando la escasez de dispositivos de medición y sitios para el estudio de circuitos electrónicos en la carrera de Ingeniería en teleinformática se formula el claro hecho de generar una solución por lo cual se propone el análisis de un módulo de medición que se integre a un dispositivo que funcione como laboratorio portátil el cual integrara distintos instrumentos de medición.

1.7. Justificación e Importancia

En la actualidad el uso de nuevas tecnologías y herramientas destinadas a la enseñanza en instituciones de aprendizaje es fundamental porque permite que los alumnos no solo pongan en práctica sus conocimientos si no también que evalúen los diferentes métodos que se pueden aplicar para conseguir los resultados a una pregunta.

“Al incorporar las diversas herramientas tecnológicas en el entorno educativo, el quehacer docente debe reevaluarse periódicamente, pues se debe conocer sobre qué plataformas, aplicativos y/o hardware son los más pertinentes al tiempo de llevarse a la práctica académica, de tal manera que garantice la aprehensión del conocimiento. Esto conlleva a establecer la selectividad en el tipo de herramienta(s) a trabajar en el aula o fuera de ella, que garantice y actúe como ente facilitador del maestro respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta tarea debe tomarse con mesura, pues debe revisarse las experiencias previas en otros ambientes de aprendizaje, con el fin de evaluar si vale la pena o no incorporar estas nuevas herramientas en la educación, llámese formal como no formal”. (Márquez, 2017)

Lo expresando en el párrafo anterior propone que debido a la ejecución de nuevas tecnologías en el campo académico se debe de optar por una reformulación en los modelos de enseñanza que se han mantenido hasta el día de hoy considerando la implementación de tecnologías dedicadas a los estudios en los sílabos que son revisados en clases.

Debido a los avances tecnológicos, la existencia de diferentes entrenadores de electrónica proporciona una ayuda significativa en la formación académica, pero a causa de los costos de adquisición que tienen estos productos o en su mayoría muchos de estos dispositivos no se encuentren disponibles en algunos países o mercados, se debería optar por innovar y crear un laboratorio educativo el cual sea portátil con el fin de ayudar en el proceso de aprendizaje a las sociedades universitarias aplicando los conocimientos adquirido.

“En el área de ingeniería, el uso de instrumentos de mediciones eléctricas es común tanto en el ambiente laboral como en las instituciones de educación superior donde se imparten licenciaturas relacionadas con algún área de la electricidad, electrónica o computación. Un elemento vital para su desarrollo de actividades académicas o de diseño e implementación de proyectos eléctricos y electrónicos, uno de los elementos de vital importancia es el multímetro. Por ejemplo, en las prácticas de laboratorio el multímetro permite corroborar el funcionamiento de los circuitos eléctricos con base en el comportamiento de las variables de voltaje o corriente”. (Castillo & Omaña, 2017)

Aquellos interesados en una carrera de ingeniería deberían contar justamente con herramientas y materiales que puedan usarse para la obtención de experiencia práctica y el entendimiento de las bases con las cuales trabajan diferentes tipos de dispositivos ya sean electrónicos, digitales, analógicos, mecánicos, etc., tomando en cuenta esta idea, se puede mencionar la necesidad de implementar un dispositivo que permita medir y examinar diferentes tipos de circuitos para su posterior análisis matemático.

La intención del proyecto es la de fomentar la interactividad de los alumnos con los elementos que son vistos en clases, que por medio de herramientas puedan investigar, colaborar y elaborar sus propias teorías, fomentar a que se tomen iniciativas al momento de elaborar instrumentos que faciliten la comprensión de los temas vistos semestralmente.

1.8. Objetivos de la investigación

1.8.1. Objetivo general

Presentar una solución a la problemática que presenta la carrera de ingeniería en teleinformática diseñando un módulo medidor de voltaje y corriente el cual se integrará al desarrollo de un laboratorio educativo portátil de electrónica para ingeniería.

1.8.2. Objetivos específicos

- Recopilar información bibliográfica referente para el estudio del estado del arte.
- Analizar los componentes electrónicos que precisan las especificaciones técnicas definidas.
- Diseñar el esquema del módulo medidor de voltaje y corriente que se integrara al laboratorio educativo portátil para la carrera de Ingeniería en Teleinformática.

1.9. Hipótesis

Llevar a cabo el análisis y diseño de un módulo de medición de voltaje y corriente el cual realice las mediciones de diferentes tipos de circuitos electrónicos y se implemente a un laboratorio educativo portátil ¿Permitirá efectuar estudios y prácticas de los temas planteados en el silabo de la carrera de ingeniería en teleinformática?

1.10. Alcance del proyecto

- El proyecto constara con el análisis y diseño esquemático de un módulo de medición de circuitos electrónicos pertenecientes al laboratorio educativo portátil.
- Recopilación de información bibliográfica que esté relacionado directamente con los objetivos del proyecto.

- Concebir un diseño esquemático del módulo de medición de voltaje y corriente.
- Analizar los componentes planteados en el módulo de medición de voltaje y corriente.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes del estudio

“En la actualidad la importancia del análisis de la calidad de la energía es indispensable considerando que la calidad eléctrica es un indicador del nivel de adecuación de la instalación para soportar y garantizar un funcionamiento fiable de sus cargas. En general, cuando la energía eléctrica es suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes. Por lo tanto, cuando se habla de power 2 quality o calidad de la energía eléctrica, se está haciendo referencia tanto a la calidad de las señales de tensión y corriente, como a la continuidad o confiabilidad del servicio de energía eléctrica”. (Amaguaya & Alcívar, 2019)

Tal como se expresa en la cita anterior actualmente la característica de la energía que se les suministra a los dispositivos electrónicos es una prioridad al realizar pruebas de operatividad, ya que al implementarle una energía con la que no trabaja el componente este puede averiarse o en un caso más grave quemar todo el suministro eléctrico.

Con lo antes explicado se toma en cuenta la relevancia que tiene el uso de herramientas de medición en el campo de ingeniería, electrónica, mecánica, electricidad, entre otras. Ya que al realizar pruebas de funcionamiento y control se debe tener previamente un análisis detallado de los valores que tienen los componentes que constituyen dichos circuitos eléctricos.

“El módulo entrenador electrónico digital permite desarrollar actitudes de responsabilidad, así como habilidades para la investigación y también la exigencia de aprender conceptos nuevos. Permite incorporar exitosamente a la educación todas las estrategias y técnicas del aprendizaje activo, cooperativo y creativo, en las aplicaciones de las instalaciones electrónicas”. (Yacupoma Aguirre, 2018)

Tomando como idea lo mencionado anteriormente se puede interpretar que el uso de módulos entrenadores que permitan la experimentación y estudio de los conceptos revisados en clases, fomenta a los alumnos a innovar, probar y establecer conceptos y modelos que se ajusten con los datos que se consiguen, lo que posibilita la asimilación y entendimiento de varios tópicos.

“En el área de ingeniería, el uso de instrumentos de mediciones eléctricas es común tanto en el ambiente laboral como en las instituciones de educación superior donde se imparten licenciaturas relacionadas con algún área de la electricidad, electrónica o computación. Un

elemento vital para su desarrollo de actividades académicas o de diseño e implementación de proyectos eléctricos y electrónicos, uno de los elementos de vital importancia es el multímetro. Por ejemplo, en las prácticas de laboratorio el multímetro permite corroborar el funcionamiento de los circuitos eléctricos con base en el comportamiento de las variables de voltaje o corriente”. (Castillo López & Omaña Vera, 2017)

Las carreras y trabajos que tengan como base el diseño e implementación de proyectos eléctricos o electrónicos deben contar con instrumentos de medición, ya que en base a las lecturas que proporcionen se pueden realizar análisis tanto prácticos como teóricos con los cuales se puede concluir la funcionabilidad y viabilidad del proyecto que se plantea realizar.

Como se expresa en el ejemplo de la cita, uno de los factores cuya función es relevante al realizar proyectos de carácter electrónico, eléctricos y mecánicos es el multímetro el cual proporciona la lectura de los valores en voltaje y corriente que circulan y pasan a través de los componentes que forman la estructura esquemática de un circuito, dicha lectura nos permite visualizar si estamos realizando una correcta implementación.

“La enseñanza de ingeniería debe proyectar, con adecuadas bases teóricas y prácticas, modelos educativos que aporten los fundamentos epistemológicos, metodológicos y prácticos para alcanzar el aprendizaje que se requiere en la época actual. Por ello, los actuales currículos orientados por finalidades educativas Centradas en el estudiante, no pueden dejar al margen el análisis que el entorno laboral le impone a la universidad”. (Capote León, Rizo Rabelo, & Bravo López, 2016)

La base de la ingeniería se compone de teorías y practicas los cuales fundamentan y prueban las hipótesis que se formulan al realizar experimentos electrónicos y eléctricos, por lo tanto, al llevar a cabo la instrucción de la misma se debe disponer de los dos elementos explicados anteriormente. De esta manera se explica por qué en la actualidad los currículos de mayor importancia son aquellos que demuestren una experiencia que no solo este enfocada en el análisis de diferentes teorías, sino también en la comprobación de las mismas.

“La forma de enseñanza tradicional y la utilización de instrumentos y componentes electrónicos convencionales, hace necesaria la actualización de las tecnologías obsoletas con sistemas programables, como la tecnología de los microcontroladores, los controladores lógicos programables, etc. con la finalidad de fortalecer la investigación en el laboratorio de electrónica”. (Molina Cruz, 2017)

En los laboratorios de electrónica se deben aplicar diferentes tipos de enseñanzas las cuales se enfoquen en retar la imaginación y alcance de los estudiantes sobre la materia, fomentando así la investigación y estudio de las diferentes hipótesis y leyes revisadas en las

clases impartidas semestralmente. Tomando en cuenta también que las áreas en las que se realizaran las practicas antes mencionadas deben contar con las herramientas y dispositivos adecuados para la formación de los estudiantes.

2.2. Pregunta científica a contestarse

¿Cómo se puede realizar un módulo que mida voltaje y corriente el cual se adapte a un laboratorio educativo portátil para la carrera de ingeniería en teleinformática?

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1. Corriente eléctrica

“La corriente eléctrica es un flujo de carga eléctrica que recorre un material conductor. El flujo está dado por las cargas eléctricas en el interior del conductor. También se le conoce como intensidad eléctrica. La corriente eléctrica se puede medir mediante Coulomb sobre segundo, la unidad oficial es el Amper o Amperio. El flujo eléctrico se mide conectando en serie en un circuito el amperímetro”. (Torres, 2017)

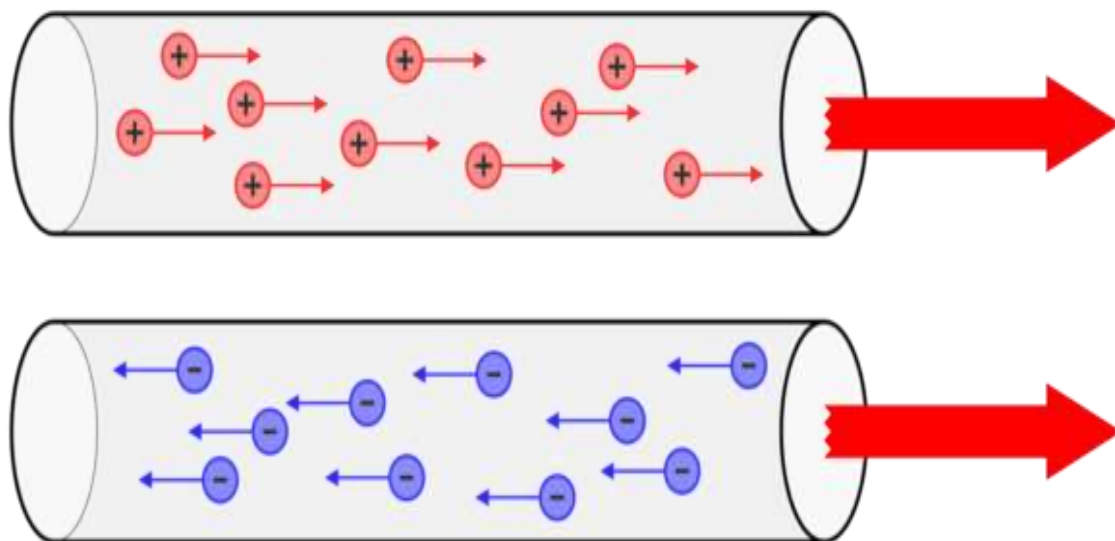


Figura 1. Corriente eléctrica, Información tomada del sitio web espaciociencia.com, Elaborado por María del Mar

Tal y como se muestra en la figura 1 se puede visualizar el flujo eléctrico y sus componentes. La corriente eléctrica se define por tener cargas positivas y negativas las cuales son llamadas protones y electrones correspondientemente, estos se representan con un símbolo positivo para los protones y uno negativo para los electrones.

2.3.1.1. Tipos de corriente eléctrica

Tomando en cuenta el tipo de circulación que tiene la corriente en un circuito este puede ser llamado como corriente continua o corriente alterna (CC o CA).

Tabla 1. Diferencia entre corriente continua y corriente alterna

Corriente continua (CC)	Corriente alterna (CA)
Tiene polaridad continua.	Tiene polaridad variable la cual va de positiva a negativa, sucediendo un ciclo.
La corriente continua es producida por celdas solares o paneles solares, es transformada de alterna a continua por rectificadores.	La corriente AC es producida por medio de generadores eléctricos ya sea en las centrales hidroeléctricas o en industrias y negocios por plantas eléctricas.
Su funcionamiento sigue siendo el mismo aun con voltajes que menores al estándar.	No funciona de manera apropiada con voltajes bajos.
Se usa en diferentes tipos de circuitos y tableros eléctricos y electrónicos.	Se usa en la industria alimentando grandes motores trifásicos, casas, alumbrado público e industrias con máquinas especiales con funcione específicas.
La potencia que consume es baja.	El consumo de la potencia es alto.
La corriente eléctrica que es transportada no puede exceder la carga máxima.	Es posible transportar notables cantidades de cargas eléctricas.
Su flujo de corriente eléctrica se da en un solo sentido	El flujo de corriente tiende a ser en 2 sentidos por tanto alternando más de 140 veces por segundo.
Creado por Thomas Edison	Creado por Nikolas Tesla

Información tomada de la página web: <https://steemit.com/stem-spanol/@jorgemora17/corriente-electrica-corriente-alterna-y-corriente-continua-diferencia-uso-funcionamiento-efectos-en-el-cuerpo-humano-cual-es-la>, Elaborado por: Jorge Mora

2.3.2. Circuito eléctrico

“Un circuito eléctrico o electrónico es un conjunto de componentes que se encuentran interconectados entre sí formando como mínimo un camino cerrado por el cual puede circular el flujo de corriente. Dicho circuito puede estar conformado por diferentes tipos de elementos como fuentes, interruptores, condensadores, bobinas, diodos, motores, etc”. (Cuadros Acosta, 2016)

2.3.2.1. Tipos de circuitos eléctricos

Los circuitos eléctricos son clasificados según:

- La corriente con la que se alimentan.
- Los componentes con los que se construyen.
- La configuración que emplea.

Circuitos en serie

“Es aquel en el que dos o más elementos se predisponen de la manera en la que la salida de uno es la entrada del siguiente. En este circuito, la corriente que circula por todos los elementos es idéntica ya que la energía eléctrica solamente dispone de un camino, lo cual hace que no interesen demasiado. Cuando un dispositivo de los que se encuentran conectados en serie falla, todos los demás se quedan también sin energía eléctrica”. (Soneira, 2016)

Ya que los circuitos que se encuentran en serie se definen por que sus elementos están dispuestos uno en sucesión de otro la corriente eléctrica no tiene otro camino que el de seguir linealmente hasta su origen, sin importar los componentes que se encuentre en su camino.

Circuitos en paralelo

Un circuito eléctrico en paralelo es aquel que cuenta con dos o más caminos autónomos que se encuentran conectados por un mismo par de nodos los cuales se encuentran conectados desde la fuente de tensión, atravesando todos los componentes del circuito y regresado nuevamente a la fuente.

Las características más importantes de estos circuitos son:

- La menor de las resistencias que posee el circuito no es inferior a la resistencia de la misma.

- Debido a que el circuito está conectado con un par de nodos iguales, la tensión que circula será la equivalente en todos los puntos de conexión del circuito.
- Al estar unidos por nodos la corriente tiene la opción de tomar varios caminos diferentes los cuales se llaman “rama”.
- Para conocer la intensidad total que circula por el circuito se realiza una sumatoria de las intensidades que posee cada rama.
- $IT = I1 + I2 + I3 + I4 + \dots = \sum I_i$. Donde IT hace referencia a la intensidad total mientras que I_i es la intensidad que tiene la rama.

Circuitos mixtos

Los circuitos eléctricos mixtos están compuestos por múltiples elementos que están conectados tanto en serie como en paralelo. En base a esto para encontrar los valores y calcular las medidas se debe de descomponer y resolver los elementos que se encuentren en serie y en paralelo, de este modo el circuito se reduce hasta el punto de estar en serie o en paralelo.

2.3.2.2. Circuitos eléctricos y Circuitos electrónicos

Tabla 2. Diferencia entre Circuitos eléctricos y circuitos electrónicos

Circuitos Eléctricos	Circuitos Electrónicos
Componentes: Además de los generadores, los circuitos eléctricos contienen componentes pasivos y sistemas de control manual como interruptores y pulsadores.	Componentes: Los circuitos electrónicos contienen elementos activos como los semiconductores y en muchas ocasiones incluyen sistemas de control automático.
Objetivo: Aprovechar la energía eléctrica como fuente para transformarla en otras formas de energía. En relación a <i>esto</i> nos interesa la Potencia eléctrica: la cantidad de energía por unidad de tiempo que podemos utilizar.	Objetivo: Están diseñados para que las señales eléctricas transporten información, ya sea mediante señales analógicas o digitales.

Tipo de corriente: Funcionan con corriente AC O DC dependiendo del circuito. La intensidad puede llegar a variar en amperios y el rango de voltaje es amplio.

Tipo de corriente: Trabajan generalmente con corriente continua. Funcionan con unos pocos voltios y la intensidad de corriente suele ser del orden de los miliamperios (mA).

El flujo y la intensidad de la corriente se controla mediante interruptores y resistencias.






El control de estos circuitos se realiza mediante señales eléctricas.

Información tomada del sitio web: <https://electronicaonline.net>. Elaborado por: Autor

2.3.2.3. Esquemas de circuitos eléctricos

Los circuitos eléctricos son presentados de forma gráfica a través de esquemas los cuales están compuestos por distintos componentes que permiten realizar la función para la cual se arma el circuito. En la siguiente tabla se dan a conocer los componentes más habituales junto a su respectivo símbolo el cual los representa en un diagrama de circuitos eléctricos.

Tabla 3. Símbolos y componentes de circuitos eléctricos.

Símbolo eléctrico	Componente Eléctrico
	Resistencia eléctrica
	Tierra
	Diodo
	Amperímetro
	Voltímetro

Información tomada del sitio web: Simbología-electronica.com, Elaborado por: Autor

En el esquema que se aprecia a continuación se puede visualizar cual es el trabajo que realiza un circuito eléctrico.

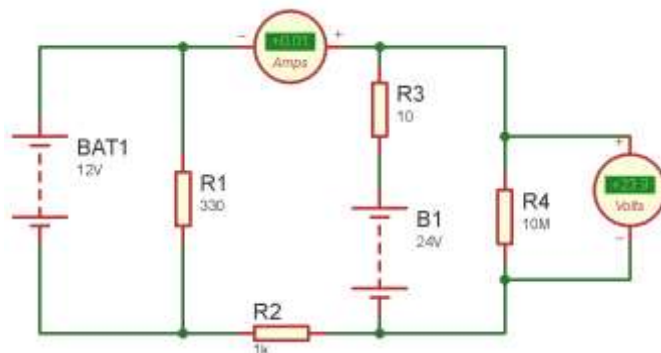


Figura 2. Esquema de circuito eléctrico, Información tomado de la página *electronicaonline.com*, Elaborado por autor

El trabajo que realizan los circuitos eléctricos es muy variado ya que convierten y reparten la energía eléctrica a través de varios componentes los cuales organizados en un diagrama cumplen con el trabajo que se le asignado a dicho circuito.

2.3.3. Diferencia de potencial

“La diferencia de potencial es el impulso que necesita una determinada carga eléctrica para poder fluir adecuadamente por medio del conductor en un circuito eléctrico, corriente que se detendrá cuando los dos puntos logran igualar su potencial eléctrico. También es utilizado para representar el trabajo que debe de hacer una fuerza para lograr mover una carga contra el campo eléctrico, esto desde un punto de referencia hasta un punto en el cual se pueda medir el potencial. Es también conocido con el nombre de tensión eléctrica, y en este caso, en lugar de tomar un punto de referencia se deben de tomar dos puntos dentro de un campo eléctrico”. (Briceño, 2019)

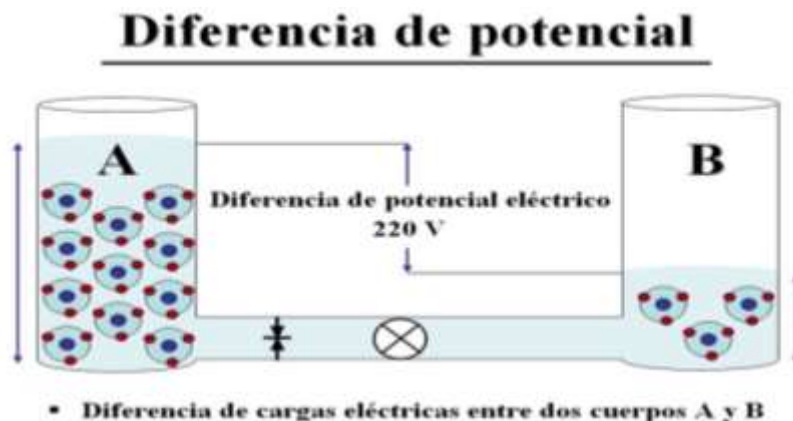


Figura 3. Diferencia de potencial, Información tomada de la página *Flickr*, Elaborado por José Luis Montalvillo

2.3.4. Resistencia

“La resistencia eléctrica puede ser definida como la oposición que un elemento presenta ante el paso de la corriente. En otros términos, la resistencia eléctrica es la fuerza que rechaza o se opone a los electrones que se desplazan en algún material. En cuanto a su medición, existen distintos métodos, aunque el más extendido es el óhmetro o multímetro: un aparato que debe ser colocado en las puntas de cada terminal. De este modo, automáticamente nos proporcionará el valor”. (Rodríguez, 2020)

Las Resistencia se dividen en tres grupos, los cuales son:

2.3.4.1. Variables

Como su nombre lo indica los valores pueden ser cambiantes, pero se conservan dentro de un margen que fue determinado previamente por el fabricante.

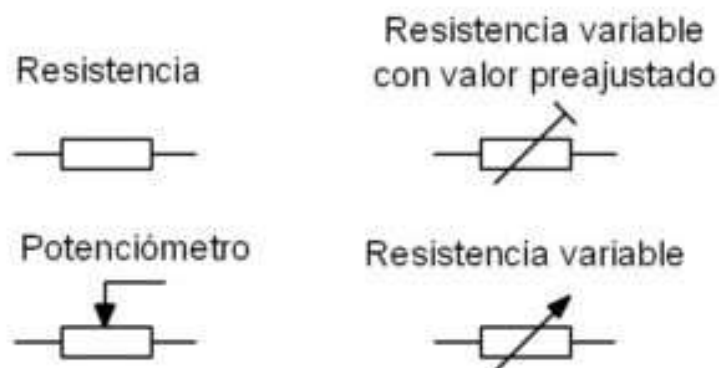


Figura 4. Resistencias variables, Información tomada de la página Ingeniería Mecafenix, Elaborado por Ingeniería Mecafenix

Las variables se dividen en:

Resistencia ajustable o Trimmers: este tipo de resistencias se identifican por su precisión y suelen ser calibrados por expertos la primera vez que se manejan, debido a que van soldados.



Figura 5. Trimmers, Información tomada del sitio web Ingeniería Mecafenix, Elaborado por Ingeniería Mecafenix

Potenciómetro: estas son resistencias cuya calibración es enteramente manual porque son frecuentemente usados en diferentes tipos de controles de audio, video, sonido, etc.

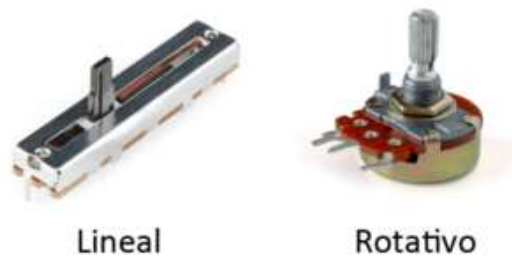


Figura 6. *Potenciómetro, Información tomada del sitio web Ingeniería Mecafenix, Elaborado por Ingeniería Mecafenix*

Reóstato: es una resistencia que se usa específicamente cuando un circuito usa corrientes en grandes cantidades ya que tiene una buena disipación de potencia.



Figura 7. *Reóstato, Información tomada del sitio web Ingeniería Mecafenix, Elaborado por Ingeniería Mecafenix*

2.3.4.2. Lineales Fijas

Son resistencias cuyo valor es definido al momento de su fabricación por lo que tiene un uso definido al momento de elaborar circuitos electrónicos.

	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Multiplicador	Tolerancia	Coeficiente Temperatura
Negro	0	0	0	10^0		
Marrón	1	1	1	10^1	$\pm 1.00\%$	100 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Rojo	2	2	2	10^2	$\pm 2.00\%$	50 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Naranja	3	3	3	10^3		15 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Amarillo	4	4	4	10^4		
Verde	5	5	5	10^5	$\pm 0.50\%$	
Azul	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$	10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Violeta	7	7	7	10^7	$\pm 0.10\%$	5 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Gris	8	8	8	10^8	$\pm 0.05\%$	
Blanco	9	9	9	10^9		
Dorado				10^{-1}	$\pm 5.00\%$	
Plateado				10^{-2}	$\pm 10.00\%$	

Figura 8. Tabla de valores de las resistencias, Información tomada del sitio web Ingeniería Mecafenix, Elaborado por Ingeniería Mecafenix.

2.3.4.3. Variables no lineales

Estas resistencias poseen la característica la cual es que sus valores sean variantes, pero dicha variación no es lineal ya que precisa de otras magnitudes físicas, por lo tanto, estos componentes son conocidos como sensores.

Las categorías de resistencias variables no lineales son:

- Varistores
- Fotoresistores
- Termistores

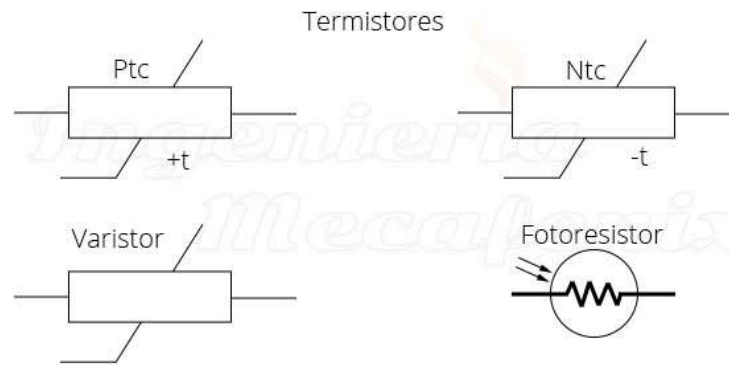


Figura 9. Resistencias no lineales, Información tomada del sitio web Ingeniería Mecafenix, Elaborado por Ingeniería Mecafenix

2.3.5. Ley de OHM

Desarrollada y publicada por George Simón Ohm en 1827. Se expresa que el flujo de electrones que circula por cualquier circuito tiene como oposición los elementos resistivos que tiene dicho circuito, por lo tanto, se determina que la corriente que recorre los conductores eléctricos es directamente proporcional al voltaje que se introduce en los mismos.

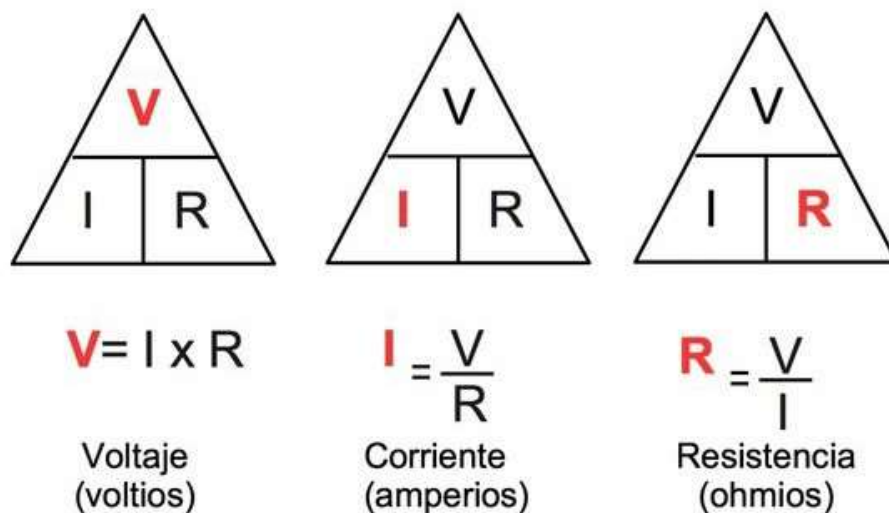


Figura 10. Ley de OHM, Información tomada del sitio web todamateria.com, Elaborado por Rosimar Gouveia

En términos matemáticos la ley de ohm se expresa con la siguiente ecuación $V=R \cdot I$, donde:

- V = Potencial eléctrico cuyo valor se determina en voltios
- R = Resistencia la cual esta expresada en Ohms
- I =Corriente que se define como amperios

2.3.5.1. Conceptos Fundamentales de la ley de Ohm

Carga

“La fuente de todas las cargas eléctricas reside en la estructura atómica. La carga de un electrón es la unidad básica de la carga. La medida para la carga es el coulomb (C) en honor al físico francés Charles Augustin de Coulomb. La carga de un electrón es igual a $1,60 \times 10^{-19}$ C. Esto significa que una carga de 1 C es igual a la carga de $6,25 \times 10^{18}$ electrones”. (Guoveia, 2019)

Conductores

“Aquellas sustancias por donde las cargas se mueven fácilmente se llaman conductores. Los metales son excelentes conductores debido a la descolocación o movimiento de sus electrones en su estructura cristalina atómica”. (Guoveia, 2019)

Conductores Óhmicos

“Los conductores óhmicos son aquellos que cumplen la ley de Ohm, es decir, la resistencia es constante a temperatura constante y no dependen de la diferencia de potencial aplicado”. (Guoveia, 2019)

Conductores no Óhmicos

Esta clase de conductor presenta una resistencia variable la cual precisa de la diferencia de potencial que se le administre. Tal y como indica su nombre no están ligados a la ley de Ohm es decir no presentan un valor de resistividad fijo.

Aislantes

Los aislantes son elementos que presentan una oposición a las cargas eléctricas que circulan por un circuito, esta resistencia sirve para evitar corto circuitos y para limitar la cantidad de corriente que pasa a través de un componente electrónico.

Resistividad del material

Como su nombre lo indica son elementos que presentan resistencia al flujo de la corriente eléctrica, dicha oposición está ligada directamente al tipo de material aislante que lo componga. Citando el texto anterior se establece que entre menos aislante sea el componente mayor será la corriente que recorra el circuito.

Resistividades y coeficientes de temperatura de resistividad para varios materiales		
Material	Resistividad ρ a 20 °C, $\Omega \times m$	Coefficiente de temperatura α a 20 °C, K^{-1}
Plata	$1,6 \times 10^{-8}$	$3,8 \times 10^{-3}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Aluminio	$2,8 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Wolframio	$5,5 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$
Hierro	10×10^{-8}	$5,0 \times 10^{-3}$
Plomo	22×10^{-8}	$4,3 \times 10^{-3}$
Mercurio	96×10^{-8}	$0,9 \times 10^{-3}$
Nicron	100×10^{-8}	$0,4 \times 10^{-3}$
Carbono	3500×10^{-8}	$-0,5 \times 10^{-3}$
Germanio	0,45	$-4,8 \times 10^{-2}$
Silicio	640	$-7,5 \times 10^{-2}$
Madera	$10^8 - 10^{14}$	
Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$	
Goma dura	$10^{13} - 10^{16}$	
Ámbar	5×10^{14}	
Azufre	1×10^{15}	

Figura 11. Tabla de aislantes eléctricos, Información tomada del sitio web *electronrtools.com*, elaborado por Cristian Veloso

2.3.6. Voltímetro

“Una de las formas más habituales para la medida de señales se fundamenta en la utilización de un transductor para transformar la magnitud que se desea medir en una magnitud eléctrica, habitualmente una tensión. Posteriormente, esta tensión se mide empleando un voltímetro y el valor medido se relaciona con el valor de la magnitud original. Un ejemplo es la medida de variaciones de temperatura mediante su transformación en variaciones de tensión por medio de un termopar o un termistor y la correspondiente medida de la tensión con un voltímetro”. (García García, 2017)



Figura 12. Voltímetro, Información tomada del sitio web como funciona.com, Elaborado por José Luis R.

Al leer las lecturas que realiza el voltímetro se toma en cuenta que la unidad con la que se expresan son los voltios la cual se abrevia con la letra V, pero también hay que tomar en cuenta que al igual que con otras unidades de medición el voltímetro también tiene varias escalas las cuales se expresan como milivoltios y microvoltios las cuales se encuentran abreviados como mV y μ V respectivamente.

“Lo que mide el voltímetro es la discrepancia de potencial eléctrico o tensión entre dos puntos en un circuito y éste siempre tiene que ubicarse en paralelo al circuito en el que se van a tomar las medidas”. (García García, 2017)

Las características que tiene un voltímetro son:

- Posee dos entradas las cuales sirven para conectar los cables de prueba, estos se encuentran conectados según la polaridad de medición.
- El cable con polaridad positiva es de color rojo y es distinguible ya que tiene un + en su terminal.
- El cable con polaridad negativa es de color negro y se conecta a la terminal con la insignia de COM.
- El voltímetro por lo general cuenta con una perilla la cual permite seleccionar la escala de medición que se va a realizar.
- Dependiendo del modelo puede contar con una pantalla digital o una aguja que funciona con una tabla de mediciones.
- El circuito no sufre de cortocircuitos al realizar lecturas de tensiones elevadas debido a que este está compuesto por una elevada resistencia interna.

El funcionamiento del voltímetro depende del modelo que use para realizar las mediciones, en caso de realizar lecturas con una versión analógica se pueden presentar fallas debido a que son sensibles a pequeñas corrientes, estos se basan en el galvanómetro, existen diferentes clases de galvanómetros pero el más usado es el D'Arsonval, los cuales se componen de un imán fijo el cual se halla en el interior de una bobina móvil que tiene espiras rectangulares, siendo esta la causa tras la cual la aguja indicadora marca las mediciones de los circuitos electrónicos y eléctricos.

“Dada la necesidad de colocar el voltímetro de forma paralela al circuito que se mide, el voltímetro ideal tiene que tener una resistencia interna infinita para que la corriente que circule por él sea cero y por lo tanto no afecte a la magnitud que se desea medir”. (García García, 2017)

Los voltímetros se dividen en varias clases las cuales son:

2.3.6.1. Voltímetro analógico

“Son electromecánicos y se basan en el galvanómetro, como se describió anteriormente. Vienen provistos de varias escalas graduadas, sobre las cuales la lectura medida se indica con una aguja”. (Zapata, 2020)



Figura 13. Voltímetro analógico, Información tomada de amazon.es, Elaborado por Heschen

2.3.6.2. Voltímetro digital

“Son muy cómodos, ya que la lectura se observa directamente en la pantalla del instrumento. En vez de un galvanómetro, en el voltímetro digital hay circuitos electrónicos que analizan y amplifican convenientemente las señales recibidas”. (Zapata, 2020)



Figura 14. Voltímetro digital, Información tomada del sitio web amazon.com, Elaborado por Linkstyle

De entre las diferentes clases de voltímetros que existen también se tienen a los voltímetros vectoriales los cuales señalan de microondas para medir la tensión y fase que tiene un circuito. El siguiente es el voltímetro electromecánico el cual está hecho por un galvanómetro que realiza lecturas en escalas graduadas con voltios.

Siendo el voltímetro una de las herramientas indispensables para el mantenimiento de componente electrónicos, se debe conocer que al medir tensiones tan altas que superen el límite del mismo entonces se debe colocar una resistencia en serie, siendo esta la forma más segura de realizar mediciones de alta tensión.

2.3.7. Amperímetros

“Un amperímetro es un dispositivo que permite realizar la medición de los amperios que tiene la corriente eléctrica. Para comprender con precisión el significado del concepto debemos, por lo tanto, saber qué son los amperios y qué es la corriente eléctrica”. (Pérez Porto & Gardey, 2017)

El amperímetro es la unidad que determina la intensidad de la corriente eléctrica que recorre usando un elemento conductor cuyo valor es expresado en Ohms.

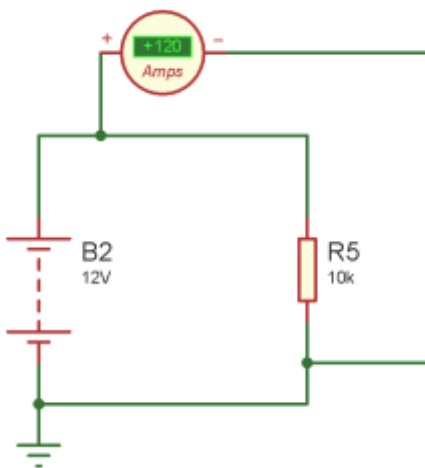


Figura 15. Amperímetro, Información tomada de autor, Elaborado por autor

“La medición consiste en hacer que la corriente eléctrica circule a través del aparato. La resistencia interna del amperímetro es muy pequeña para que no se produzca una caída de tensión a la hora de la medición. Si se desea medir la corriente sin la apertura del circuito, es necesario emplear una clase particular de amperímetro conocida como pinza amperométrica (definida más abajo), que mide la intensidad de manera indirecta mediante el campo magnético que genera la corriente en cuestión”. (Pérez Porto & Gardey, 2017)

Al tomar mediciones con un amperímetro se debe tomar en cuenta la forma correcta de colocar las puntas de medición siendo la punta roja con la polaridad positiva de la batería y la segunda pata con uno de los lados de la resistencia. En caso de realizar mal las conexiones existe una gran posibilidad de quemar el circuito interno que compone el amperímetro.

El amperímetro es semejante que el multímetro a sufrido actualizaciones con el pasar del tiempo por lo que hoy en día existen tres clases, las cuales son:

2.3.7.1. Amperímetro analógico

Esta clase de amperímetro es el antecesor de lo que son usados actualmente, pero como ocurre con todo a lo que le afecte el paso del tiempo llego un momento donde su uso era deficiente y obsoleto ya que no cumplía con las necesidades que se presentaban al realizar lecturas en circuitos eléctricos y electrónicos.



Figura 16. Amperímetro Analógico, Información tomada del sitio web definición. De, elaborado por Julián Pérez Porto y Ana Gardey

“Los amperímetros analógicos presentan el resultado de la medición con ayuda de una aguja que se posiciona en el punto correspondiente entre el mínimo y el máximo disponibles en el panel de indicación. En este grupo de dispositivos encontramos dos subgrupos: los amperímetros electromecánicos y los térmicos”. (Pérez Porto & Gardey, 2017)

Tal y como se muestra en la figura 12 este amperímetro contaba con rasgos voluminosos lo cual dificultaba su transporte por lo tanto tenía un mayor desgaste en sus componentes, esto también conllevaba a que presentara error al momento de realizar lecturas.

El diseño del amperímetro analógico es sencillo ya que contaba con una aguja la cual indicaba el valor procedente de las lecturas, y dos componentes lo cuales se mantenían en posiciones fijas y ambulantes.

Así como se describieron las principales desventajas que presentaba este modelo de amperímetro también existen varios puntos a tomar en cuenta a la hora de realizar lecturas con este instrumento, la ventaja que se deben mencionar es que “supera en rapidez a otros modelos y resulta útil para lecturas en posiciones fijas. En este grupo entran los amperímetros magnetoeléctricos, los electromagnéticos, los electrodinámicos y los ferromagnéticos”. (Pérez Porto & Gardey, 2017)

2.3.7.2. Amperímetro digital

Tras la necesidad que se presentaba al momento de realizar el análisis y construcción de diferentes tipos de circuitos eléctricos y electrónicos y después de considerar las exigencias que se presentaban surge el amperímetro digital el cual era versátil y práctico a la hora de realizar las lecturas del amperaje.



Figura 17. Amperímetro digital, Información tomada del sitio web *definición.de*, elaborado por Julián Pérez Porto y Ana Gardey

Entre las ventajas más notables de este amperímetro se tiene que exhibe:

“Menor desgaste (ante la ausencia de piezas móviles) y una importante reducción de las probabilidades de error. En lugar de un panel con una aguja, cuentan con una pantalla en la cual se pueden visualizar los resultados de la lectura”. (Pérez Porto & Gardey, 2017)

2.3.7.3. Pinzas amperimétricas

“Esta clase de amperímetro también se conoce como tenaza o gancho, y es de gran utilidad ya que permite una medición instantánea de la intensidad sin necesidad de interrumpir o abrir el circuito. Dado que no tiene arrollamientos eléctricos, no existe riesgo de que se prenda fuego”. (Pérez Porto & Gardey, 2017)



Figura 18. Pinza amperimétrica, Información tomada del sitio web certicalia.com, Elaborado por Roberto Aira Vásquez

“El funcionamiento de una pinza amperimétrica en corriente continua es diferente al de corriente alterna. Generalmente en alterna, el funcionamiento es similar a un transformador de intensidad, obteniendo el flujo magnético que genera la corriente al pasar por el conductor”. (Aira Vazquez, 2018)

El funcionamiento de una pinza amperimétrica es mucho mas sencillo que un amperímetro ya que permite lecturas sin interferir con el flujo de corriente que pasa a través de los circuitos o conexiones eléctricas.

2.3.8. Multímetro

Los multímetros en la actualidad son una de las necesidades básicas para la construcción de cualquier circuito eléctrico, ya que las lecturas que realiza son parte fundamental de la práctica, análisis o estudio que se llevara a cabo.

“Un multímetro digital es un instrumento de medición de tipo electrónico que permite medir diversos parámetros. Entre estos se listan el voltaje (tanto AC como DC), resistencia y corriente”. (Soto, 2019)



Figura 19. Multímetro analógico y digital, Información tomada del sitio web123RF.com, elaborado por Mila Gligoric

Al día de hoy el uso de multímetros digitales es frecuente pero su predecesor el multímetro analógico sigue siendo parte fundamental de los instrumentos de medición, por lo tanto, se debe explicar las diferencias existentes entre cada uno de ellos.

2.3.8.1. Multímetro Analógico

Los multímetros analógicos se caracterizan por mostrar sus valores a través de una aguja la cual apunta a un tablero de mediciones el cual tiene valores fijos y se encuentra ubicado en la parte posterior de la aguja antes mencionada.



Figura 20. Multímetro Analógico, Información tomada de infootec.net, Elaborado por Cesar Cinjordiz

Ventajas

- Muestra los distintos cambios de tensión.

- Presenta mejor visibilidad de los picos de los valores medidos.
- Permite la medición de valores muy pequeños.
- Los valores medidos se pueden seguir de forma más precisa.

Desventajas

- Se deben realizar cambios manuales según las mediciones que realizaran.
- Tiene la posibilidad de mostrar errores en el valor medido los cuales se deben de descartar e interpretar.
- El multímetro se dañará si no se tiene en cuenta la polaridad de la corriente continua que se está midiendo.
- Presentará daño al no escoger apropiadamente el rango de medición
- No presenta un limitador de carga.
- Es más sensible a los campos magnéticos.

Componentes de un multímetro analógico

- Puntas de medición.
- Puntero en forma de aguja.
- Indicador de lectura de corriente continua.
- Indicador de lectura de corriente alterna.
- Indicador de lectura de resistencias.
- Indicador de lectura de intensidad de corriente continua.

2.3.8.2. Multímetro digital

Los multímetros digitales tienen una pantalla que muestra los resultados de las mediciones a través de dígitos con un valor numérico.



Figura 21. Multímetro Digital, Información tomada de infootec.net, Elaborado por Cesar Cinjordiz

Ventajas

- Proporciona lecturas más precisas.
- Determina el rango de medición.
- Los ruidos generados por los flujos magnéticos no representan interferencia al realizar mediciones.
- Establece la polaridad automáticamente.
- Su producción es más económica.

Desventajas

- Al experimentar picos de tensión eléctrica el multímetro presentara daños internos.
- No puede medir frecuencias demasiado altas por lo que presentara lecturas erróneas.

Partes del multímetro digital

- Indicador de lectura de corriente continua.
- Indicador de lectura de corriente alterna.
- Indicador de lectura de resistencias.
- Indicador de lectura de intensidad de corriente continua.
- Indicador de lectura de intensidad de corriente alterna.
- Pantalla digital.
- Apertura para verificación de transistores

2.3.8.3. Diferencias entre multímetro analógico y digital

Como se conoce los multímetros se encuentran divididos en dos categorías las cuales son analógicos y digitales las cuales a pesar de tener los mismos objetivos en su funcionamiento la forma en la que realizan el trabajo es diferente al igual de la estructura de la cual se componen por lo tanto al hablar del multímetro es necesario mencionar las diferencias que existen entre los analógicos y los digitales.

Tabla 4. Diferencias entre Multímetros analógicos y digitales

Multímetro Analógico	Multímetro digital
La información de las mediciones realizadas a los componentes se lee analizando los valores dados por una aguja la se detienen marcando uno de los valores establecidos en su fondo cuadrícula en escalas permanentes.	Está compuesto por una pantalla LCD la cual muestra las mediciones que se realizan en forma numérica.
Muestra lecturas superficiales.	Muestra lecturas precisas de las mediciones que se realizan.
No tiene la necesidad de usar baterías para realizar las lecturas de los circuitos eléctricos.	Depende enteramente de baterías para funcionar, en caso de que las baterías se encuentren descargadas estos pueden mostrar resultados erróneos de las mediciones que realizan.
Son las bases en las cuales fue construido los multímetros digitales actuales.	Presentan mayor cantidad de funciones que sus antecesores.
Tiene un uso determinado y se puede implementar, pero al carecer de algunas propiedades necesarias para la medición en la actualidad no es una opción viable.	Muestran las opciones de lectura que se desea realizar y pueden ser fácilmente implementados en cualquier circuito eléctrico.

Información tomada del sitio web: *Diferencias.info*, Elaborado por: Autor

2.3.9. Microcontroladores

“El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Funciona como una mini PC. Su función es la de automatizar procesos y procesar información”. (Marmolejo, 2017)

Los elementos de los cuales se compone el microcontrolador son:

- Memoria de programa (ROM/EPROM/EEPROM/FLASH)
- Periféricos
- Microprocesador
- Memoria de datos (RAM)
- Líneas de comunicación en serie
- Alternador de pulsos de reloj
- Elementos auxiliares

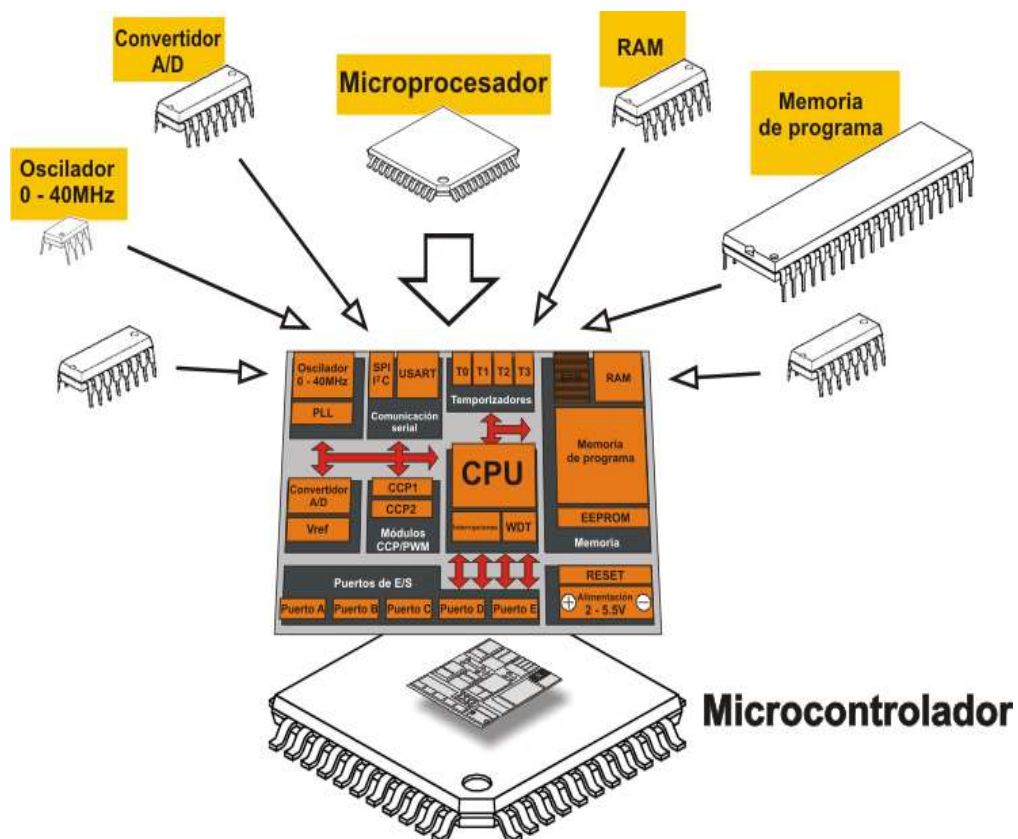


Figura 22. Microcontroladores, Información tomada del sitio web tallerelectronica.com, Elaborado por Agustín Hernández

EMPRESA	FAMILIA	ESTRUCTURA
ATMEL	AT89xxx	CISC 8 bits 8051
	TS87xxx	CISC 8 bits
	AVR	RISC 8 bits
	AT91xxx	RISC 16 bits ARM7/9
FREESCALE	HC05	CISC 8 bits 6800
	HC08	CISC 8 bits 6809
	HC11	CISC 8 bits 6809
	HC12	CISC 16 bits
	HCS12	CISC 16 bits
	HC16	CISC 16 bits
	58800	CISC 16 bits
	68K	CISC 32 bits 68000
	ColdFire	CISC 32 bits
	MAC7100	RISC 32 bits ARM7
MICROCHIP	PIC 10,12,14,16,17,18	RISC 8 bits
	dsPIC.	RISC 16 bits

Figura 23. Familias de microcontroladores, Información tomada del sitio web: tallerelectronica.com, Elaborado por: Agustín Hernández

2.3.9.1. Microprocesador

“Un circuito electrónico secuencial que procesa y controla información codificada digitalmente en forma de señales eléctricas. Pero para poder realizar este procesamiento, requiere conectarse a una serie de circuitos electrónicos auxiliares externos: Memorias, periféricos de entrada y salida, etc.”. (Hernández, 2014)

ALU: También conocida como Unidad Aritmética y Lógica. Se compone por diferentes tipos de circuitos digitales los cuales son combinatorios y tienen como tarea fundamental resolver operaciones. Dichas operaciones se dividen en:

- Lógicas:** “Como las operaciones básicas de las compuertas lógicas, como la suma lógica (OR), multiplicación lógica (AND), diferencia lógica (XOR) y negación (NOT). Una operación lógica sólo puede tener como entradas y como salidas una respuesta lógica (0 o 1). Esto dependiendo de los niveles de voltajes de una señal digital”. (Hernández, 2014)
- Aritméticas:** “Las operaciones aritméticas son la suma, resta, multiplicación y división. Dependiendo del procesador (8, 16, 32 o 64 bits) será la rapidez con la que se pueden hacer dichas operaciones”. (Hernández, 2014)

- c. **Misceláneas:** “En estas operaciones caen todas las demás operaciones como la transferencia de bits”. (Hernández, 2014)

Unidad de control.” La unidad de control es el conjunto de sistemas digitales secuenciales (aquellos que tienen memoria) que permiten distribuir la lógica de las señales”. (Hernández, 2014)

Registros: “Los registros son las memorias principales de los procesadores, ya que funcionan a la misma velocidad que el procesador a diferencia de otras memorias un tanto más lentas (como la RAM, FLASH o la CACHE). Los registros están contruidos por Flip-Flops. Los Flip-Flops son circuitos digitales secuenciales”. (Hernández, 2014)

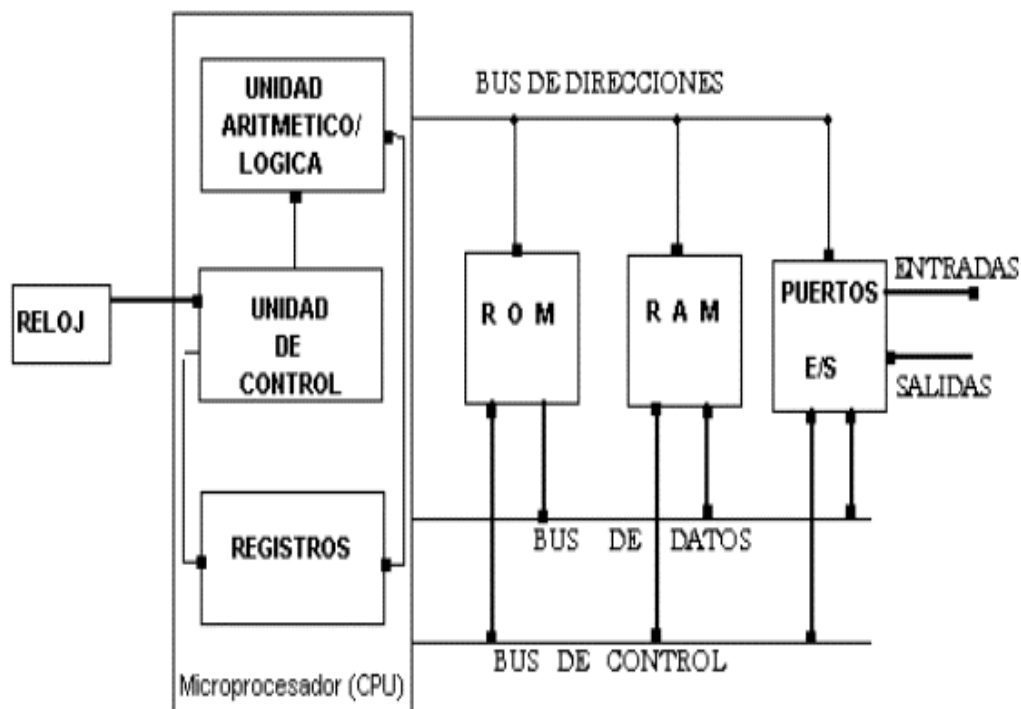


Figura 24. Microprocesadores, Información tomada del sitio web tallerelectronica.com, Elaborado por Agustín Hernández

2.3.9.2. Periféricos

“Los periféricos son los circuitos digitales que nos permiten una interacción con el mundo «exterior» al microcontrolador. Su función es la de poder habilitar o deshabilitar las salidas digitales, leer sensores analógicos, comunicación con terminales digitales o sacar señales analógicas de una conversión digital”. (Hernández, 2014)

Puertos de entrada/salida paralelos.

“Los puertos están relacionados al tamaño del procesador, es decir que un puerto de 8 bits es porque el procesador es de 8 bits. Un procesador de 64 bits, tiene la capacidad de tener un puerto de 64 bits”. (Hernández, 2014)

Puertos seriales.

“Nos permiten transformar la información digital paralela (bytes de información) en tramas que se pueden transferir por una o varias líneas de comunicación. Existen, por ejemplo: puerto serial, i2c, SPI, USB, CAN, etc.”. (Hernández, 2014)

Periféricos analógicos.

” Como los que convierten señales analógicas a digitales (ADC) o señales digitales a analógicas (DAC) o comparadores analógicos”. (Hernández, 2014)

2.3.9.3. Memoria

“La memoria está dividida en tres. La memoria para el programa (FLASH), la memoria para los datos o variables del programa (RAM) y la memoria para configuraciones o no volátil (EEPROM)”. (Hernández, 2014)

2.3.9.4. Diferencia entre microcontrolador y microprocesador

Al describir a los microcontroladores se debe tomar en consideración la diferencia que este presenta con respecto a los microprocesadores, ya que cumplen con funciones específicas diferentes.

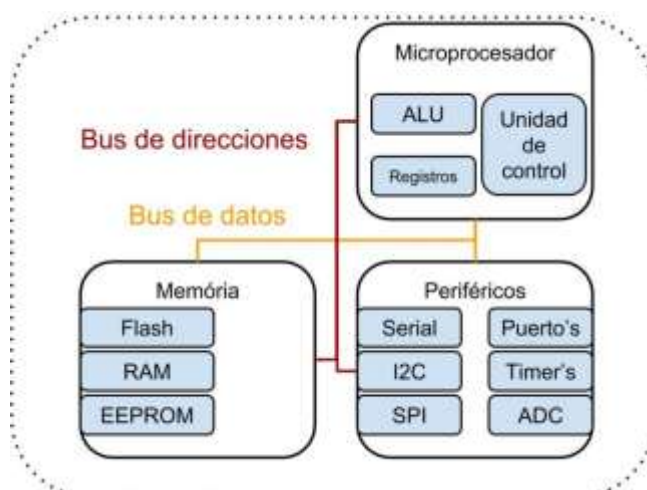


Figura 25. Esquema del microprocesador, Información tomada del sitio web hetpro-store.com, Elaborado por Rubén Marmolejo

2.3.9.5.Arquitectura del microcontrolador

La construcción de un microcontrolador está dividida conforme a la organización que tienen sus memorias o al ancho del bus de memoria que posee.

Arquitectura Harvard vs Von Neuman

En base a la historia y cronología de las teorías la arquitectura de Von Neuman fue la primera en aparecer, esta expresa que el bus de datos el cual se define como el medio que transporta información, junto con el bus de memoria que se encarga de registrar la información que se recibe son uno solo por lo tanto al procesar una instrucción esta toma más tiempo para ejecutarse.

Arquitectura según el tamaño de bits del procesador

Esta clasificación se define por el ancho de banda o la medida en bits de los buses de datos, por lo tanto, un procesador que tenga más bits podrá realizar operaciones matemáticas más complejas en poco tiempo.

2.3.9.6.Programación de un microcontrolador

Los microcontroladores por lo general se programaban en lenguaje ensamblador y debido a esto cada uno presenta su propio conjunto de instrucciones. Las instrucciones que son realizadas por los microcontroladores son clasificadas según las operaciones que ejecutan en:

- Lógica
- Misceláneas
- Aritmética
- Transferencia de bits


```

void iniciaADC(void){

    TRISA0 = 1; //A0/AN0 como entrada
    TRISA4 = 1; //A4/AN3 como entrada
    TRISA5 = 1; //A5/AN4 como entrada

    ANSELAbits.ANSA0 = 1; //Entrada analogica
    ANSELAbits.ANSA4 = 1;
    ANSELAbits.ANSA5 = 1;
    ANSELAbits.ANSA1 = 0; //Entrada/salida digital
    ANSELAbits.ANSA2 = 0;

    WPUAbits.WPUA0 = 0;
    WPUAbits.WPUA4 = 0;
    WPUAbits.WPUA5 = 0;
    //WPUAbits.WPUA5 = 0;

    /**Velocidad FOSC/2*/
    ADCON1bits.ADCS = 0;

    /**Formato del resultado*/
    ADCON1bits.ADFM = 1;
    /**Habilitar voltaje de referencia fijo en el ADCON1*/

```

Figura 26. Programación de microcontrolador, Información tomada del sitio web hetpro-store.com, Elaborado por Rubén Marmolejo

Operadores y expresiones de PIC C

La programación de un PIC C uso comandos exclusivos del lenguaje C ya que los microcontroladores no cuentan con las mismas funciones que una raspberry, arduino o pc.

Tipos de datos		
Definición		Tipo de dato al que corresponde
123		Decimal
0123		Octal
0x123		Hexadecimal
0b011011		Binario
'x'		Carácter
'�010'		Carácter Octal
'�xA5'		Carácter hexadecimal
Constantes definidas por sufijo		
Definición	Sufijo	Tipo de dato al que corresponde
Int8	127U	Entero de 8 bit
Long	80UL	Variable de 8 bytes
Signed INT16	80L	Entero de 16 bits con signo
Float	80F	Valor de ponto flotante de 32 bits
Char	Con comillas simples 'C'	Carácter
Caracteres especiales		
Definición		Efecto
�n		Retorno de línea
�r		Retorno de carro
�t		Tabulación
�b		Backspace

Figura 27. Constantes compatibles con PIC C, Información tomada del sitio web incoelectronica.com, Elaborado por Camilo

Tipo	Tamaño	Rango	Descripción
Int1 Short	1 bit	0 a 1	Entero 1 bit
Int Int8	8 bit	0 a 255	Entero de 8 bit
Int16 Long	16 bit	0 a 65535	Entero de 16 bit
Int32	32 bit	0 a 4294967295	Entero de 32 bit
Float	32 bit	$\pm 1.175 \times 10^{-38}$ a $\pm 3.402 \times 10^{38}$	Coma flotante
Char	8 bit	0 a 255	Carácter
Void	-	-	Sin valor
Signed Int8	8 bit	-128 a 127	Entero con signo
Signed Int16	16 bit	-32768 a 32767	Entero largo con signo
Signed Int32	32 bit	-2^{31} a $(2^{31}-1)$	Entero 32 bit con signo

Figura 28. Tipos de datos compatibles con PIC, Información tomada del sitio web incoelectronica.com, Elaborado por Camilo

OPERADOR			
Tipo de operador	Definición	Operador	Descripción
Operadores de asignación	Representan operaciones de formas más cortas.	+=	Asignación de suma.
		-=	Asignación de resta.
		*=	Asignación de multiplicación.
		/=	Asignación de división.
		%=	Asignación de resto de división.
		<<=	Asignación de desplazamiento a la izquierda.
		>>=	Asignación de desplazamiento a la derecha.
		&=	Asignación de AND de bits.
		=	Asignación de OR de bits.
		^^=	Asignación de OR exclusivo de bits.
		~=	Asignación de negación de bits.
		++	Asignación de incremento.
		--	Asignación de decremento.
Operadores aritméticos	Son las operaciones básicas encontradas en matemáticas.	+	Suma.
		-	Resta.
		*	Multiplicación.
		/	División.
		-	Cambio de signo.
		%	Módulo, resta de una división entera.
Operadores relacionales	Comparan y dan un resultado: 1 verdadero, 0 falso.	<	Menor que...
		>	Mayor que...
		<=	Menor o igual que...
		>=	Mayor o igual que...
		==	Igual que...
		!=	Distinto a...
Operadores lógicos	Comparan cada registro y realizan la operación correspondiente.	!	Negado lógico (NOT).
		&&	Y lógico (AND).
			O lógico (OR).
Operadores de manejo de bits	Hacen la misma tarea de los operadores lógicos a nivel de bit y solo variables de tipo entero.	~	Negado de bits (NOT).
		&	Y lógico de bits (AND).
		^^	O lógico exclusivo de bits (XOR).
			O lógico de bits (OR).
Operadores de desplazamiento de bits	Son capaces de mover las posiciones de los bits de un registro.	>>	Desplazamiento a la derecha.
		<<	Desplazamiento a la izquierda.
Operadores de dirección	Capaces de apuntar y tomar el valor de un puntero.	&	Directo
		*	Indirecto
		->	Puntero a estructura

Figura 29. Operadores y expresiones, Información tomada del sitio web incoelectronica.com, Elaborado por Camilo

2.3.9.7. Aplicaciones de los microcontroladores

Debido a lo versátiles que son los microcontroladores pueden ser usados en diferentes industrias ya sea de diseño de circuitos automáticos, en los juguetes elaborados para que realicen acciones al pedirle que ejecute una instrucción e incluso en el campo aeroespacial

en los diferentes instrumentos y equipos que ejecutan funciones preprogramadas. Los microcontroladores ofrecen un método de automatización usando la programación como medio para cumplir o ejecutar diferentes funciones ya sea controlar el audio de un dispositivo, reproducir un video pulsando un botón o en los hornos microondas al indicar un tiempo específico en el panel.

Los microcontroladores generan un sinnúmero de posibilidades las cuales permiten avances tecnológicos en diferentes áreas e industrias al día de hoy, un ejemplo de dispositivo que realiza funciones con microcontroladores es el arduino el cuales es usado en diferentes prácticas de laboratorio, prueba de proyectos y herramientas de medición.

2.3.10. Cálculos eléctricos de voltaje, corriente, potencia y resistencia eléctrica

Para explicar las fórmulas que se desarrollaran, hay que definir la representación de cada valor.

Tabla 5. Expresiones y valores asignados para las formulas

	Expresión	Valor
Voltaje	Voltios	V
Corriente	Amperios	I
Resistencia	Ohmios	P
Potencia	Vatios	R

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

Las fórmulas base son:

$$P = V * I \quad (1)$$

Se expresa que la potencia es igual al voltaje multiplicado para la corriente.

$$V = R * I \quad (2)$$

Donde el voltaje es igual a la resistencia multiplicado por la intensidad o corriente.

A partir de las 2 formulas explicadas anteriormente se descomponen las siguientes formulas.

- Para calcular la potencia y la resistencia usando los datos de voltaje e intensidad.

$$P = V * I \quad (3)$$

Para calcular la potencia expresada en vatios usando solo los valores de voltaje y corriente se aplica la fórmula 3.

$$R = \frac{V}{I} \quad (4)$$

Para calcular la resistencia se divide el voltaje en voltios con la intensidad eléctrica expresada en amperios.

- Para calcular la intensidad eléctrica usando los calores de voltaje y potencia

$$I = \frac{P}{V} \quad (5)$$

La intensidad eléctrica es igual a la potencia dividido para el valor de voltaje que se tiene.

- Para calcular el voltaje con el valor de potencia y corriente.

$$V = \frac{P}{I} \quad (6)$$

El voltaje será igual a la potencia entre la corriente.

- Para calcular valores de voltaje con valores de potencia y resistencia

$$V = \sqrt{(P * R)} \quad (7)$$

El voltaje será equivalente a la raíz cuadrada de la potencia multiplicado con la resistencia.

- Para calcular valores de intensidad con valores de potencia y resistencia

$$I = \sqrt{\left(\frac{P}{R}\right)} \quad (8)$$

La corriente eléctrica es equivalente a la raíz cuadrada de la potencia entre la resistencia.

- Para calcular el consumo eléctrico se define el valor de kilovatios hora donde se indican los elementos que intervendrán y se incluye la potencia en vatios de cada componente con su respectiva unidad ya sea esta milivatios, kilovatios y megawatios.
- Para realizar el cálculo el voltaje de varias resistencias en serie se plaica la siguiente formula.

$$V1 = \frac{R2}{R1 + R2} \quad (9)$$

- Para calcular el voltaje de salida de un divisor de voltaje.

$$V_{out} = V_{in} * \frac{R2}{R1 + R2} \quad (10)$$

El voltaje de salida equivale al voltaje de entrada multiplicado para la resistencia dos entre la resistencia uno más

$$V_{out} = V_{in} * \frac{R2.2}{R1 + (R2.1 + R2.2)} \quad (11)$$

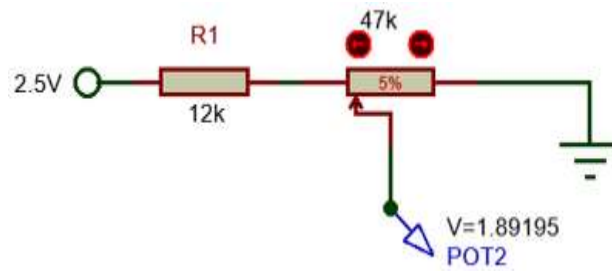


Figura 30. Divisor de voltaje con potenciómetro. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

En caso de que se tenga un potenciómetro como resistencia dos entonces se usa la siguiente formula la cual expresa que el voltaje de salida equivale a el voltaje de entrada multiplicado para la segunda resistencia del potenciómetro entre la resistencia uno sumado a la primera resistencia del potenciómetro más la segunda resistencia del potenciómetro.

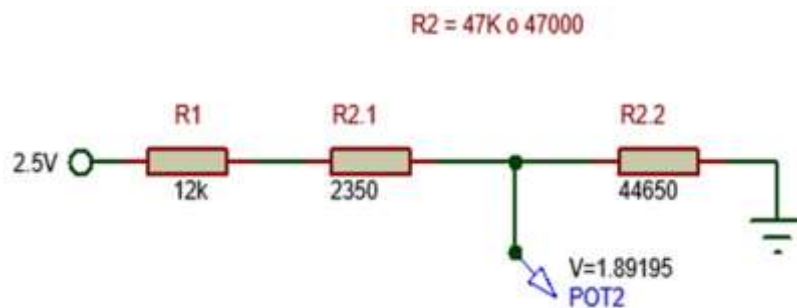


Figura 31. Valores de potenciómetro. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

- Para calcular la resistencia total en paralelo se usa la siguiente formula.

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} \quad (12)$$

2.4. Fundamentación legal

Para complementar el análisis que se realiza en este proyecto se deben expresar las bases legales. por eso surge la necesidad de citar los artículos de la constitución de la republica del ecuador que fundamentan el proyecto que se realizara.

Art. 5: Tal y como expresa este artículo en el literal b y c todos los estudiantes tienen el derecho de contar con diversos medios y recursos que les permitan adquirir experiencias que puedan aplicar en el campo académico y profesional.

Art. 6: En este artículo se manifiestan los derechos que poseen los profesores y profesoras al impartir sus clases en instituciones educativas, donde se puede revisar que en el literal c se expone que los educadores deben contar con un espacio establecido que les permita realizar prácticas de las clases que imparten.

Art. 93: Tomando en cuenta lo que se declara en este artículo dirigido al principio de la calidad que posee la educación superior, se revela que las instituciones educativas y el sistema educativo deberá contar con los factores necesarios para asegurar la excelencia en la educación superior.

Art. 96: En este artículo se expresa el aseguramiento de la calidad donde se busca la evolución y ejecución de políticas que permitan la actualización constante de los sistemas educativos asegurando así un futuro donde la formación académica se renueve con el lapso del tiempo.

Art. 107: El presente artículo declara los derechos que tienen los alumnos y la obligación de las instituciones educativas para promover, innovar, actualizar, incluir, desarrollar, evaluar y vincular con la sociedad y el sistema educativo.

Art. 350: Este artículo proclama que la estructura de la educación superior tiene el propósito de construir y formar un modelo educativo que pueda cumplir con las expectativas sociales

Capítulo III

Metodología y Propuesta

En este capítulo se demostrará los procedimientos y herramientas necesarias al formular el análisis necesario para el diseño de un módulo capaz de medir voltaje y corriente el cual tenga como fin incorporarse a un laboratorio educativo portátil el cual permita cubrir el vacío que se genera debido a la inexperiencia en el uso de herramientas y dispositivos de medición necesarios al realizar pruebas de funcionamiento en los diferentes circuitos eléctricos.

3.1. Estructura de la investigación

En la estructura de la investigación se explica concretamente las técnicas que se usaran para evaluar la necesidad y finalidad que tendrá el resolver la problemática que se presenta en el presente trabajo.

3.2. Enfoque de la investigación

Tomando en cuenta la finalidad de este trabajo de investigación el cual es el análisis de un módulo que se integre a un laboratorio educativo portátil que se accesible para que los estudiantes puedan replicarlo y usarlo en las diferentes prácticas que se realizan en el transcurso de la carrera de Ingeniería en Teleinformática. Los aspectos que se toman en consideración son las investigaciones del tipo:

- Técnica
- Cuantitativa
- Cualitativa
- Experimental

Las investigaciones tienen como fin el realizar una recapitulación de la información necesaria para explicar el funcionamiento de un módulo capaz de medir voltaje y amperaje el cual tenga componentes que sean fácilmente adquiribles en el mercado y presente un software libre capaz de ser modificado por cualquier estudiante dispuesto a realizar una implementación del mismo.

De entre los diferentes tipos de enfoque se deben escoger los necesarios para realizar el proyecto de investigación y definir las bases que fundamente el mismo.

3.2.1 Enfoque cuantitativo

Una percepción cuantitativa se caracteriza por seguir métodos donde se deben pasar por etapas para poder llegar a un resultado. Es enfoque sigue un estudio de carácter científico clásico el cual se basa en idear un problema, desarrollar ideas, elaborar hipótesis, realizar pruebas experimentales, analizar los datos adquiridos y desarrollar conclusiones.

Las características de este enfoque son:

- Se precisa para medir y calcular valores necesarios en un problema de investigación.
- Delimita el problema que se plantea estudiar.
- El investigador se encarga de realizar un estudio concentrándose en el tema principal de proyecto. Al realizar un análisis y síntesis se busca encontrar las pruebas que demuestren la factibilidad de la hipótesis que se formuló.
- Este enfoque se basa en la medición de los datos adquiridos tras una investigación a través de un sistema de cantidades fácilmente calculables.
- Las cantidades que usa este método como base son cifras numéricas usados para realizar cálculos estadísticos.
- Se debe ser específico al aplicar este método debido a que la intervención de factores externos puede alterar los resultados.
- Al realizar la recopilación de datos se debe asegurar ser objetivo y centrarse en los datos recopilados en los que no intervengan opiniones propias.

3.2.2 Enfoque cualitativo

La percepción cualitativa toma en consideración las partes que representan un mayor significado en el trabajo de investigación. A diferencia del enfoque cuantitativo este enfoque presenta un proceso abierto y poco secuencial, lo cual permite realizar un análisis enfatizando los temas más relevantes de la investigación.

Las características del enfoque cualitativo son:

- Al plantearse un problema la investigación puede seguir el curso que le convenga al investigador.
- Se pueden tomar en consideración los pensamientos e ideas propias al realizar un análisis de la información obtenida.
- Las hipótesis se generan a través del desarrollo y desenlace del proceso de investigación.

- Recopilar datos no necesariamente debe tener un proceso predefinido ni un orden específico.
- Las técnicas que se pueden usar para obtener información pueden ser la observación no estructurada, análisis de diferentes documentos, debatir en grupos o realizar discusiones abiertas.
- No reduce nada de la información que se adquiere a través de la investigación y considera todos los datos relevantes.
- Tiene como base tener una perspectiva interpretativa lo cual se enfoca en la idea y entendimiento de la información recopilada.
- Tiene una perspectiva abierta la cual toma en cuenta la interpretación que tiene cada individuo.

3.3 Métodos de investigación

Un método investigativo es la actividad de reunir la información suficiente para resolver problemas que se generan en trabajos investigativos. Debido a lo completo que es este proceso su uso es aplicado en diferentes áreas del saber humano.

El método investigativo se compone de varios tipos de modelos elaborados para resolver problemáticas y vacíos en procesos investigativos, de esta forma se puede distinguir los distintos tipos de procesos que existen al realizar búsquedas de información y recopilación de datos.

3.3.1 Método lógico-deductivo

Aplica fundamentos específicos a casos particulares donde se aplican juicios como:

- Analizar teorías ya conocidas para encontrar lo que se desconoce de las mismas
- De los principios que ya se tiene conocimiento se descubren las consecuencias que se desconocen.

3.3.2 Método directo-deductivo

Se basa en el estudio de diferentes teorías aplicando el razonamiento lógico y formal para encontrar respuestas significativas con bases sólidas y respaldo científico capaz de abolir dudas e inquietudes generadas en la resolución del problema.

3.3.3 Método indirecto-deductivo

Este método usa la comparación de varias teorías para encontrar respuestas que no tengan conclusiones vacías sin evidencia ni fundamentos que avalen los resultados que se desean presentar. Frecuentemente las premisas que serán usadas para realizar el cotejo de la información se escogen inicialmente en general y la segunda por lo particular, de esta forma se obtiene una conclusión elaborada del análisis de las dos teorías.

3.3.4 Método hipotético-deductivo

Se estudia en base a una hipótesis elaborada por la deducción, la cual deberá ser sometida a diferentes evaluaciones y pruebas para conocer si cuenta con bases que puedan sustentarse.

3.3.5 Método lógico inductivo

Elabora conclusiones generales en base a teorías y datos científicos específicos lo cual genera información contundente ya que integra todos los elementos que componen el objeto de estudio o solo llega a considerar los elementos con más relevancia.

3.4 Tipos de investigación

Las investigaciones que se aplicaran en el proyecto ayudaran en el estudio y desarrollo del tema, en el presente trabajo se implementaran:

3.4.1 Por los objetivos:

Este tipo de investigación es netamente experimental por lo tanto se pretende evaluar la problemática que se genera en el presente proyecto, se reunirá la información necesaria para así definir el método que favorezca el estudio.

3.4.2 Por el alcance:

Se define como una investigación correlacional que tenga estadísticas, datos, tablas comparativas y recursos que suministren la suficiente información para definir la correlación con la que se trabajara al desarrollar el tema de investigación.

3.4.3 Por la naturaleza:

Al elaborar los temas del presente proyecto se definirá si presenta es factible seguir con el desarrollo del mismo, la viabilidad deberá ser definida por el tema y la finalidad que se

tenga prevista, por lo tanto, es necesario tener información de antemano para no perjudicar el avance que se realiza.

3.4.4 Por el lugar:

Se realiza un estudio en base a las instituciones de educación superior donde se busca fortalecer el nivel académico con prácticas de laboratorio basados en temas de electrónica.

3.5 Análisis de factibilidad

Tomando en cuenta las características del proyecto se define que al dirigirse al campo académico, contar con componentes que se encuentran en el mercado, tener elementos económicos y dar respuesta a problemas que se generan en al estudiar carreras afines con la electrónica y tecnología, el trabajo sustenta la necesidad que representa y el aporte que se generara al tener un laboratorio educativo portátil que se disponga a tener las herramientas con mayor importancia a la hora de aplicar las teorías y conocimientos adquiridos en las distintas materias que dispongan de la práctica para la comprensión de las mismas.

Incluyendo los módulos capaces de medir voltaje y amperaje se pueden evaluar los diferentes tipos de elementos que son usados en el campo académico y profesional lo cual permite reunir experiencia, elaborar hipótesis, formular teorías y llegar a conclusiones en base a las teorías y practicas realizadas.

3.6 Población y muestra

La población es definida por los sujetos que componen la sociedad a la cual se pretende evaluar para conocer su razonamiento acerca de un tema en específico, por lo general este grupo suele estar compuesto por individuos que tengan un afín al tema que se está desarrollando en el trabajo de investigación ya que de esta forma se puede evaluar la conciencia que se tiene sobre el problema que se pretende solucionar.

En relación a uno de los sucesos más importantes en el 2020 el cual fue la pandemia ocasionada por el virus COVID-19 y a las medidas que fueron aplicadas para prevenir la propagación, fueron decretadas órdenes estrictas de no tener contacto con cualquier individuo, no circular en lugares públicos y mantenerse en resguardo hasta que la situación mejore muchos países entraron en un estado de alerta y esta no fue la excepción para Ecuador ya que se pararon las actividades en todo el país sin exceptuar la parte académica, la cual fue suspendida hasta nuevo aviso por lo tanto todos los procesos tuvieron que ser detenidos lo que llevo a un corte en el tiempo de reincorporación de las actividades, tomando en cuenta

lo mencionado anteriormente se explica la razón de las medidas que se tomaron para evaluar el significado del proyecto que se plantea realizar.

La población que fue escogida para realizar la evaluación fueron los estudiantes pertenecientes a 5to, 6to, 7mo, 8vo y 9no semestre de la carrera de Ingeniería en telecomunicaciones, se tomó en consideración el nivel académico necesario para realizar prácticas con software y hardware relacionados con circuitos eléctricos y electrónicos, así como también poseen una perspectiva más definida del tipo de herramientas que se deben usar para realizar prácticas de laboratorio.

En consecuencia, al párrafo anterior se debe exponer las características que componen a los individuos evaluados, esto tiene como fin definir un número de personas que compondrán la población general con la que cuenta la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones en los semestres que se pretende estudiar.

Para definir la población se genera una lista determinando en cuenta:

Tabla 6. Población académica

Institución	Carrera	Evaluación	Tipo	Grado	Estudiantes
Universidad de Guayaquil	Ingeniería en teleinformática	Online	Encuesta	5to	41
				6to	58
				7mo	45
				8vo	36
				9no	20
Totalidad de población					200

Información tomada del trabajo de investigación, Elaborado por autor

Una vez obtenido la totalidad de la población que se compone desde el 5to hasta el 9no semestre de la carrera se aplica la fórmula para calcular el tamaño de la muestra, el cual será uno de los factores más importantes a tomar en cuenta para realizar la encuesta.

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

Tabla 7. Datos para formula de la muestra

Representación	Significado	Datos
n	Tamaño de la muestra	?
N	Tamaño conocido de la población	200
z	Nivel de confianza	2,33
d	Error muestral	0,08
p	Probabilidad a favor	0,5
q	Probabilidad en contra	0,5

Información tomada del trabajo de investigación, Elaborado por autor

La probabilidad de a favor o en contra se mide en un 50% el cual equivale a 0,5 en los datos que se muestran en la tabla, la razón se basa en que se desconoce el razonamiento que los estudiantes aplicaran al realizar la encuesta por lo tanto se expresa un 50% de probabilidades que estén a favor del proyecto o un 50% de probabilidades de que se encuentren en contra del proyecto.

Para definir el error estimado que se obtendrá en la encuesta se debe ser consciente de los niveles académicos de los estudiantes por lo tanto se realiza un aproximado del 8% el cual equivale al 0,08 que se muestra en la tabla de datos.

Tabla 8. Nivel de confianza

Nivel de Confianza (NC)	Puntuación Z
80%	1.282
90%	1,645
95%	1,96
98%	2,33
99.7%	3

Información tomada del trabajo de investigación, Elaborado por autor

Como se observa en la tabla 8 se establece una relación entre el nivel de confianza y el valor conocido de Z para obtener el nivel de confianza con el que se trabajara para obtener la muestra.

De esta forma una vez definido los datos con los que se reemplazara la fórmula para conocer el valor de la muestra a la que se le aplicara la evaluación.

$$n = \frac{200 * 2,33_a^2 * 0,5 * 0,5}{(0,08^2 * (200 - 1)) + 2,33_a^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{200 * 5,4289a * 0,25}{(0.0064 * 199) + 5,4289a * 0,25}$$

$$n = 103$$

Se define que el número de personas a las cuales se le pedirá que realicen la encuesta será de 103 por lo tanto se debe seleccionar personas preferiblemente de entre cada nivel para tener respuestas más variadas.

3.6.1 Encuesta

Las encuestas se realizan aplicando un cuestionario con preguntas que permitan evaluar los pensamientos de una muestra de personas sobre un tema en específico. Esto se realiza para obtener información ya sea de opiniones, ideas, actitudes, razonamientos y comportamientos de individuos en específico.

Se elabora una encuesta cuando se necesita recabar información sobre una necesidad que necesita ser probada ya sea esta una idea, hipótesis o un problema, una vez obtenida la información de una encuesta se obtienen valores gráficos y numéricos con lo que se puede analizar la relevancia del propósito establecido.

La encuesta que se aplicara en este proyecto está dirigido a la muestra de 103 individuos en un rango de 5to a 9no semestre que sean parte de la población de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, será efectuara de manera anónima y los únicos datos personales que se solicitan son la edad, género y el semestre que estén cursando. Se aplicarán preguntas donde se evaluará la experiencia que tengan con el uso de laboratorios educativos portátiles, la relevancia del uso de módulos de medición de circuitos electrónicos y el conocimiento que posean de módulos de medición de voltaje y corriente.

3.6.2 Resultados de la encuesta

Se elaboró una encuesta para 103 estudiantes de la carrera de Ingeniería en teleinformática para conocer la perspectiva que tienen acerca del proyecto que se está realizando, con la finalidad de obtener datos que permitan formular conclusiones.

Tabla 9. Rangos de edad

Rango	Estudiantes	Porcentaje
19 – 21 años	21	20.4%
22 – 24 años	58	56.3%
25 – 27 años	20	19.4%

28 – 30 años	0	0%
Mayor de 30 años	4	4%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

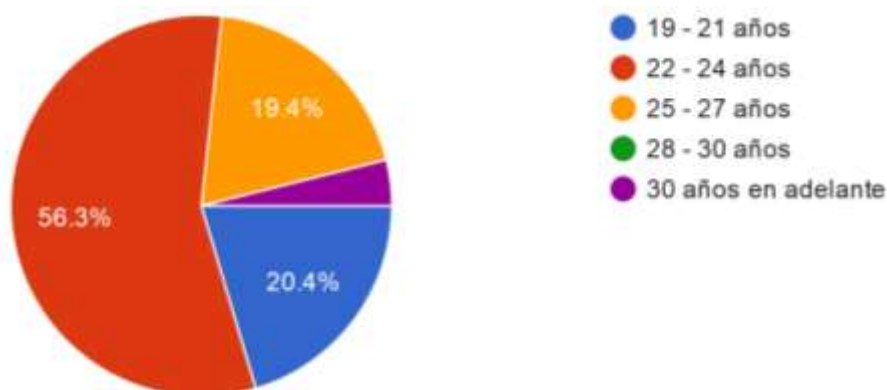


Figura 32. Gráfica cuantitativa del rango de edad. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Se tomó en consideración el rango de las edades debido al nivel de experiencia que con el que puedan contar las personas. Se puede revisar que el rango de las edades se encuentra entre 22 y 24 años sobrepasando el 50% de los encuestados, las personas de entre 19 y 21 años se encuentran en un 20.4%, después las personas de 25 a 27 años ocupan un 19.4%, no hay población que este entre los 28 a 30 años y ocupando un 3.9 % se encuentran personas mayores de 30 años.

Tabla 10. Grado semestral

Semestre	Estudiantes	Porcentaje
5to	3	2.8%
6to	22	21.4%
7mo	18	17.5%
8vo	35	34%
9no	25	24.3%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

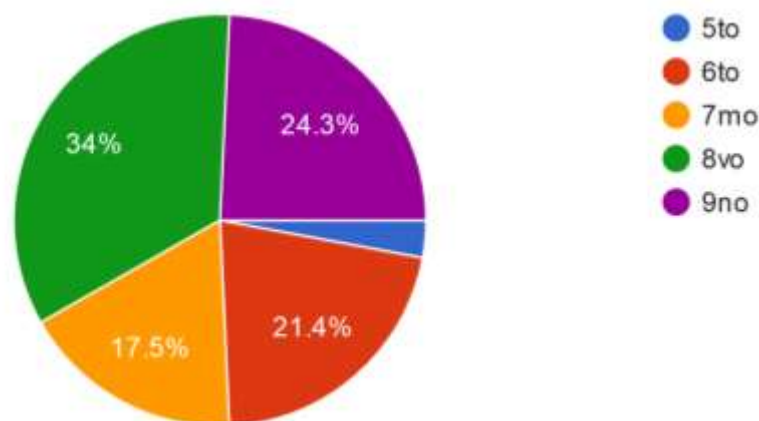


Figura 33. Gráfica cuantitativa de grado semestral. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Con esta pregunta se muestran los grados en los que se encuentran los estudiantes a los que se encuestaron, la población que ocupa el porcentaje más alto son los estudiantes de 8vo semestre con un 34%, consecutivamente se encuentra 9no semestre con 24.3% de encuestados, el 21.4% de la población lo ocupa el 6to semestre y el 7mo semestre con un 17.5%, para culminar se encuentran los estudiantes de 5to semestre que componen un 3% proporcionalmente.

Se realizaron preguntas que cumplieran con un panorama general y uno específico donde se evaluó la experiencia práctica con el uso de laboratorios educativo portátiles y el uso de módulos de medición de circuitos electrónicos. La encuesta cuenta con 8 preguntas, las cuales son:

- 1) ¿Usted tiene una definición o idea de lo que es un laboratorio educativo portátil?

Tabla 11. Conocimiento sobre laboratorio educativo portátil

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Si	59	57%
No	15	15%
Talvez	29	28%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

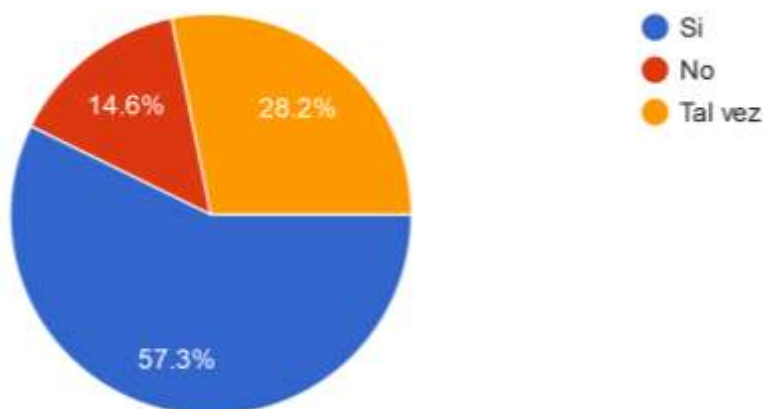


Figura 34. Conocimiento sobre laboratorio educativo portátil. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

El 57% de los encuestados afirman conocer un laboratorio educativo portátil, esto equivale a que 59 de 103 estudiantes tiene una imagen mental con la cual pueden evaluar su conocimiento acerca del tema, el 28.2% lo compone una tasa de 29 estudiantes los cuales determinar o que talvez tenían una idea o que lo podían relacionar con algo, el 15% equivalente a 15 encuestados mencionaron que no tenían ningún conocimiento o idea con la que puedan relacionar un laboratorio educativo portátil.

- 2) ¿Usted ha utilizado un laboratorio educativo portátil como NI Elvis, Universal Trainer, PB-503, entre otros ¿para propósitos de aprendizaje en electrónica?

Tabla 12. Experiencia con laboratorios educativos portátiles

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Si	59	57.3%
No	44	42.7%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

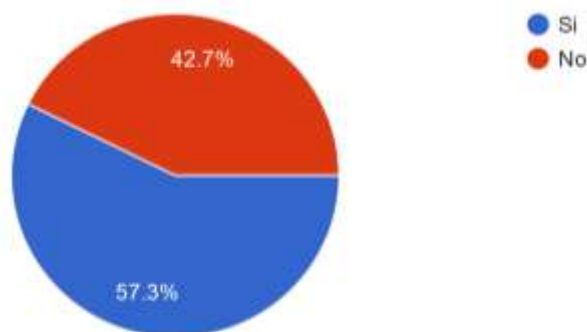


Figura 35. Gráfica de experiencia con laboratorios educativos portátiles. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Tomando en cuenta los datos que se recopilaron, se evalúa que el 57.3% de los encuestados tienen experiencia trabajando con módulos de laboratorio usados para la medición de circuitos electrónicos, por lo tanto, pueden realizar una evaluación objetiva en base a los conocimientos que adquirieron con las prácticas que han realizado. Pero si bien más de la mitad de los estudiantes encuestados cuentan con experiencia también se establece que 42.7% de los estudiantes no cuentan con la habilidad para manipular módulos de laboratorio educativo, mostrando un vacío existente al desenvolverse en áreas que requieren destreza con herramientas usadas frecuentemente usadas profesionalmente.

- 3) ¿Usted considera fundamental el uso de un laboratorio educativo portátil para las guías y prácticas experimentales en las materias relacionadas a la electrónica?

Tabla 13. Importancia del laboratorio educativo portátil

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	95	92.2%
Parcialmente de acuerdo	4	3.8%
Tal vez	2	2%
Parcialmente desacuerdo	1	1%
Totalmente desacuerdo	1	1%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

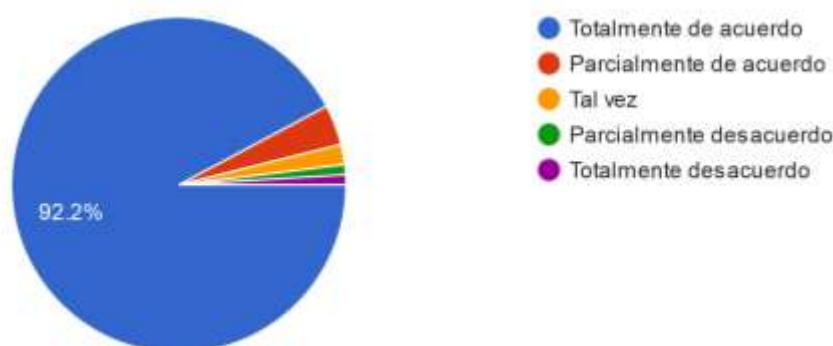


Figura 36. Gráfica cuantitativa de grado semestral. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Revisando los datos obtenidos en la pregunta 3 se analiza que el 92.2% de los encuestados consideran importante el uso de herramientas prácticas para complementar las teorías que se revisan en materias relacionadas con la electrónica, siendo este el razonamiento de 95

estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática. Se encontraron que 4 estudiantes estuvieron parcialmente de acuerdo con respecto a la pregunta que se les formulo por lo tanto completan un 3.8% de la tasa de muestra de la población. El 2%,1% y 1% de los encuestados contestaron que se encontraban en talvez, parcialmente en desacuerdo y totalmente en desacuerdo respectivamente por lo tanto se analiza que un porcentaje de la población considera que los estudios realizados en clases no necesitan de dispositivos que fomenten en desarrollo de destrezas prácticas.

- 4) ¿Con que frecuencia usted realiza prácticas de laboratorio orientas a as electrónica en su carrera?

Tabla 14. Frecuencia de prácticas de laboratorio

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Diariamente	6	5.80%
Semanalmente	25	24.3%
Mensualmente	13	12.6%
Semestralmente	42	40.8%
Nunca	17	16.5%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

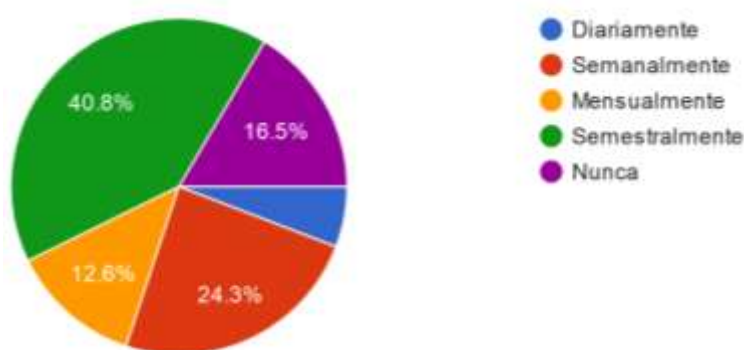


Figura 37. Grafica de frecuencia de prácticas de laboratorio. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Al preguntar la frecuencia con la que los estudiantes realizan prácticas de laboratorio se evalúa que diariamente solo un 5.8% cumple con la premisa, seguidos de un 24.3% opera con módulos semanalmente, a continuación un 12.6% realiza practicas mensualmente, a su vez un 40.8% trabaja con módulos educativos de laboratorio para la medición de circuitos

electrónicos este porcentaje equivale a 42 personas que componen la muestra de la población y por ultimo un 16.5% nunca realiza prácticas de laboratorio con módulos educativos.

- 5) ¿Conoce usted la existencia de un dispositivo o un módulo el cual permita la medición de voltaje y corriente en la carrera de Ingeniería en Teleinformática?

Tabla 15. Conocimientos sobre módulos de medición de voltaje y corriente

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Si	96	93.2%
No	7	6.8%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

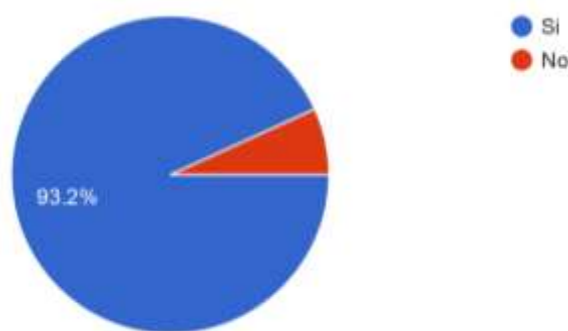


Figura 38. Grafica sobre conocimientos en módulos de medición de voltaje y corriente. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Al preguntarle a los estudiantes si conocen de módulos de medición de voltaje y corriente en la carrera de Ingeniería en Teleinformática estos respondieron en un 93.2% positivamente a esta incógnita este porcentaje equivale a 96 personas de las 103 escogidas como muestra de la población y que un 6.8% de los encuestados no conocen de la existencia de estos módulos, este porcentaje de la población pertenece a 7 individuos.

- 6) ¿Considera usted que el uso de módulos que permitan la medición de voltaje y corriente son necesarios en la construcción de circuitos electrónicos y prácticas de laboratorio?

Tabla 16. Relevancia de los módulos de medición de voltaje y amperaje

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Si	102	99%
No	1	1%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor del trabajo



Figura 39. Gráfica de la relevancia de los módulos de medición de voltaje y corriente. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Un 99% de la muestra poblacional indicaron que consideran relevante el uso de módulos de medición de corriente y voltaje, ya que estos facilitan la construcción y estudio de diferentes tipos de circuitos electrónicos y el 1% restante refleja que no hay necesidad de usar herramientas de medición de circuitos electrónicos.

- 7) ¿Cree usted que al realizar el análisis y estudio de diferentes circuitos eléctricos y electrónicos es necesario contar con los voltajes y corrientes que circulan por el mismo?

Tabla 17. Necesidad de módulos de medición de voltaje y amperaje

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Si	103	100%
No	0	0%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor



Figura 40. Gráfica de la necesidad de módulos de medición de voltaje y amperaje. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Para evaluar el funcionamiento de los componentes de un circuito electrónico se necesita conocer los valores de voltaje y corriente con los que trabaja cada uno de estos, para comprobar esta teoría se efectuó esta pregunta a la cual el 100% de los estudiantes respondieron que, si representa una necesidad, en base a esto se establece que los estudiantes deberían contar con instrumentos de lectura de corriente y voltaje desde los primeros semestres de la carrera de Ingeniería en Teleinformática.

8. ¿Usted considera que un voltímetro y amperímetro de bajo costo, código abierto y que se pueda integrar a un laboratorio educativo portátil presenta más beneficios que un multímetro normal?

Tabla 18. Valor del proyecto

Opciones	Estudiantes	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	66	64.1%
Parcialmente de acuerdo	20	19.41%
Tal vez	14	13.6%
Parcialmente desacuerdo	3	2.89%
Totalmente desacuerdo	0	0%
Total	103	100%

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor

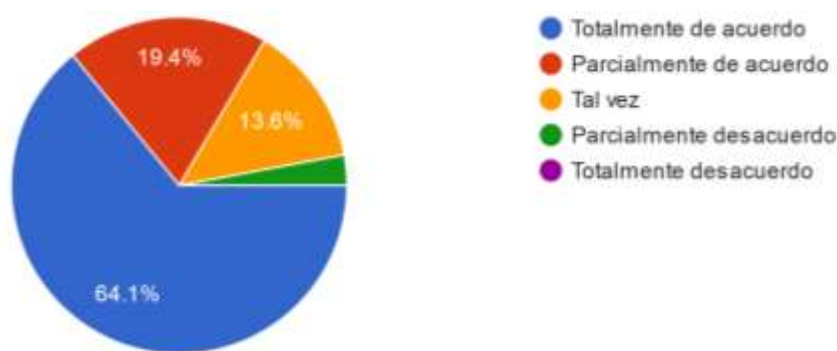


Figura 41. Grafica de valor del proyecto. Información tomada de Encuesta-ProyectoFCI, Elaborado por autor

Esta pregunta se desarrolló en base a la propuesta del tema de tesis para evaluar la viabilidad del mismo y así iniciar con el desarrollo del mismo. Al analizar las respuestas que se obtuvieron, se muestra que el 64.1% de los encuestados se encuentran totalmente de acuerdo y el 19.4% se encuentra parcialmente de acuerdo dando así un total de 86 estudiantes que se encuentran a favor de la idea que se les propone. Un 13.6% indicó que tal vez la

propuesta sea más beneficiosa que un multímetro normal y por último 2.89% se encontró parcialmente en desacuerdo con la pregunta planteada.

3.6.3 Análisis de la encuesta online

Usando la plataforma de Google Forms, cuyo software es gratuito y accesible para cualquier estudiante se elaboró la encuesta con preguntas relacionadas al presente proyecto, debido a la facilidad de uso de esta herramienta se pudo resolver una de las problemáticas más grandes de este proceso, las preguntas que se desarrollaron y evaluaron fueron 8 y 2 preguntas generales para conocer a los estudiantes que colaboraron.

Con los resultados de la encuesta determinados con valores gráficos y numéricos se puede contemplar la necesidad del módulo de medición de voltaje y corriente el cual se integre a un laboratorio educativo portátil para la carrera de ingeniería en teleinformática, debido a la necesidad de abarcar temas teóricos en prácticas que aporten con experiencia en funcionamiento de equipos y circuitos eléctricos, así como también genera la posibilidad de desarrollar artículos en base a proyectos generados en el transcurso del semestre. La opinión que los estudiantes expresaron en la encuesta es un punto de referencia al desarrollar nuevos planes de enseñanza y sílabos que cumplan con los requerimientos académicos y proyecten la capacidad de los estudiantes al desenvolverse en diversos temas en la rama de la electrónica.

Con los datos que se recopilaron de la encuesta se generan conclusiones que se tendrán pendientes al desarrollar el proyecto, se concluye que los estudiantes de la carrera de la Ingeniería en Teleinformática acogen el proyecto de forma positiva y que el uso de herramientas de medición debería de incluirse desde los primeros niveles de educación universitaria para generar una costumbre en el uso de dichos dispositivos.

3.7 Propuesta

Para leer el voltaje y la corriente que circula por un circuito electrónico es necesario usar herramientas que puedan tomar la información analógicas y la transforme en datos digitales que puedan ser visualizados a través de una pantalla, ya sean estas voltímetros, amperímetros o multímetros que se encuentran en el mercado.

Para diseñar un módulo capaz de realizar lecturas de voltaje y corriente se decidió trabajar con PIC 16f876, ya que este componente es programable y cumple con los requerimientos necesarios para realizar el tema propuesto. Para realizar el diseño del módulo y la simulación del mismo se usa el programa proteus el cual ya que es un software gratuito y no demanda

un equipo con características altas para ejecutarse. Para desarrollar el código que se introducirá en el PIC se usa el compilador CCS C el cual tiene como base el lenguaje de programación C.

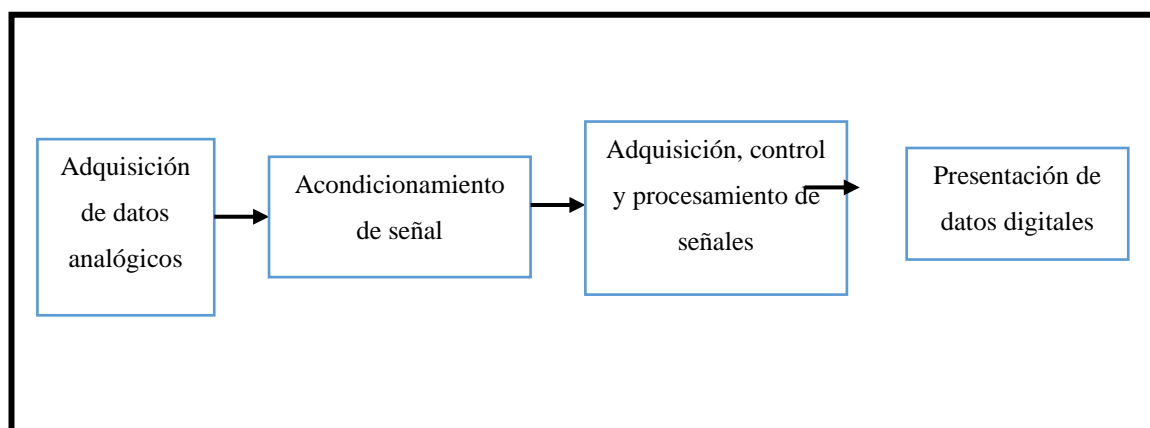


Figura 42. Diagrama de bloques de multímetro digital, Información tomada de la investigación previa, Elaborado por Autor

3.8 Diseño de la propuesta

Para desarrollar la propuesta se deben exponer la factibilidad que tiene el proyecto y demostrar la viabilidad del mismo por lo tanto es necesario explicar las bases y las especificaciones técnicas de los componentes con los que se trabajara.

3.8.1 Requerimientos para análisis y diseño del modulo

Factibilidad legal

El tema propuesto cuenta con el apoyo legal y cumple con las leyes que constan en la Constitución de la República de Ecuador y la Ley de Orgánica de Educación Superior, esto se puede revisar en el capítulo II donde se especifican los artículos que apoyan el uso de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en el desarrollo de las actividades académicas que establezcan el uso de dispositivos para la enseñanza.

Factibilidad Técnica

En el trabajo de investigación se plantea el uso de programas de simulación que aportaran la representación gráfica del diseño que plantea elaborar así como también componentes que se encuentren comúnmente en el mercado electrónico y tengan costos accesibles para un estudiante universitario, también se reunirán las especificaciones técnicas con las que deben contar los componentes con los que se plantee trabajar demostrado así la viabilidad con la que cuenta el análisis y diseño del tema propuesto.

3.8.2 Diseño de módulo de medición de voltaje y corriente.

Para el desarrollo del módulo de medición de voltaje y corriente el cual realizara mediciones con lecturas analógicas y presentara los datos obtenidos a través de una pantalla, debido a que el módulo va a estar integrado a un laboratorio educativo portátil trabajara con la energía que le proporcione una fuente de poder que entregara voltajes de $\pm 5\text{V}$, $\pm 12\text{V}$ y una fuente variable de 0 a $\pm 24\text{V}$, si la lectura del voltaje es de $+30\text{V}$ entonces se deberá contar con un circuito de acondicionamiento que lo reduzca a 5V para que la entrada analógica del PIC 16F876 no presente daños y si el voltaje que ingresa llega a ser de -30V se acondicionara la señal para que se vuelva 0V . En el caso que la lectura del voltaje varíe entre $\pm 30\text{V}$ entonces la división de tensión será de $-2,5\text{V}$ a $2,5\text{V}$ y los valores que sean negativos no podrán ingresar directamente al microcontrolador. Al medir el voltaje de un circuito es necesario tomar en cuenta la polaridad que tiene la energía que está circulando por los componentes. Los voltajes con los que trabajará el módulo serán de 5V para la pantalla lcd 16×2 y de 5V para el microcontrolador PIC 16F876, este microcontrolador trabajara con un oscilador de cristal externo de 4 MHz para que el rendimiento no se vea afectado por el ruido y se usaran diodos Zener de 5V para proteger el microcontrolador en caso de que ocurra un accidente al conectar las puntas de medición del circuito.

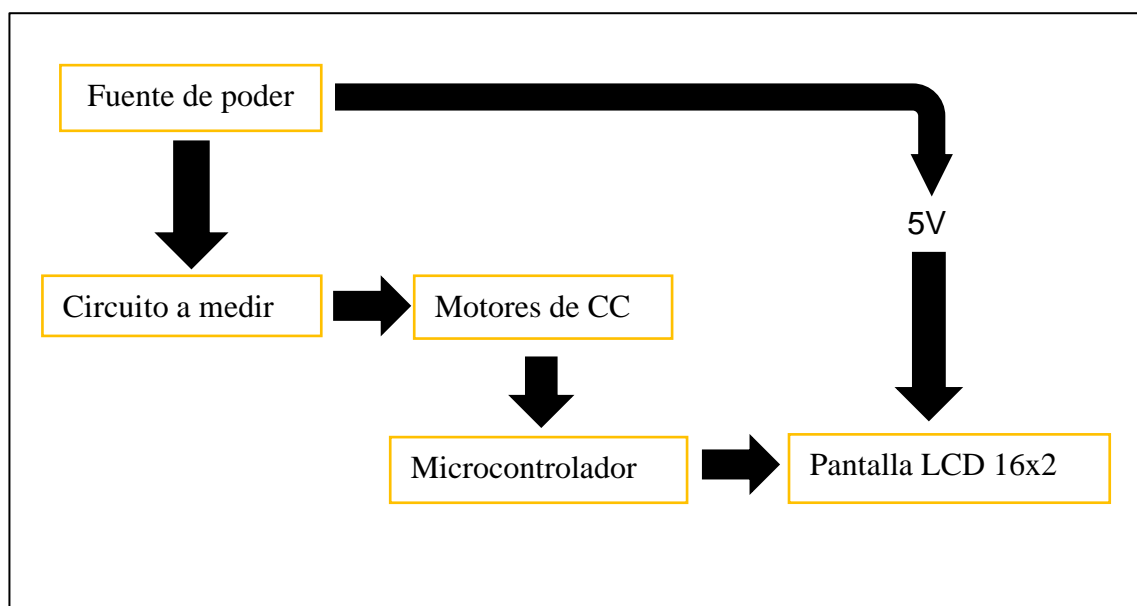


Figura 43. Diagrama de bloques del módulo. Información tomada del presente proyecto. Elaborado por autor.

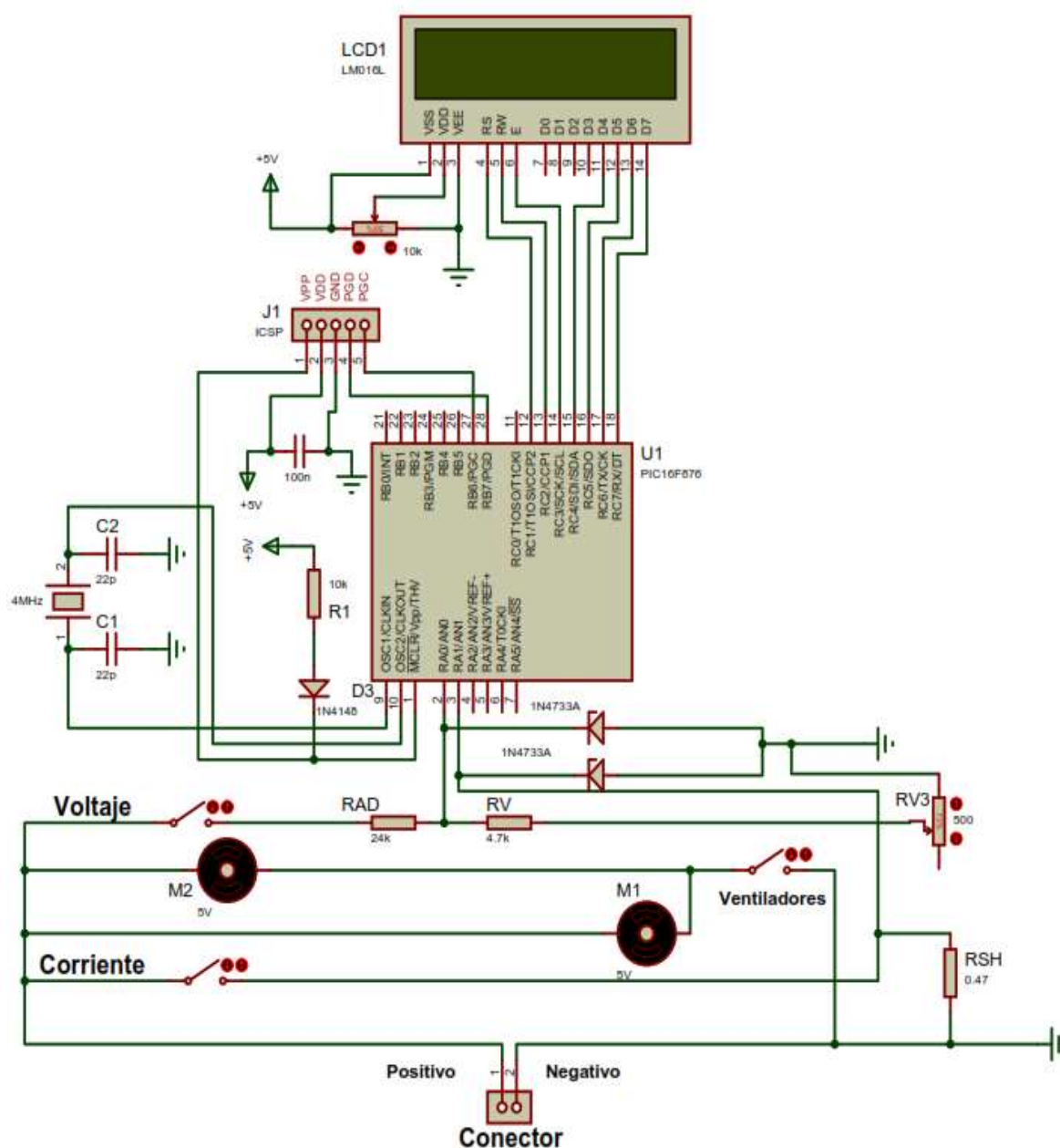


Figura 44. Diseño de módulo de medición de Voltaje y corriente. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

3.9 Especificaciones técnicas de los componentes de medición de voltaje y corriente

3.9.1 Motor de CC

Para el desarrollo del circuito se decidió usar dos motores para ventilar el dispositivo en caso de calentamiento, en el diseño se establecerán 2 motores que serán de 283 Ohms y 428 Ohms a 5v respectivamente.

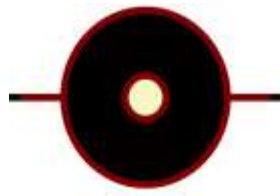


Figura 45. Motor de CC. Información tomada del presente proyecto. Elaborado por autor

Los 2 motores estarán conectados a un switch para que los valores de estos no interfieran en las mediciones

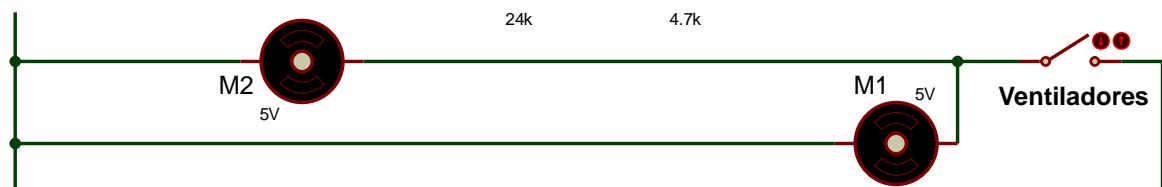


Figura 46. Motores CC. Información tomada el presente trabajo. Elaborado por autor.

3.9.2 Potenciómetro

Es necesario para que el circuito realice las mediciones de corriente ya que al implementarlo y desarrollar el código se debe especificar el valor del voltaje y la resistencia para calcular la corriente que tiene el circuito o componente que se está midiendo.

El potenciómetro que se uso es de 1 Kohm.

Tabla 19. Valores de corriente con respecto al potenciómetro

Resistencia al 50%	Voltajes (in)	Valor en voltios (V)	Valor en corriente (I)
500	5V	4.81	0.01
500	9V	8.68	0.018
500	12V	11.56	0.024
500	24V	23.12	0.048

Información tomada del presente proyecto. Elaborado por autor

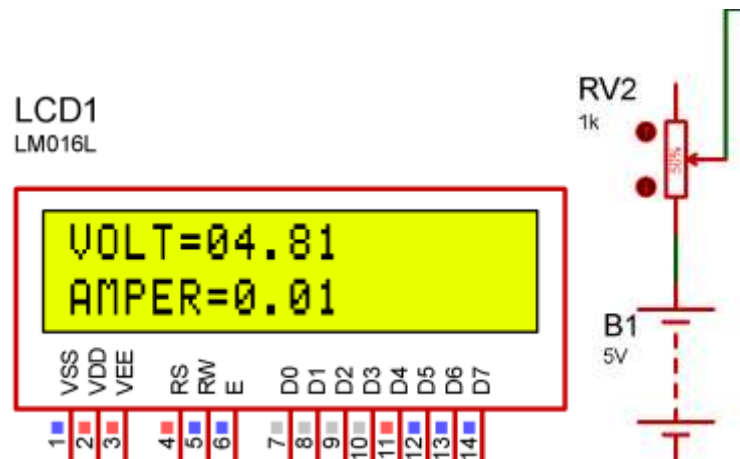


Figura 47. Resistencia de 50% a 5v. Información tomada el presente trabajo. Elaborado por autor.

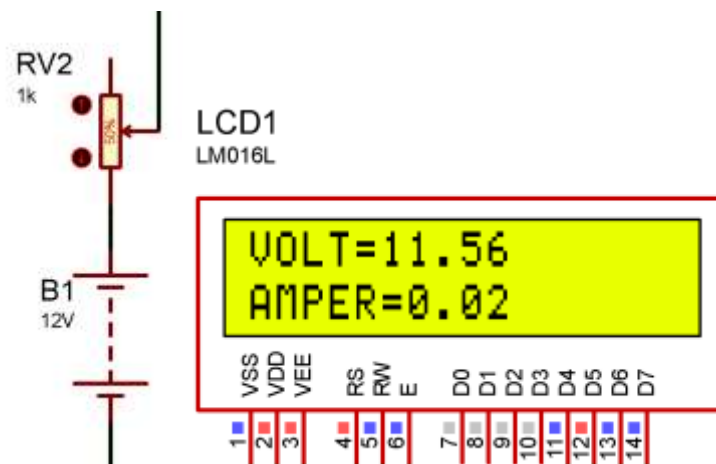


Figura 48 Resistencia de 50% a 12v. Información tomada el presente trabajo. Elaborado por autor.

3.9.3 Microcontrolador PIC 16F876

El microcontrolador que se usara para trabajar con la programación será el PIC16F876, donde se usaran los pines RA0, AN0 Y RA1, AN1 para ingresar los datos de voltaje y corriente que se están monitoreando, por eso se lo debe configurar como entradas analógicas, estos puertos se conectan en el interior al ADC del PIC y se escogen las conexiones que se usaran respectivamente.

El voltaje de referencia se denomina VDD y la frecuencia que se usara es $F_{osc}/8$ que se puede traducir como frecuencia de oscilación dividido para 8 bits, de esta forma se consigue el tiempo de conversión $A/D \cdot \text{bit}$ con un tiempo expresado en $2\mu s$.

$$T_{osc} = \frac{1}{F_{osc}} \quad (13)$$

$$F_{osc} = 4Mhz \quad (14)$$

$$TAD = 8 * T_{osc} \quad (15)$$

$$= \frac{1}{\frac{F_{osc}}{8}} \quad (16)$$

$$= \left(\frac{8}{4} \right) * 10^{-6} \quad (17)$$

$$= 2\mu s \quad (18)$$

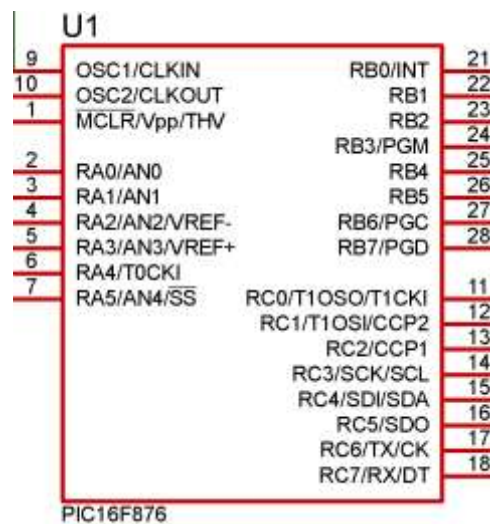


Figura 49. PIC16F876. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

Siguiendo la datasheet del microcontrolador se define que:

Tabla 20. Pines de conexión

OSC1/CLKIN	Entrada del oscilador de cristal externo
OSC2/CLKOUT	Salida del oscilador de cristal
MCLR/VPP	Programación del voltaje de entrada. Este pin es un reset activo bajo para el dispositivo.
RA0/AN0	Entrada analógica
RA1/AN1	Entrada analógica

RBC6/PGC	Reloj de programación en serie o pin de interrupción al cambiar pin depurador del circuito.
RB7/PGD	Reloj de programación en serie o pin de interrupción al cambiar pin depurador del circuito.
RC1/T1OSI/CCP2	RC1 también puede ser la entrada del oscilador Timer1 o la entrada Capture2 / Compare2 output / PWM2 output
RC2/CCP1	RC2 también puede ser la entrada Capture1 / Compare1 output / PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	RC3 también puede ser la entrada / salida de reloj serial síncrono para los modos SPI e I2C.
RC4/SDI/SDA	RC4 también puede ser la entrada de datos SPI (modo SPI) o la E / S de datos (modo I2C).
RC5/SDO	RC5 también puede ser la salida de datos SPI (modo SPI)
RC6/TX/CK	C6 también puede ser la transmisión asíncrona de USART o el reloj síncrono
RC7/RX/DT	RC7 también puede ser la recepción asíncrona de USART o los datos síncronos

Información tomada de la página web datasheet.com. Elaborado por autor

3.9.4 Oscilador de cristal

El microcontrolador posee un oscilador de cristal interno el cual trabaja con un oscilador externo para proporcionar un mejor funcionamiento del PIC. Este oscilador se encarga de generar una señal eléctrica con frecuencia estable y específica.

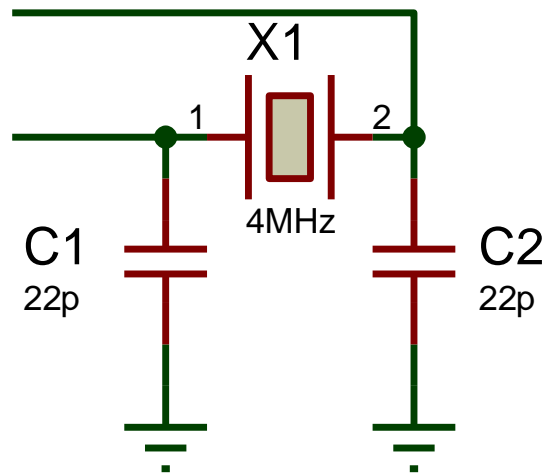


Figura 50. Oscilador de cristal. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

En este caso el oscilador de cristal no necesita ser integrado en el diseño de la simulación, pero si se plantea desarrollar el modelo físico es necesario colocar este componente, para mejorar la estabilidad en las frecuencias de tiempo que aprovisiona a los circuitos integrados digitales.

En la siguiente tabla se muestra porque se escoge el oscilador de cristal de 4 MHz junto con los 2 capacitores de 22p los cuales se conectan a la entrada y salida correspondientemente.

Tabla 21. Rangos de testeo

Modo	Frecuencia	OSC1	OSC2
XT	455 kHz	68-100 pF	68-100 pF
	2.0 MHz	15-68 pF	15-68 pF
	4.0 MHz	15-68 pF	15-68 pF
	8.0 MHz	10-68 pF	10-68 pF
HS	16.0 MHz	10-22 pF	10-22 pF

Información tomada de la página web datasheet.es. Elaborado por autor.

Tomando en cuenta la tabla anterior se define que el oscilador que se usara es el de 4 MHz el cual se encuentra en el mercado como Murata Erie CSA2.00MG con un porcentaje de +/- 0.5%.

3.9.5 Divisor de tensión

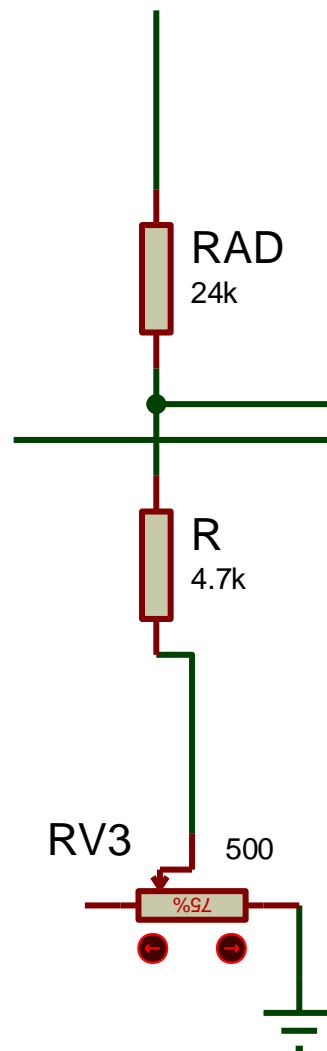


Figura 51. Divisor de Voltaje. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

Tal y como se expone en la imagen 51 se usa un divisor de tensión con resistencias de 24k, 47k y un potenciómetro de 500 Ohms que servirá para la calibración del voltaje que ingresa al microcontrolador. Seguido del divisor de voltajes se encuentra un diodo Zener 5v1 para evitar cualquier sobre voltaje que ocurra al medir un circuito eléctrico, la información que pasa a través del divisor ingresa por el pin RA0/AN0 el cual transformara y evaluara la información que también se obtiene del pin RA1/AN1 para presentar los datos digitales en la pantalla lcd.

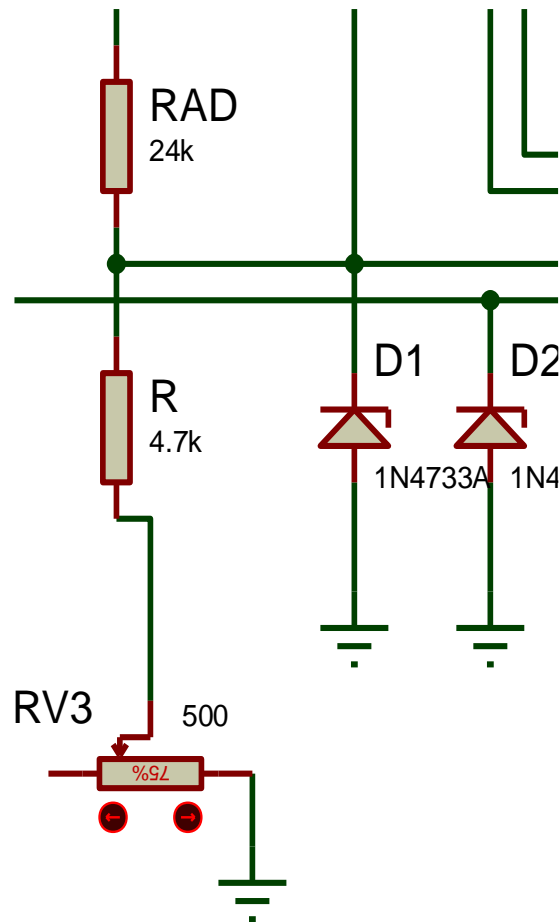


Figura 52. Esquema de divisor de voltaje para entrada analógica. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

Para encontrar el valor de la resistencia adicional “RAD”, se escoge el valor de la resistencia “RV” y aplica la siguiente formula.

$$RAD = (n - 1) * RV \quad (19)$$

Donde:

n= número de veces donde se aumenta el voltaje que puede ser medido añadiendo RAD.

$$n = \frac{VM}{VV} \quad (20)$$

El voltaje en RV no debe superar los 5V de VV.

El voltaje a medir es de 30V como máximo.

$$n = \frac{30V}{5V} = 6 \quad (21)$$

$$RAD = (6 - 1) \times 4,7k = 23500 = 24k \quad (22)$$

$$RAD = 24k \quad (23)$$

$$RV = 4,7k \quad (24)$$

El potenciómetro que se aplica al final del divisor de voltaje sirve para ajustar la medición en 500 ohmios en caso de que los valores de las resistencias no sean exactamente los que se seleccionan para su voltaje particular. Se debe considerar que las resistencias tienen que tener una exactitud del 1%, debido a que esto afectara en la precisión general de las lecturas realizadas.

La resistencia que esta descrita como “RSH” se encuentra derivando y sirve para medir la corriente eléctrica, se conecta directamente con la línea de alimentación de la punta analógica negativa.

Para encontrar el valor de la resistencia “RSH” se usa la siguiente formula:

$$RSH = \frac{RA}{n - 1} \quad (25)$$

$$RSH = 0.47\Omega \quad (26)$$

El microcontrolador PIC 16F876 tiene un ADC interno que funciona como un conversor de datos analógicos a digitales de 10 bits. Tomando esto en cuenta se define que:

$$2^{10} = 1024 \quad (27)$$

Esto se dividirá por la tensión de referencia, la cual se define como VDD con lo cual se obtiene el factor de conversión o escalar (SCF):

$$SCF = \frac{1024}{5} = 204,8 \text{ bits/voltios} \quad (28)$$

Después de obtener el valor de “SCF” se aplicará la siguiente formula:

$$Res = \frac{1}{SCF} \quad (29)$$

$$Res = \frac{\frac{1}{1024}}{5} \quad (30)$$

$$Res = \frac{5}{1024} \quad (31)$$

$$Res = 0.0048 \text{ voltios/bit} \quad (32)$$

Para que el microcontrolador no sufra daños al recibir los datos de la medición el voltaje debe ser estable porque este también será tomado en cuenta como voltaje de referencia “VR”.

Los datos registrados en ADCON0 dirigen la operatividad del módulo A/D mientras que el ADCON1 configura las operaciones que cumplirán los pines de los puertos. Los pines pueden ser configurables como entradas analógicas

Se usa CCS C, se usan las funciones `setup_adc()` y `setup_adc_ports()` para modificar los registros presentes en ADCON0 y ADCON1 y obtener la composición estimada, para esto se deben usar las constantes de argumento que se encuentran en el archivo.h para el microcontrolador PIC que se usara.

Los valores registrados en ADC se almacena en ADRESH y ARESL con 8 bits para cada uno y se usara la función `read_adc()` para obtener el valor digital que se recibe del convertidor análogo a digital.

Tal y como exprese la directiva `#DEVICE ADC` el valor que se devolverá será de números enteros de 8 o 16 bits los cuales serán los productos resultantes del voltaje presente en AN0 y SCF.

Conforme a lo planteado anteriormente se aplican las siguientes premisas:

$$read_adc(): VV * SCF \quad (33)$$

$$VV = read_adc() \times SCF \quad (34)$$

$$VM = \left[\frac{RAD + RV}{RV} \right] \times VV \quad (35)$$

Y para definir los valores del amperímetro se aplica la siguiente formula:

$$IM = \frac{VSH}{RSH} \quad (36)$$

$$= \frac{0.0048 \times read_adc()} {0.47} \quad (37)$$

$$= 0.01 \times read_adc() \quad (38)$$

Los datos obtenidos de la corriente se mostrarán con valores de hasta 10 mA.

3.9.6 Resultados de los datos registrados por el modulo

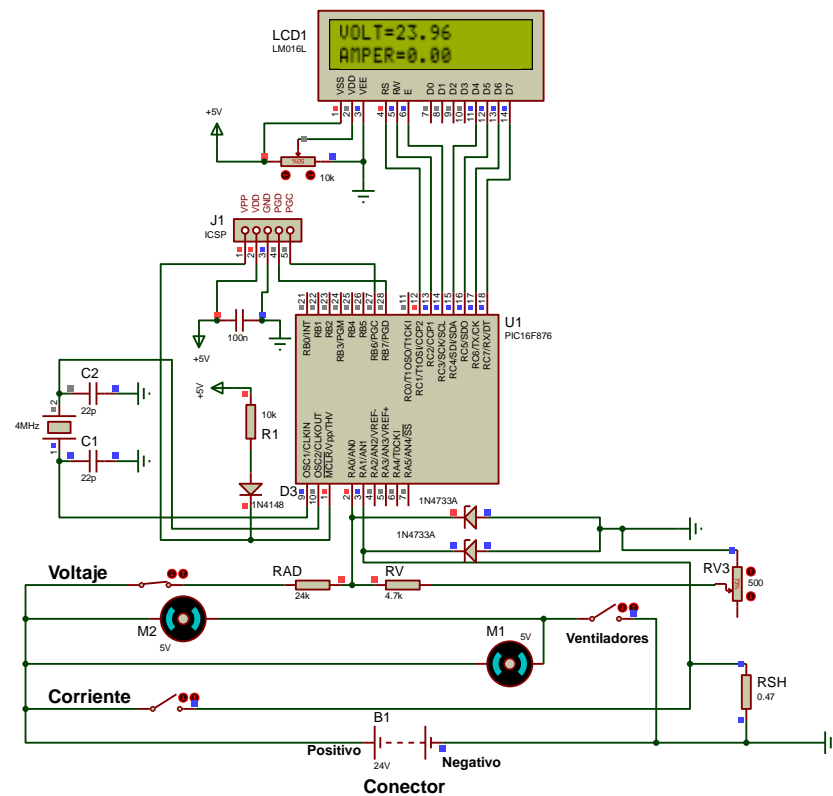


Figura 53. Voltaje con 24V. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

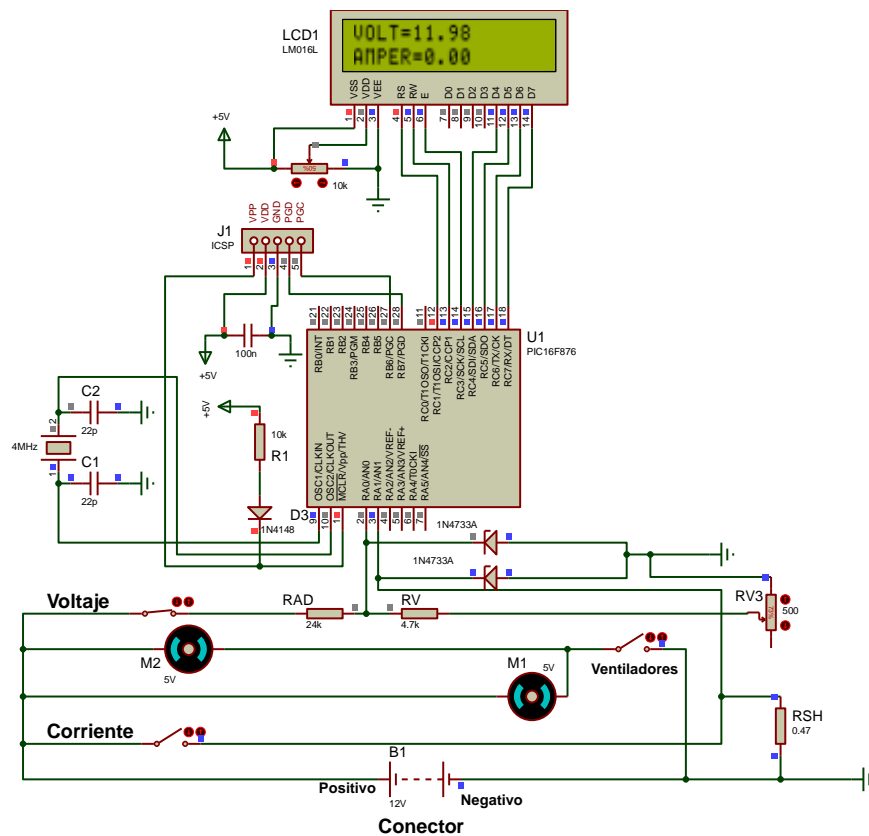


Figura 54. Voltaje con 12V. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

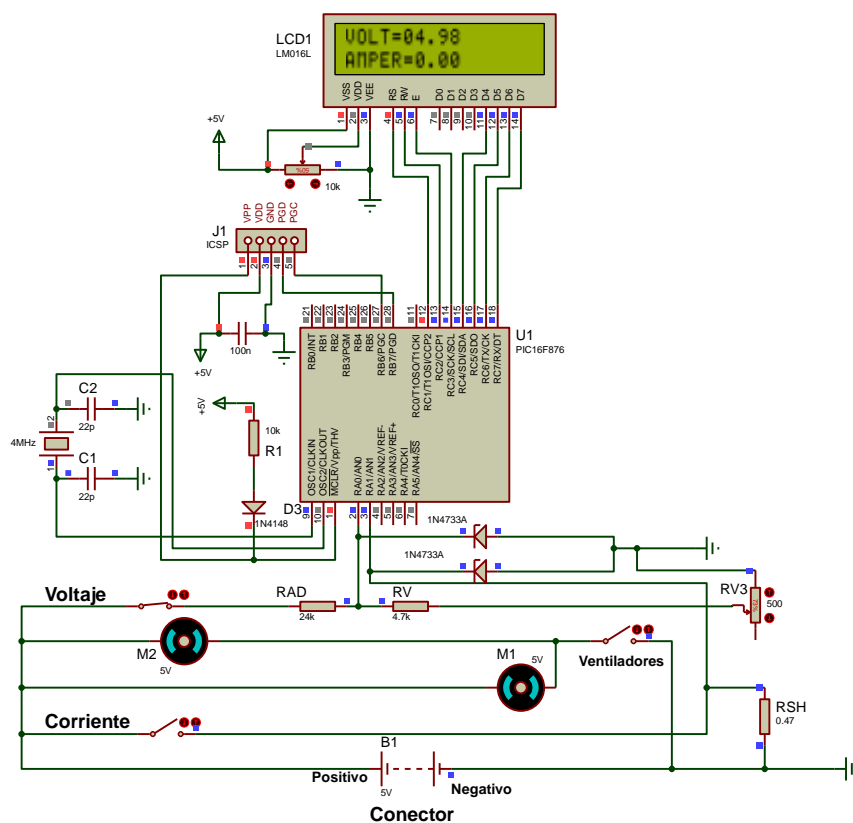


Figura 55. Voltaje con 5V. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

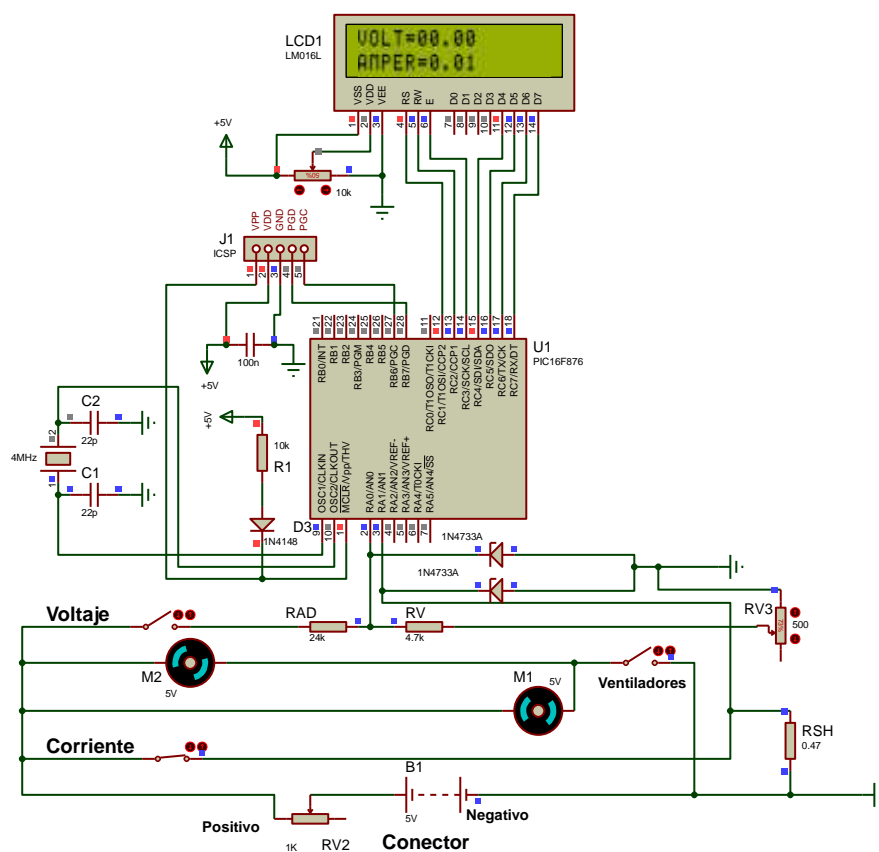


Figura 56. Corriente con 5V y 500 ohms. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

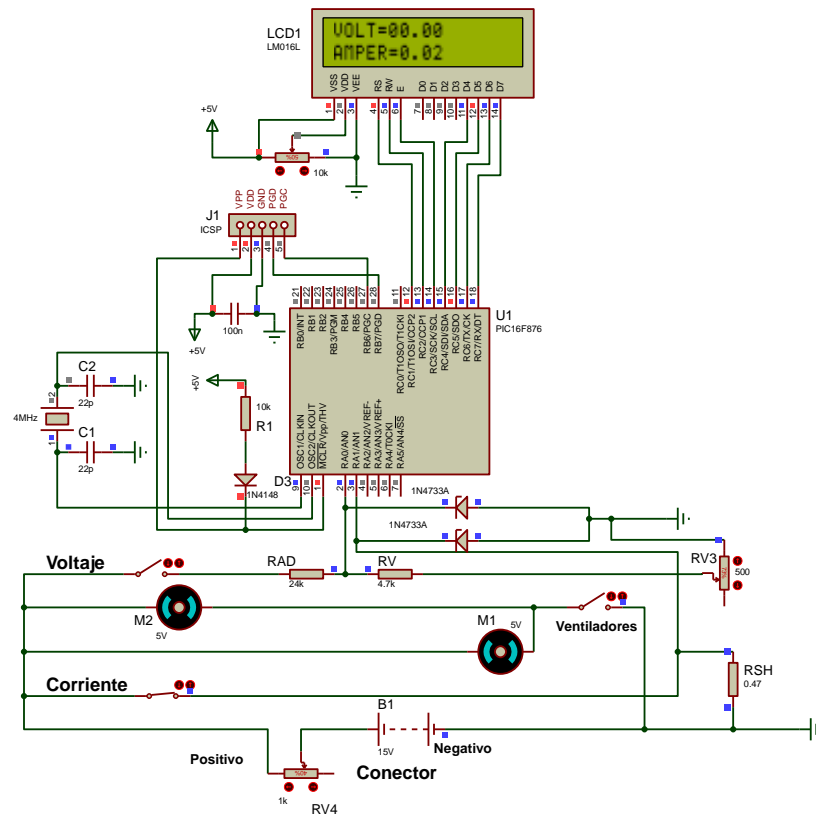


Figura 57. Corriente con 15V y 600 ohms. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

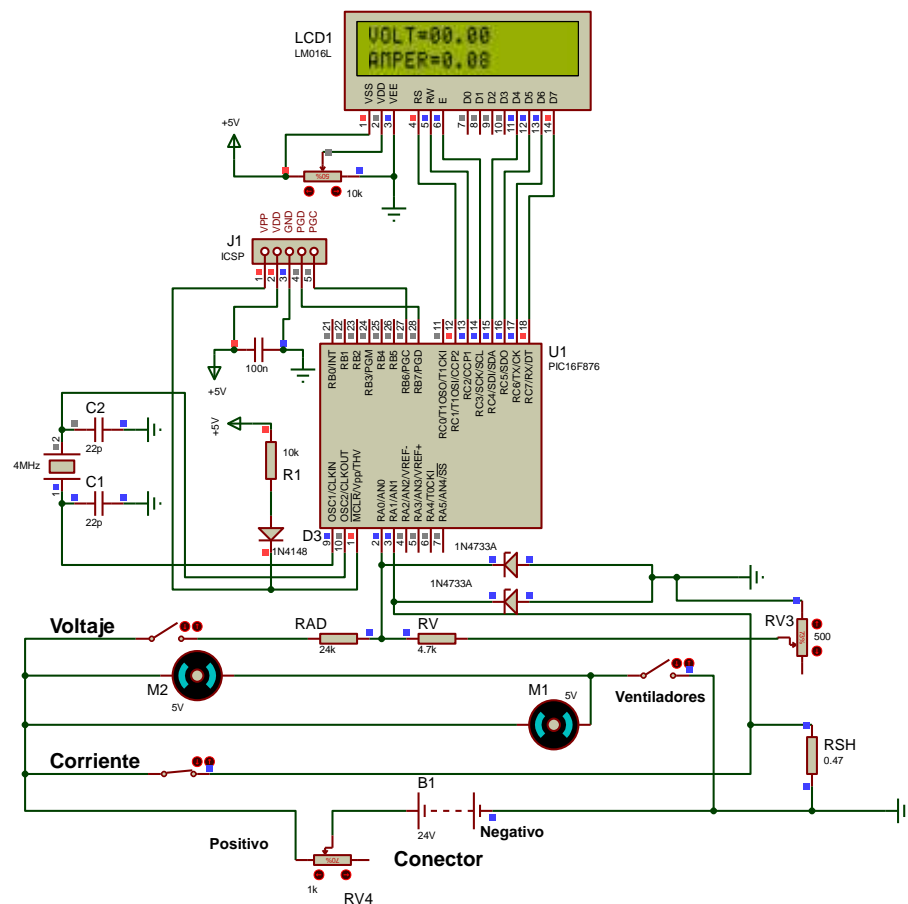


Figura 58. Corriente con 24V y 300 ohms. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

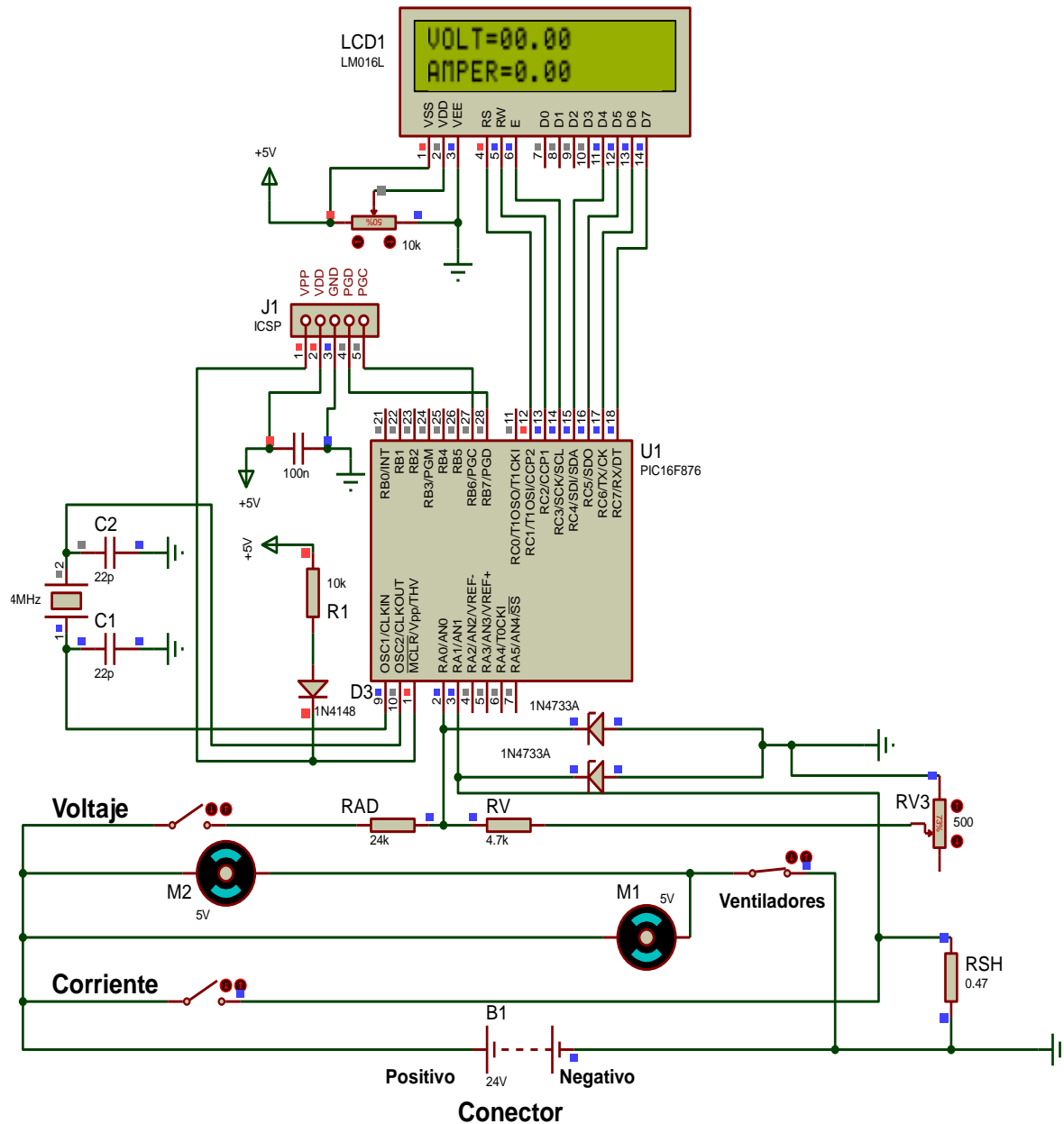


Figura 59. Ventiladores den funcionamiento. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

3.10 Costos de fabricación

Tabla 22. Valores de mercado de los componentes Electrónicos

Cantidad	Tipo	Valor	Costo
2	Motores	5v	\$ 4,50
1	Potenciómetro	1k	\$ 0,25
1	Potenciómetro	500 Ohms	\$ 0,25
1	Potenciómetro	10k	\$ 0,50

Cantidad	Tipo	Valor	Costo
1	Resistencia	24k	\$ 0,10
1	Resistencia	47k	\$ 0,10
1	Resistencia	10k	\$ 0,10
1	Resistencia	0.47	\$ 0,05
3	Diodo	1N4733A	\$ 0,30
2	Capacitores	22p	\$ 0,40
1	LCD	16x2	\$ 3,99
1	Oscilador de cristal	4Mhz	\$ 0,50
1	Microcontrolador	16F876	\$ 4,80
Total			\$ 15,84

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por autor.

3.11 Conclusiones

- Se demostró que la información reunida fue aplicada al diseñar el módulo de medición de voltaje y corriente estableciendo las especificaciones técnicas necesarias para realizar el análisis del tema propuesto.
- Tomando en cuenta la encuesta realizada se presenta el diseño de un módulo medidor de voltaje y corriente que permita a los estudiantes de los primeros niveles desarrollar practicas fuera de clases.
- Se establece que los componentes usados en el diseño del módulo cumplen con el objetivo del proyecto al ser de bajo costo, contar con software gratis, tener una programación abierta y tener un funcionamiento que le facilite al usuario el entendimiento del mismo.
- Se ha obtenido experiencia en el lenguaje de programación C.
- El módulo de medición de corriente y voltaje cumple con la propuesta desarrollada en el alcance del proyecto el cual fue definido en el capítulo 1 del presente trabajo.
- Al realizar mediciones de voltaje o corriente se debe tener en cuenta que es necesario calibrar el módulo para obtener resultados con el menor margen de error posible.
- Se realizo la simulación del diseño elaborado en el software libre proteus para asi demostrar el funcionamiento y comprobar las variables que existan en el desarrollo del tema.

3.12 Recomendaciones

- Añadir módulos como el Zmpt101b para realizar mediciones de voltaje AC o el ACS712 para realizar mediciones de corriente en AC los cuales pueden trabajar con microcontroladores o arduino.
- Complementar la programación con el cual se diseñó el módulo de medición de voltaje y corriente para poder acoplar nuevos circuitos en futuros proyectos o mejorar el funcionamiento del mismo.
- Evaluar la viabilidad de incorporar nuevas funciones y actualizaciones al módulo para que se adapte a las necesidades de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática.
- Contar con el software y hardware que permita el diseño de circuitos eléctricos para que no se presenten inconvenientes al realizar simulaciones ya que es una de las necesidades atenuantes al evaluar el funcionamiento del diseño elaborado.
- Tener experiencia trabajando con softwares libres para el diseño de circuitos electrónicos ya sea Proteus, Eagle, ProfiCAD, EasyEDA entre otro

ANEXOS

Anexos

LOES: Ley orgánica de educación superior

Art. 5.- Derechos de las y los estudiantes. - Son derechos de las y los estudiantes los siguientes:

- a) Acceder, movilizarse, permanecer, egresar y titularse sin discriminación conforme sus méritos académicos;
- b) Acceder a una educación superior de calidad y pertinente, que permita iniciar una carrera académica y/o profesional en igualdad de oportunidades;
- c) Contar y acceder a los medios y recursos adecuados para su formación superior; garantizados por la Constitución;
- d) Participar en el proceso de evaluación y acreditación de su carrera;
- e) Elegir y ser elegido para las representaciones estudiantiles e integrar el cogobierno, en el caso de las universidades y escuelas politécnicas;
- f) Ejercer la libertad de asociarse, expresarse y completar su formación bajo la más amplia libertad de cátedra e investigativa;
- g) Participar en el proceso de construcción, difusión y aplicación del conocimiento;
- h) El derecho a recibir una educación superior laica, intercultural, democrática, incluyente y diversa, que impulse la equidad de género, la justicia y la paz;
- i) Obtener de acuerdo con sus méritos académicos becas, créditos y otras formas de apoyo económico que le garantice igualdad de oportunidades en el proceso de formación de educación superior; y,
- j) A desarrollarse en un ámbito educativo libre de todo tipo de violencia.

Nota: Artículo reformado por artículo 4 de Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 297 de 2 de Agosto del 2018.

Concordancias:

Constitución de la república del Ecuador, Arts. 28

Art. 6.- Derechos de los profesores o profesoras e investigadores o investigadoras. - Son derechos de las y los profesores e investigadores de conformidad con la Constitución y esta Ley los siguientes:

- a) Ejercer la cátedra y la investigación bajo la más amplia libertad sin ningún tipo de imposición o restricción religiosa, política, partidista, cultural o de otra índole;
- b) Contar con las condiciones necesarias para el ejercicio de su actividad;
- c) Acceder a la carrera de profesor e investigador y a cargos directivos, que garantice estabilidad, promoción, movilidad y retiro, basados en el mérito académico, en la calidad

de la enseñanza impartida, en la producción investigativa, en la creación artística y literaria, en el perfeccionamiento permanente, sin admitir discriminación de género, etnia, ni de ningún otro tipo; además a tener posibilidades de acciones afirmativas;

d) Participar en el sistema de evaluación institucional;

e) Elegir y ser elegido para las representaciones de las y los profesores en las instancias directivas, e integrar el cogobierno;

f) Para el caso de las y los servidores públicos, ejercer los derechos previstos en la Ley Orgánica del Servicio Público. En el caso de las y los trabajadores de las instituciones de educación superior privadas, se estará a lo dispuesto en el Código del Trabajo;

g) Participar en el proceso de construcción, difusión y aplicación de la cultura y el conocimiento;

h) Recibir una capacitación periódica acorde a su formación profesional y la cátedra que imparta, que fomente e incentive la superación personal académica y pedagógica; y,

i) Ejercer libremente el derecho de asociación.

Nota: Literal f) sustituido por artículo 15 de Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 1008 de 19 de Mayo del 2017.

Nota: Artículo sustituido por artículo 5 de Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 297 de 2 de Agosto del 2018.

Concordancias: constitución de la república del Ecuador, Arts. 349

Art. 93.- Principio de Calidad.- El principio de calidad establece la búsqueda continua, auto reflexiva del mejoramiento, aseguramiento y construcción colectiva de la cultura de la calidad educativa superior con la participación de todos los estamentos de las instituciones de educación superior y el Sistema de Educación Superior, basada en el equilibrio de la docencia, la investigación e innovación y la vinculación con la sociedad, orientadas por la pertinencia, la inclusión, la democratización del acceso y la equidad, la diversidad, la autonomía responsable, la integralidad, la democracia, la producción de conocimiento, el diálogo de saberes, y valores ciudadanos.

Nota: Artículo sustituido por artículo 68 de Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 297 de 2 de Agosto del 2018.

Concordancias: constitución de la república del Ecuador, Arts. 346

Art. 96.- Aseguramiento interno de la calidad. - El aseguramiento interno de la calidad es un conjunto de acciones que llevan a cabo las instituciones de educación superior, con la finalidad de desarrollar y aplicar políticas efectivas para promover el desarrollo constante

de la calidad de las carreras, programas académicos; en coordinación con otros actores del Sistema de Educación Superior.

Nota: Artículo sustituido por artículo 71 de Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 297 de 2 de Agosto del 2018.

Art. 107.- Principio de pertinencia. - El principio de pertinencia consiste en que la educación superior responda a las expectativas y necesidades de la sociedad, a la planificación nacional, y al régimen de desarrollo, a la prospectiva de desarrollo científico, humanístico y tecnológico mundial, y a la diversidad cultural. Para ello, las instituciones de educación superior articularán su oferta docente, de investigación y actividades de vinculación con la sociedad, a la demanda académica, a las necesidades de desarrollo local, regional y nacional, a la innovación y diversificación de profesiones y grados académicos, a las tendencias del mercado ocupacional local, regional y nacional, a las tendencias demográficas locales, provinciales y regionales; a la vinculación con la estructura productiva actual y potencial de la provincia y la región, y a las políticas nacionales de ciencia y tecnología.

Concordancias:

Constitución de la república del Ecuador, Arts. 350

Art. 350 de la Constitución de la República del Ecuador señala que el Sistema de Educación Superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

Programación del microcontrolador

```

//LCD Module Connections
#define LCD_RS_PIN    PIN_C1
#define LCD_RW_PIN    PIN_C2
#define LCD_ENABLE_PIN PIN_C3
#define LCD_DATA4     PIN_C4
#define LCD_DATA5     PIN_C5
#define LCD_DATA6     PIN_C6
#define LCD_DATA7     PIN_C7
//End LCD Module Connections

//#define LCD_DATA_PORT getenv("SFR:PORTD")

#include "16F876.h"
#fuses XT,NOWDT,NOPUT,NOBROWNOUT,NOLVP,NOCPPD,NOWRT
#device *=16 ADC=10 ICD=true
#use delay(clock=4000000)
#include "lcd.c"

void main() {
    unsigned int16 VM, IM;
    int v[4], i[4];

    setup_ccp1(CCP_OFF); //disables the capture/compare/pwm modules
    setup_ccp2(CCP_OFF);
    setup_spi(SPI_DISABLED); //disables uart communication
    setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_8); // ADC clock is derived from Fosc
                                //to obtain TAD approx. 2us
    setup_adc_ports(AN0_AN1_AN3); // Input combination

    //set_tris_a(11); //leave the compiler decide the function of each pin
    //set_tris_b(0);
    //set_tris_c(0);

```

```

lcd_init();
delay_ms(5);    // <----- delays
lcd_putc("\f"); //Clear display
lcd_cursor_on(0); //lcd cursor off

while(TRUE) {
    delay_ms(500);
    set_adc_channel(0);
    delay_ms(100);
    VM = read_adc()*0.03*100;
    v[0] = (VM/1000);
    v[1] = (VM/100)%10;
    v[2] = (VM/10)%10;
    v[3] = (VM/1)%10;
    delay_ms(100);
    set_adc_channel(1);
    delay_ms(100);
    IM = (read_adc()*0.0048/0.47)*1000;
    i[0] = (IM/1000);
    i[1] = (IM/100)%10;
    i[2] = (IM/10)%10;
    //i[3] = (IM/1)%10;
    lcd_putc("\f");
    printf(lcd_putc,"VOLT=%d%d.%d%d\n", v[0], v[1], v[2], v[3]);
    printf(lcd_putc,"AMPER=%d.%d%d", i[0], i[1], i[2]);
}

}

```


ZMPT101B

El módulo transformador ZMPT101B es un componente que permite la lectura de voltaje alterno usando un arduino como intermediario, el cual cumple con la función de presentar en pantalla los datos adquiridos en la lectura de un elemento. Este módulo reduce el voltaje alterno adquirido en la medición y lo transforma en un voltaje menor para que el arduino pueda leer los valores debido a su rango máximo de entrada el cual es de 0v a 5v.



Figura 60, Módulo ZMPT101B, Información tomada de smarthphone controlled power meter, Elaborado por Shubham Pahadi, Austin Chu y Doni Tampubolon

Como se puede observar en la figura 30 el módulo se integra por un transformador que posee aislamiento galvánico para aseverar la ocupación que realizara. El transformador tiene como entrada el voltaje AC que plantea medir y en su salida tiene un divisor de tensión seguido de un circuito con amplificador operacional el cual es un OPAMP LM358, este tiene la función de adicionar el desplazamiento hacia la salida analógica que se encuentra como segundo pin de conexión.

El módulo puede soportar voltajes de 250 VAC como máximo de su capacidad y tendrá una salida de onda senoidal con una amplitud que se puede regular con un potenciómetro. El voltaje con el que se alimenta el módulo afecta directamente al desplazamiento que realizara la onda, explicando así que:

- 5v de entrada se desplazan a 2.5v.
- 3.3 v de entrada se desplazará a 1.65v.

El módulo ZMPT101B es el más adecuado para realizar las lecturas de voltajes AC los cuales son de baja tensión. El módulo cuenta con un circuito y protección en caso de que se realicen mediciones de tensiones de las cuales no se está seguro o no se tiene constancia.

Especificaciones técnicas

- Voltaje AC input: 250 VAC máx.
- Voltaje AC output: 5 VAC máx.
- Voltaje de alimentación: 3.3 V-5 VDC
- Señal output: Analógica senoidal

- Corriente input y output del transformador: 2mA
- Ratio input y output del transformador: 1000
- Disparidad de fase del transformador: $<30^\circ$ (50 ohm)
- Rango lineal del transformador: 0-3 mA (50ohm)
- Linealidad del transformador: 1%
- Aislamiento eléctrico input: 3000 V máx.

ACS712

El módulo ACS712 permite la lectura de corrientes en AC y DC teniendo en cuenta que se debe programar con un arduino para que muestre los resultados en pantalla. Este dispositivo consta de un sensor hall lineal y bajo offset con un camino de cobre conductor que se encuentra en la superficie de la matriz.



Figura 61. Módulo ACS712, Información tomada de hellakharlamova, Elaborado por Hella Kharlamova

Como se muestra en la figura 31 el módulo es sencillo ya que no cuenta con varios componentes, su entrada consta de dos conectores que son usados para colocar los pines del circuito que se medirá y tiene una salida de vcc, gnd y out.

Tabla 23. Guía de selección

Parte numérica	Embalaje	Rango	Sensibilidad
ACS712ELCTR-05B-T	Cinta y carrete, 3000 piece/reel	+ - 5	185 (mV/A)
ACS712ELCTR-20A-T	Cinta y carrete, 3000 piece/reel	+ -20	100 (mV/A)
ACS712ELCTR-30A-T	Cinta y carrete, 3000 piece/reel	+ -30	66 (mV/A)

Información tomada del sitio web: Alldatasheet.com, Elaborado por: Autor

En la tabla 5 se puede apreciar las características únicas de cada módulo medidor de corriente las cuales se deben tomar en consideración al realizar un proyecto o construir un circuito debido al límite de corriente y la sensibilidad con la que consta.

Especificaciones técnicas

- Bidireccional mide polos positivos y negativos
- Corriente máx.: 5A, 20A y 30A
- Voltaje de operación: 5v
- Lecturas de corriente AC y DC
- Resistencia del conductor: 80 kHz
- Offset estable
- Tiempo de reacción de la salida: 5 us

Bibliografía

- Aira Vazquez, R. (9 de mayo de 2018). *Pinza amperimétrica: funcionamiento*. Certicalia: <https://www.certicalia.com/blog/pinza-amperimetrica-funcionamiento>
- Amaguaya, A., & Alcívar, W. (2019). *Estudio y análisis de la calidad de la energía eléctrica de un banco de transformadores en media tensión a la empresa Hidalgo & Hidalgo en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Briceño, G. (03 de Agosto de 2019). *EUSTON*. Diferencia de potencial: <https://www.euston96.com/diferencia-de-potencial/>
- Capote León, C. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de Ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea]*, 8. <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Castillo López, J., & Omaña Vera, V. (2017). *Multímetro para dispositivos móviles*. Ecatepec: Centro universitario UAEM ECATEPEC.
- Castillo, J., & Omaña, H. (2017). *Multímetro para dispositivos móviles*. Estado de Mexico. <http://148.215.1.182/handle/20.500.11799/79183>
- Cuadros Acosta, I. (14 de marzo de 2016). *Geek Electrónica*. Obtenido de Circuitos Eléctricos: <https://geekelectronica.com/circuitos-electricos/>
- García Arredondo, R., Gómez Cortez, J., Padierna Arvizu, D., Peralta López, J., Pérez Pinal, F., Ramírez Arredondo, L., & Regalado Sánchez, J. (2018). *Diseño e implementación de un multímetro digital con funciones ampliadas de bajo costo*. Celaya: Tecnológico nacional de México en Celaya.
- García García, A. (2017). *Diseño e implementación de un voltímetro digital*. Málaga.
- Guoveia, R. (28 de junio de 2019). *todamateria.com*. Ley de Ohm: <https://www.todamateria.com/ley-de-ohm/>
- Hernández, A. (30 de noviembre de 2014). *¿Qué son los microcontroladores?* [tallerelectronica.com: https://tallerelectronica.com/2014/11/30/microcontroladores/](https://tallerelectronica.com/2014/11/30/microcontroladores/)
- Marmolejo, R. (12 de noviembre de 2017). *Microcontrolador – qué es y para que sirve*. Hetpro: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>

- Márquez, J. (23 de Septiembre de 2017). *Researchgate*. Obtenido de Tecnologías emergentes, reto para la educación Superior Colombiana: https://www.researchgate.net/publication/329167077_Tecnologias_emergentes_reto_para_la_educacion_Superior_Colombiana
- Molina Cruz, D. (2017). *Diseño de módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica para los estudiantes de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales*. Jipijapa: Universidad estatal del sur de Manabí Facultad de Ciencias Técnicas.
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2017). *Definición de amperímetro*. Definición.de.
- Rodriguez, P. (10 de Febrero de 2020). *Futuro Eléctrico*. Qué es la resistencia eléctrica y para qué sirve: <https://futuroelectrico.com/resistencia-electrica-para-que-sirve/>
- Romero, S., González, I., García, A., & Lozano, A. (2018). Herramientas tecnológicas para la educación inclusiva. 30.
- Soneira, E. (21 de julio de 2016). *ceac.es*. Electricidad básica: tipos de circuitos eléctricos y sus usos: <https://www.ceac.es/blog/electricidad-basica-tipos-de-circuitos-electricos-y-sus-usos>
- Soto, I. (25 de julio de 2019). *Diferencias.info*. Diferencia entre Multímetro Digital y Analógico: <https://diferencias.info/diferencia-entre-multimetro-digital-y-analogico/>
- Torres, H. (7 de noviembre de 2017). *HETPRO*. Corriente Eléctrica o Flujo Eléctrico: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/corriente-electrica-o-flujo-electrico/>
- Yacupoma, L. (2018). *La aplicación del módulo de electrónica digital y la calidad de aprendizaje de electrónica básica en los estudiantes de los Centros Técnicos Productivos del Distrito de Breña, durante el año 2016*. Lima.
- Zapata, F. (7 de julio de 2020). *Voltímetro: características, funcionamiento, para qué sirve, tipos*. lifeder.com: <https://www.lifeder.com/voltimetro/>