



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA 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 UN MÓDULO OSCILOSCOPIO
QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN
LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE
INGENIERÍA QUE PERMITA LA VISUALIZACIÓN
ELECTRÓNICA DE ONDAS”**

AUTOR

PLAZA LOPEZ ERWING DAVID

DIRECTOR DEL TRABAJO

ING. COMP. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL, MSC.

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 un módulo osciloscopio que se integre al desarrollo de un laboratorio educativo portátil de ingeniería que permita la visualización electrónica de ondas			
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):		Plaza López Erwing David	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):		Ing. Castillo León Rosa Elizabeth / Ing. Plaza Vargas Ángel Marcel.	
INSTITUCIÓN:		Universidad de Guayaquil	
UNIDAD/FACULTAD:		Facultad Ingeniería Industrial	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:		Ingeniería en Teleinformática	
FECHA DE PUBLICACIÓN:		19 de octubre del 2020	No. DE PÁGINAS: 97
ÁREAS TEMÁTICAS:		Tecnología Electrónica	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:		Osciloscopio Digital, Raspberry, Arduino, Señales electrónicas Python / Digital Oscilloscope, Raspberry, Arduino, Electronics Signals, Python.	
<p>Asistir a clases de electrónica sin laboratorios, es como ir a bailar sin música, donde los estudiantes pierden el interés y el rendimiento académico es casi nulo. Por tal razón, el objetivo de este trabajo de investigación es analizar el diseño de un módulo osciloscopio que sirva como instrumento de medición electrónica y este a su vez se encuentre integrado en un laboratorio portátil. Dicho modulo permitirá al estudiante realizar mediciones con las funcionalidades básica y propias de un osciloscopio real(análogo) Cabe destacar que en la parte del hardware de aquel módulo está implementado con elementos electrónicos y tarjetas programables, tales como arduino y raspberry, dichos componentes son de bajo costo. Y en la parte del software tales como el graficador y la interfaz gráfica del LEP está desarrollado gracias a las librerías del lenguaje de alto nivel Python.</p>			

Attending electronics classes without laboratories is like going dancing without music, where students lose interest and academic performance is almost nil. For this reason, the objective of this research work is to analyze the design of an oscilloscope module that serves as an electronic measurement instrument and this in turn is integrated into a portable laboratory. This module will allow the student to carry out measurements with the basic functionalities of a real oscilloscope (analog) It should be noted that in the hardware part of that module it is implemented with electronic elements and programmable cards, such as arduino and raspberry, those are of low cost. And in the part of the software such as the graphing and the graphical interface of the LEP it is developed thanks to the libraries of the high-level Python language.

ADJUNTO PDF:	SI	X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 097996852		E-mail: erwing.plazal@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola		
	Teléfono: 593-2658128		
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec		



**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, **PLAZA LOPEZ ERWING DAVID**, con C.C. No. **0951497742**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN MÓDULO OSCILOSCOPIO QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE INGENIERÍA QUE PERMITA LA VISUALIZACIÓN ELECTRÓNICA DE ONDAS**” 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.

A handwritten signature in blue ink, reading "Erving Plaza L.", written over a horizontal line.

PLAZA LOPEZ ERWING DAVID
C.C. No. 0951497742



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



Habiendo sido nombrado **ING. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **PLAZA LOPEZ ERWING DAVID, C.C.: 0951497742**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**.

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

URKUND

Documento: [TESIS-PLAZA LOPEZ ERWING DAVID.docx](#) (D80458503)

Presentado: 2020-10-01 21:27 (-05:00)

Presentado por: erwing.plazal@ug.edu.ec

Recibido: angel.plazav.ug@analysis.urkund.com

Mensaje: TESIS - PLAZA LOPEZ ERWING [Mostrar el mensaje completo](#)

3% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 8 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	https://www.ugr.es/~juanki/oscilosc...
	Maldonado Triviño - Tesis Laboratori...
	https://cdn.shopify.com/s/files/1/01...
	https://repositorio.umsa.bo/bitstrea...
	Murillo Macias Jaime Mauricio - Final...
	https://docplayer.es/111543627-Con...
	1595134603_658__trabajo_de_inves...
	https://www.engineersgarage.com/t...
	https://docplayer.es/81817191-Escu...

agregado materias de conocimientos tecnológicos y de datos ya que son de gran importancia al ingeniero en telecomunicaciones/telemática en la demanda de profesionales en el mundo laboral moderno. Por otra parte, la calidad de enseñanza de la carrera universitaria debe ser reflejada en el dominio de dichos conocimientos y la innovación de los.

1 Advertencias.

<https://secure.urkund.com/view/76979783-353860-694164>

ING. COMP. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL, MSC.
C.C. 0915953665
FECHA: 28 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

**ANEXO VI. –
CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 28 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 UN MÓDULO OSCILOSCOPIO QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE INGENIERÍA QUE PERMITA LA VISUALIZACIÓN ELECTRÓNICA DE ONDAS”** del estudiante, **PLAZA LOPEZ ERWING DAVID**, indicando que ha(n) 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. COMP. ÁNGEL MARCEL PLAZA VARGAS, Msc.
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.C. **0915953665**



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



Guayaquil, 12 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 UN MÓDULO OSCILOSCOPIO QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE INGENIERÍA QUE PERMITA LA VISUALIZACIÓN ELECTRÓNICA DE ONDAS”** del estudiante, **PLAZA LOPEZ ERWING DAVID**. 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 **26** 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. SIST. ROSA ELIZABETH CASTILLO LEÓN, MG.
 REVISOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
 C.C: **0922372610**

FECHA: 12 DE OCTUBRE DE 2020

Dedicatoria

A mi Dios, por proveerme sabiduría e inteligencia en todos los procesos de mi vida y permitirme llegar hasta este momento.

A mis Padres Isidro Plaza y Santa Lopez de Plaza por haberme sabido guiar por buen camino, por sus consejos en cada etapa de mi vida, por la ayuda económica en todos los momentos de mi vida, los amo mucho.

A mi amada prometida Nicole Bravo Vera, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por apoyarme en cada meta que tengo y ser la persona que va a estar conmigo incondicionalmente todos los días de mi vida.

A mis amigos del grupo, Proaño Andrew, Mendoza Noemí, Murillo Jaime, Maldonado Danny, García Alejo, con quienes siempre compartí la realización de cada proyecto, cada casa abierta y ganábamos siempre los primeros lugares, gracias por su apoyo, gracias porque siempre supimos ser un buen equipo, por lo cual les deseo muchos éxitos en su vida profesional y espero seguirlos teniendo aún como equipo en el ámbito laboral.

Agradecimiento

A Dios, porque cada día que el me ha prestado la vida, las fuerzas y la sabiduría para superarme y haberme guiado por sendas de rectitud.

A mis padres, Isidro Plaza y Santa Lopez, por el apoyo incondicional, sus consejos, por siempre todo lo que soy, todo lo que tengo se lo debo a Dios y a ustedes padres míos.

A mi equipo de trabajo con quien empecé a trabajar en casi toda mi carrera universitaria, les agradezco por ser tan unidos, responsables.

Al amor de mi vida, Nicole Bravo por ser mi inspiración, ser su modelo a seguir y estar incondicionalmente en mi vida.

A mi tutor y revisora de Tesis, por orientarme muy profesionalmente en el desarrollo de mi trabajo de investigación, realmente los admiro mucho.

Índice General

No	Descripción	Pág
	Introducción	1
Capítulo I		
El Problema		
1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.1	Ubicación del problema en un contexto.	3
1.1.2	Situación Conflictos. Nudos Críticos.	4
1.1.3	Causas y Consecuencias del Problema.	4
2.1	Delimitación del Problema.	5
3.1	Formulación del Problema.	5
4.1	Justificación e importancia de la Investigación	6
5.1	Objetivo general y objetivos específicos	6
5.1.1	Objetivo general.	6
5.1.2	Objetivos específicos:	6
6.1	Evaluación del Problema.	7
7.1	Alcance del Problema.	7
8.1	Hipótesis	7
9.1	Variables de la Investigación	8
9.1.1	Variable Independiente	8
9.1.2	Variable dependiente	8
10.1	Operacionalización	9
CAPITULO II		
Marco Teórico		
11.1	Antecedentes del Estudio	10
12.1	Fundamentación Teórica	11
12.1.1	Módulos didácticos de electrónicas	11
12.1.2	Estudio y Característica de un Osciloscopio	14
13.1	Fundamentación Legal	31
14.1	Definiciones Conceptuales	31

No	Descripción	Pág
CAPITULO III		
Metodología y Propuesta		
15.1	Metodología del proyecto	32
16.1	Población y Muestras	35
17.1	Instrumento de colección de datos	36
17.1.1	Encuesta	37
17.1.2	Análisis estadístico de los resultados de la encuesta	37
18.1	Análisis de los componentes a usar	41
19.1	Esquema general del proyecto	43
20.1	Recursos de construcción	44
21.1	Procedimiento	44
21.1.1	Diagrama de bloques	44
22.1	Diseño y construcción	45
22.1.1	Hardware	45
22.1.2	Software	47
22.1.2.1	Graficador del módulo osciloscopio	48
22.1.2.2	Integración al software del LEP	49
23.1	Prueba de funcionalidad	51
24.1	Cálculos y resultados	51
24.1.1	Ejercicio con una señal seno en periodo fundamental	51
24.1.2	Ejercicio con una señal seno en periodo fundamental dos ciclos.	52
25.1	Costo de elaboración	54
26.1	Conclusiones	55
27.1	Recomendaciones	77
	Anexos	57
	Bibliografía	78

Índice de Tablas

No	Descripción	Pág
1	Operacionalización.	9
2	Relación de Velocidades en USB	22
3	Tipos de transferencia y Características	22
	Versiones de placas arduino más conocidas en el mercado y sus	
4	características	24
5	Tabla de características de las versiones de Raspberry pi más usadas	30
6	Factibilidad técnica para Proyecto FCI	33
7	Estudiantes que pertenecen en la carrera de Ingeniería en Teleinformática.	35
8	Cálculo de la muestra de la población de estudiantes	36
9	Tipo de Encuesta usada en el trabajo de investigación	36
10	Cantidad de alumnos encuestados por niveles en CII2020-2021	37
11	Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 1, 3, 8	38
12	Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 15, y 16	40
13	Análisis de los componentes requeridos	42
13	Cálculo de la señal a medir	47

Índice de figuras

No	Descripción	Pág
1	Diagrama de Causas y Efectos de Ishikawa.	5
2	Diagrama de Bloques del Laboratorio portátil de la UINCA.	10
3	Vista detallada de NI ELVIS III.	12
4	Vista Frontal del Universal Trainer.	13
5	Vista Frontal de un Osciloscopio de dos canales, marca Signlent.	14
6	Esquema de un osciloscopio análogo.	15
7	Esquema de un osciloscopio digital.	16
8	Esquema de un osciloscopio digital de la versión NIELVIS II.	17
9	Esquema de una conversión análogo digital	18
10	Entrada-Salida de un Conversor ADC	18
11	Modos de disparos más habituales	19
12	Esquema de una sonda pasiva de un osciloscopio	20
13	Etapas de entrada del osciloscopio	21
14	Pines de la placa arduino NANO.	25
15	IDE Software para placa arduino NANO.	26
16	Pygame como entorno de desarrollo multimedia.	28
17	Diagrama de bloque de la raspberry pi 3.	28
18	Cantidad de estudiantes encuestados por semestre. Información obtenida de las aulas de la carrera IT.	38
19	Análisis estadístico para de las preguntas 1, 3 y 8 de la encuesta	39
20	Análisis estadístico para de las preguntas 15 y 16 de la encuesta	40
21	Esquemático del módulo osciloscopio digital	43
22	Diagrama de bloques del laboratorio Educativo Portátil versión UG Conexión de los potenciómetros del Osciloscopio digital para el	45
23	Laboratorio Portátil versión UG	46
24	Partes del graficador que compone el módulo osciloscopio	46
25	Puerto de conexión USB para el módulo osciloscopio	46
26	Codificación del Puerto de conexión USB para el módulo osciloscopio Codificación del software LEP llamando al graficador del módulo	46
27	osciloscopio	46

No	Descripción	Pág
28	Codificación del Botón osciloscopio software LEP llamando al graficador del módulo osciloscopio	46
29	Interfaz gráfica del software LEP con la integración del botón osciloscopio	46
30	Interfaz gráfica del software LEP con la integración del botón osciloscopio. Elaborado por Investigación Directa.	46
31	Uso de los cursores para valor del periodo fundamental y su respectiva frecuencia	48
32	Uso de los cursores para valor del periodo fundamental y su respectiva frecuencia versión 2	48
33	Uso de los cursores para valor del periodo fundamental y su respectiva frecuencia versión 2	49

Índice de Anexos

No	Descripción	Pág
1	Anexo 1	58
2	Anexo 2	59
3	Anexo 3	60
4	Anexo 4	61
5	Anexo 5	65
6	Anexo 6	73
7	Anexo 7	74



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



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN MÓDULO OSCILOSCOPIO QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO DE UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL DE INGENIERÍA QUE PERMITA LA VISUALIZACIÓN ELECTRÓNICA DE ONDAS”

Autor: Plaza Lopez Erwing David.

Tutor: Ing. Comp. Plaza Vargas Ángel Marcel.

Asistir a clases de electrónica sin laboratorios, es como ir a bailar sin música, donde los estudiantes pierden el interés y el rendimiento académico es casi nulo. Por tal razón, el objetivo de este trabajo de investigación es analizar el diseño de un módulo osciloscopio que sirva como instrumento de medición electrónica y este a su vez se encuentre integrado en un laboratorio portátil. Dicho modulo permitirá al estudiante realizar mediciones con las funcionalidades básica y propias de un osciloscopio real(análogo) Cabe destacar que en la parte del hardware de aquel módulo está implementado con elementos electrónicos y tarjetas programables, tales como arduino y raspberry, dichos componentes son de bajo costo. Y en la parte del software tales como el graficador y la interfaz gráfica del LEP está desarrollado gracias a las librerías del lenguaje de alto nivel Python.

Palabras Claves: Osciloscopio Digital, Raspberry, Arduino, Señales electrónicas Python



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



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

**“ANALYSIS AND DESIGN OF AN OSCILLOSCOPE MODULE TO BE INTEGRATED TO
THE DEVELOPMENT OF A PORTABLE EDUCATIONAL ENGINEERING
LABORATORY THAT ALLOWS ELECTRONIC WAVES VISUALIZATION”**

Author: Plaza Lopez Erwing David

Advisor: Ing. Comp. Plaza Vargas Ángel Marcel

Abstract

Attending electronics classes without laboratories is like going dancing without music, where students lose interest and academic performance is almost nil. For this reason, the objective of this research work is to analyze the design of an oscilloscope module that serves as an electronic measurement instrument and this in turn is integrated into a portable laboratory. This module will allow the student to carry out measurements with the basic functionalities of a real oscilloscope (analog). It should be noted that in the hardware part of that module it is implemented with electronic elements and programmable cards, such as arduino and raspberry, those are of low cost. And in the part of the software such as the graphing and the graphical interface of the LEP it is developed thanks to the libraries of the high-level Python language.

Keywords: Digital Oscilloscope, Raspberry, Arduino, Python, Electronic Signals.

Introducción

Se puede enunciar que la ingeniería es el arte de dominar un conjunto de conocimientos técnicos, científicos y tecnológicos, aplicados para la innovación, invención y desarrollo de resolución de problemas y así conducir eficientemente los recursos de la naturaleza para hacer un mejor mundo para la sociedad actual.

El ingeniero en Teleinformática/Telemática de la Universidad de Guayaquil adquiere conocimientos de materias de la ciencia básicas de la ingeniería, ciencias tecnológicas, ciencias económicas y administrativas, pero, sobre todo, debe dominar dichas materias de conocimientos tecnológicos tales como la electrónica, telecomunicaciones y programación.

El uso de laboratorios es imprescindible en carreras de ingeniería, dado a que ameritan la realización de trabajo experimentales tanto en ciencia como en tecnología, sin embargo, estos no siempre están disponible o no poseen todos los recursos adecuados para que los estudiantes puedan desarrollar habilidades en el campo que se están formando.

Acondicionar un laboratorio para la realización de proyectos de electrónica con toda la instrumentación de ley que le corresponde es demasiado costoso, cuanto más el mantenimiento o reparación de algunos de sus equipos, por tal razón, las universidades especialmente las que depende de fondos estatales carecen de laboratorios de dicha clase para sus estudiantes y como consecuencias se evidencia la falta de la calidad de la enseñanza en cada una de las sesiones de prácticas de los alumnos a aquellas materias de conocimiento tecnológicos.

El proposito fundamental de este trabajo de investigación es mejorar la calidad de la enseñanza de aquellas materias relacionadas con la electrónica y para ello comenzar desde sus primeros pasos, construir la base del conocimiento sin que sea dolorosa ni repetitiva, sino más bien con prácticas reales que llevarán al estudiante a comprender de manera eficiente el funcionamiento de los componentes electrónicos y así de aquella manera esté preparado para la innovación tecnológica que se necesita este país.

La presente propuesta aporta a los proyectos FCI de investigación científica para la carrera de ingeniería en Teleinformática/Telemática de la UG, teniendo como objetivo el análisis y diseño de un módulo osciloscopio que vaya integrado a un laboratorio portátil que sea didáctico para clases de electrónica de ingeniería.

Se entiende que un laboratorio portátil es un dispositivo que contenga todos los instrumentos de medición para el desarrollo de prácticas de las clases de electrónica básica entre los cuales el que está en el auge del mercado mundial actualmente es el NIELVIS de la National Instrument de USA.

Aquellos laboratorios portátiles son muy buenos, pero también muy costosos y el alcance de la enseñanza es muy bajo para la cantidad de alumnos que cursan la carrera de ingeniería.

El objetivo de construir un laboratorio que contenga todos los instrumentos de medición electrónica y que este sea además portátil y de bajo costo ya no es solamente una ilusión sino una realidad y a que este proyecto se lo denominó LEP, ya que este equipo toma el nombre de Laboratorio Educativo Portátil para ingeniería.

LEP es un dispositivo que tiene integrado los siguientes módulos de medición electrónica que son: Osciloscopio digital, Capacímetro, Óhmetro, Generador de Funciones, amperímetro y voltímetro y por ultimo la fuente de alimentación. Los cuales los dos últimos no vienen integrado al software del LEP, pero sí al dispositivo.

Bajo ese contexto, el presente trabajo se centra en el desarrollo del módulo osciloscopio digital y su integración al software del LEP los cuales ambos el software principal y el graficador son desarrollado con el lenguaje de programación Python, y está dividido en 3 capítulos

En el capítulo I diagnostica el problema existente con sus causas y efectos, justifica y detalla la importancia y se plantea los objetivos generales y específicos para dar la solución a la problemática presentada.

En el capítulo II, se construye el estado del arte con información relevante de casos similares y su destacada solución al problema, a su vez se señala el aspecto legal que permite la realización del proyecto y se refuerza las definiciones de lo que es un osciloscopio y su uso bajo la investigación bibliográfica.

Y, por último, en el capítulo III, el cual está combinado con la metodología y la propuesta muestra la metodología planteada, las factibilidades que hicieron posible la realización del proyecto, las técnicas e instrumentos de recopilación de datos, los resultados analíticos de la información y por consiguiente el procedimiento del diseño y construcción del prototipo experimental, presentando sus pruebas de funcionalidad, conclusiones y recomendaciones de la misma.

Capítulo I

El Problema

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Ubicación del problema en un contexto.

La Universidad de Guayaquil (UG), a través de la carrera de Ingeniería en Teleinformática con su transición a ingeniería en Telemática, tiene el afán de progresar en el campo del desarrollo de la ciencia, innovación y tecnología, para lo cual la carrera ha hecho cambios sustanciales en su organización interna, tanto administrativas como académicas, tales como: la reestructuración de la malla curricular, cambio de director de carrera, catedráticos y gestores académicos, entre otras cosas sustanciales.

Las realizaciones de los eventos de las jornadas científicas y académicas, semana del café de la ciencia, son programas recientes que también forman parte de la transición de la carrera universitaria.

En la reestructuración de la malla curricular se han mantenido las materias de ciencias básicas, materias de conocimientos técnicos y materias de conocimientos administrativos, y se han agregado materias de conocimientos tecnológicos y de datos ya que son de gran importancia al ingeniero en teleinformática/telemática en la demanda de profesionales en el mundo laboral moderno.

Por otra parte, la calidad de enseñanza de la carrera universitaria debe ser reflejada en el dominio de dichos conocimientos y la innovación de los proyectos tecnológicos desarrollado por los estudiantes, sin embargo, no existe aún condecoraciones por lo mínimo a nivel de Inter facultades o nacionales.

Además es importante destacar que el mundo del presente ha evolucionado a grande escala a causa de la pandemia global que sufrió, permitiendo así, que todas las actividades sean de manera virtual; el teletrabajo está en su gran apogeo, y la educación no debe quedarse sin su adaptación al cambio, por lo tanto las clases de manera práctica para materias de conocimientos técnicos tales como la electrónica, robótica entre otras, tiene que revolucionar en el punto más alto, sin perder su eficacia y eficiencia de la misma.

Se cree también que la educación en el siglo XXI está evolucionando cada vez más avanzada, las clases presenciales se están perdiendo; surge un nuevo problema, un nuevo desafío para no perder la calidad de la enseñanza y la eficiencia.

1.1.2 Situación Conflictos. Nudos Críticos.

La necesidad de contar con laboratorios de electrónica en la carrera es de extrema urgencia para mejorar los procesos de aprendizajes del estudiante, por tal razón, los directivos de la carrera han adquirido laboratorios portátiles muy reconocidos en el mercado internacional tales como son los ELVIS de la National Instruments, mediante gestión, pero a su debido elevado costo solo se pudieron contar con tan solo 4 de estos dispositivos en comparación con la cantidad de estudiantes que lo necesitan para sus clases prácticas.

Por lo mismo, se plantea como propuesta a esta problemática, un laboratorio educativo portátil de electrónica para Ingeniería, en el cual, el presente trabajo de investigación se empeñará en el diseño de un dispositivo modular que permita la integración al dicho laboratorio portátil y la visualización electrónica de señales en un rango de 1 de 0 - 58kHz de frecuencia y 2VppY 5Vppde voltaje de entrada. Con estas especificaciones, el estudiante podrá realizar talleres, dando énfasis al buen muestreo de señales comenzando así su aprendizaje básico en electrónica de manera eficiente y eficaz.

1.1.3 Causas y Consecuencias del Problema.

Al analizar la problemática que es el objeto de estudio del presente trabajo de investigación se han podido detectar las siguientes causas:

- Exceso de estudiantes para la cantidad de laboratorios portátiles
- No existe una persona especializada en laboratorios de electrónica.
- Las clases teóricas son más extensas que las clases prácticas debido a la insuficiencia de materiales.
- No todos los estudiantes que ingresan a la carrera proceden de colegios técnicos especializados.
- Solo hay 4 laboratorio portátiles ELVIS que le pertenece a la carrera, de la cual 1 está dañado.
- No se le puede exigir al estudiante que compre materiales de electrónica para las clases prácticas en estos tiempos de pandemias.
- En estos tiempos actuales de clases modalidad online, ya las prácticas de laboratorio no existen.
- Hay tópicos de electrónica que es necesario ser demostrado con clases prácticas.
- No todos los profesores detallan con exactitud las dudas del estudiante. La mayoría asumen que el estudiante sabe y solo viene a clases a practicar.

Para mayor comprensión se lo presenta en el esquema de Causas – Efectos

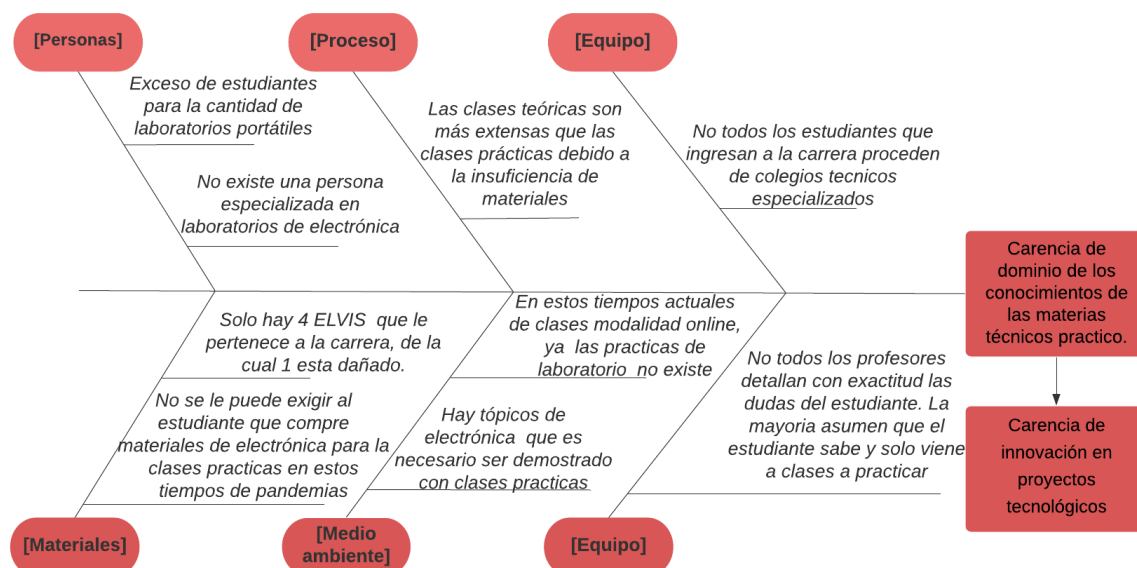


Figura 1: Diagrama de Causas y Efectos de Ishikawa. Tomado de Análisis en la Facultad de Ingeniería Industrial. Elaborado por el autor.

2.1 Delimitación del Problema.

Esta investigación está delimitada en los lineamientos de la UG del área de tecnología electrónica, es decir para materias de conocimiento técnico-práctico de electrónica de nivel básica hasta nivel intermedia.

Desarrollando un modelo de un laboratorio educativo portátil de electrónica que contenga los diferentes componentes de medición de circuitos electrónicos, específicamente en el módulo del osciloscopio y un diseño de una placa de prácticas con los parámetros adecuados para talleres de enseñanzas con el transistor de pequeña señal.

Este conjunto de modelos servirá para que versiones de futuras tesis de implementación de la carrera sea de una gran herramienta para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de primeros semestres de la carrera de Ingeniería Teleinformática/Telemática de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil.

3.1 Formulación del Problema.

Con lo mencionado en la sección anterior nace una interrogante: ¿Es un buen momento para que un diseño de una Caja de Instrumentación del Laboratorio Educativo de Ingeniería de la UG y que en esta a su vez contenga un osciloscopio digital para realizar mediciones a las prácticas de electrónica básicas en las sesiones de clases de la carrera de ingeniería?

4.1 Justificación e importancia de la Investigación

El uso de laboratorios de electrónica portátiles tales como el ELVIS, entre otras, maximizan en gran manera el proceso de aprendizaje del estudiante de ingeniería, y es de menos inversión que los laboratorios de electrónica tradicionales. Cada unidad académica de educación superior que ofertan carreras de ingenierías debe acarrear innovaciones tecnológicas para la misma, por lo tanto, deben contar por mínimo con laboratorios portátiles para sus estudiantes.

Y para acarrear la innovación tecnológica a la carrera universitaria, se debe dar prioridad a la comprensión y dominación total de las materias de las ciencias básicas y de conocimientos técnicos, por esta razón, la necesidad de crear y fomentar el uso de estos dispositivos entrenadores de laboratorio educativo de electrónica y que sea portátil, es de extrema urgencia, para estimular el proceso de aprendizaje, para que estas materias de conocimiento técnicos ya no solo sean teorías sino también prácticas, mejorando así la calidad de educación de la ingeniería en la UG.

Es importante mencionar que esta propuesta del desarrollo de un laboratorio educativo portátil de electrónica para Ingeniería podría colaborar eficientemente al estudiante en todas las materias de uso práctico en estos tiempos del auge virtual de la educación superior del territorio ecuatoriano.

4.1 Objetivo general y objetivos específicos

5.1.1 Objetivo general.

Analizar el diseño de un módulo de osciloscopio digital de tal manera que se integren al desarrollo de un laboratorio educativo portátil de electrónica para Ingeniería.

5.1.2 Objetivos específicos:

1. Recopilar toda la información bibliográfica referente para el estudio del estado del arte.
2. Analizar y plantear un diagrama de bloques del circuito de manera que laboratorio educativo para ingeniería sea portátil.
3. Determinar los elementos electrónicos requeridos de acuerdo con el análisis previo
4. Diseñar el módulo Osciloscopio digital y que se integre en el laboratorio educativo portátil de electrónica para Ingeniería

5.1 Evaluación del Problema.

Los aspectos generales de la evaluación del problema del presente trabajo de investigación son:

Delimitado: Carencia de dominio de conocimientos técnicos prácticos debido a la falta de laboratorios de electrónica en la carrera de ingeniería en teleinformática/telemática, Facultad Ingeniería Industrial de la UG en los tres últimos semestres.

Evidente: Ausencia de proyectos tecnológicos lanzados al mercado, ni condecoraciones a nivel de Inter facultades que demuestre, innovación y liderazgo.

Concreto: Ausencia de habilidades y conocimientos en las materias técnicas prácticos y proyectos tecnológicos innovadores dentro de la carrera ingeniería Industrial

Relevante: Existe la necesidad de un laboratorio educativo portátil de electrónica para Ingeniería versión UG con sus propias placas entrenadoras de prácticas de electrónicas.

Factible: Trabajos de Investigación de para la obtención de los títulos de dicha carrera universitaria, con propuestas de análisis y diseño de diversos módulos que integren a un laboratorio educativo portátil de electrónica para ingeniería versión UG.

Variables: Laboratorio Educativo Portátil, arduino, raspberry.

Original: Laboratorio Educativo Portátil de electrónica para Ingeniería versión UG.

6.1 Alcance del Problema.

Se enfoca en el análisis y diseño de un módulo osciloscopio digital, que forme parte de un laboratorio educativo portátil de electrónica para Ingeniería. Dicho diseño hará que el módulo permita la visualización electrónica de señales haciendo uso de tarjetas programables.

7.1 Hipótesis

Las clases de conocimiento teóricos-practico de una carrera de ingeniería se aprende involucrando al estudiante a hacer y cometiendo errores, pero con este nuevo modelo de dispositivo se reduce la producción de errores y aumenta el saber paso a paso. Por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis:

Un laboratorio portátil educativo de electrónica, donde tenga integrado un módulo osciloscopio digital, incitará al estudiante de ingeniería en Teleinformática/Telemática de la

UG a absorber todos los detalles de las enseñanzas de calidad a través de diferentes prácticas de electrónica

8.1 Variables de la Investigación

9.1.1 Variable Independiente

Variable independiente: Módulo de Osciloscopio digital para el laboratorio Portátil educativo de ingeniería.

9.1.2 Variable dependiente

Variable dependiente: Enseñanzas de calidad a través de diferentes prácticas de electrónica.

10.1 Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización.

Variable	Tipo	Dimensión	Indicador	Unidad de medida
Diseño del módulo osciloscopio, la Caja de instrumentación de laboratorio de electrónica básica.	Independiente	Costos	- No sobrepasar un sueldo básico.	- Dólares americanos
		Portabilidad	- Disponible a llevarlo cualquier parte	- Peso en kg
		Fácil manejo y configuración	- Configuración estándar mundial	- En voltios
		De reparación instantánea	- No sobrepasa muchos días de estar dañado.	- Componentes totalmente asequibles
			- Temas básicos	- SI / NO
	Variable dependiente	Abarca todos los temas fundamentales de electrónica básica.	- Ley de Ohm	

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Plaza Lopez Erwing

CAPITULO II

Marco Teórico

11.1 Antecedentes del Estudio

La UG a través de la carrera de ingeniería en Teleinformática/Telemática de la Facultad de ingeniería Industrial, ha venido realizando en los últimos años propuestas sobre la implementación de módulos entrenadores para electrónica básica, en los trabajos de investigación realizados correspondido a Cortes (2018) y Figueroa (2017), cuyo trabajo de investigación fue la elaboración de un ejemplar de una placa entrenadora de electrónica básica basada en arduino y ésta a su vez estimulará a una mejor captación de conocimiento del estudiante.

Tal cual como lo ha hecho la Universidad Nacional de Catamarca, Argentina, en la facultad de Tecnología y Ciencias Aplicada, donde han desarrollado un laboratorio portátil de escritorio en diferentes asignaturas de la carrera ingeniería electrónica. Dicho laboratorio se centra en la Computadora Industrial Abierta Argentina (CIAA), contiene los siete bloques que brindan la potencialidad del laboratorio que son: Fuente de alimentación, display gráfico y táctil, instrumentos de medición (amperímetro, voltímetro, y osciloscopio) generador de señales, y módulos de conectividad a redes de datos y adicionalmente consta de un conector donde se tienen disponible señales para ensamblar las placas de circuitos intercambiables para cada tipo de clase a diseñar. (Cano J. E., Poliche, Beltramini, & Gallina, 2018).

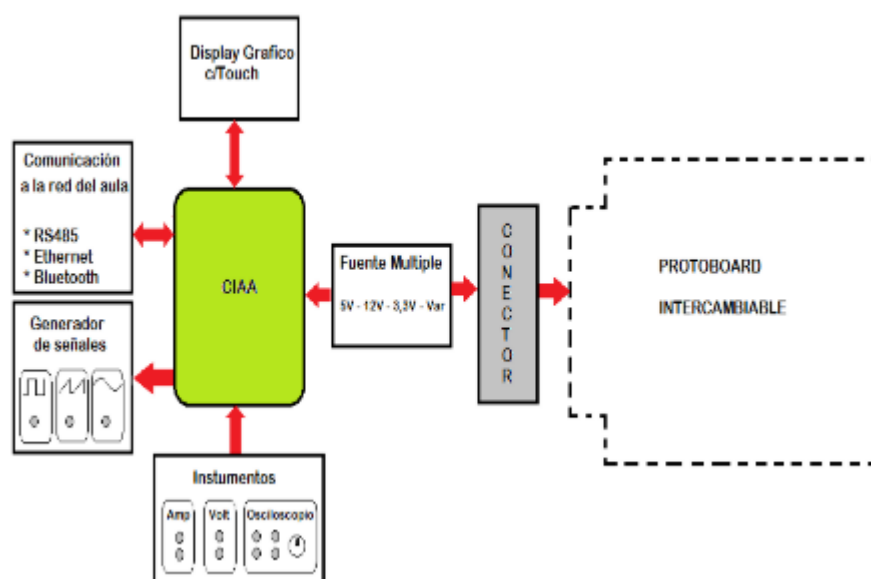


Figura 2: Diagrama de Bloques del Laboratorio portátil de la UINCA. Tomado de Diseño de Practicas de laboratorio de electrónica con Tics. Elaborado por Cano, Poliche et al.

Como este trabajo de investigación se centra específicamente en el desarrollo de un módulo osciloscopio que permita la visualización electrónica de señales integrada en un laboratorio portátil para ingeniería versión UG, se toma un tercer trabajo realizado por Ortiz de Latierro Delgado, de la Universidad de Valladolid de España que trata del Desarrollo de un osciloscopio digital en Android, tal prototipo es de bajo coste ya que utiliza como componente principal un microcontrolador PIC que forma parte de la placa para la adquisición de datos y esta a su vez va conectada a un smartphone o Tablet con sistema operativo Android para la representación de datos. (Ortiz de la tierro Delgado, 2019)

Tomando estas fuentes como antecedentes se procede con la misma intención de realizar un módulo osciloscopio digital que a su vez integre en el laboratorio educativo portátil para ingeniería versión UG, ya que este dispositivo permitirá a los estudiantes de la carrera realizar sus prácticas de electrónica de una manera mas eficiente, interactiva y sofisticada.

Este dispositivo tiene que cumplir las funciones básicas, tal y cual como si fuera un ELVIS de la National Instrument, pero en este caso particular, este dispositivo deberá ser implementado con componentes de bajo costo y adquirido en el territorio nacional y se lo denominará Laboratorio portátil Educativo para Ingeniería versión UG.

12.1 Fundamentación Teórica

12.1.1 Módulos didácticos de electrónicas

Los módulos didácticos de electrónicas se lo definen como una placa de instrumentación muchas veces con conectividad a un PC y un software asociado para la gestión de un laboratorio. Dicha placa permite que el estudiante aprenda de manera práctica, el diseño y montaje de circuito electrónicos y la utilización de los aparatos de generación de señales propias de un laboratorio de electrónica, con los que podrá alimentar los circuitos y tomar medidas con un multímetro y un osciloscopio. En este trabajo de investigación los módulos didácticos de electrónicas lo definirán como laboratorio educativo portátil versión UG.

En el mercado existen muchos de estos módulos didácticos o laboratorio portátiles, los más costosos vienen con un completo kit de instrumentación de medición, y software asociado sea para sistemas Windows o Linux, los menos costoso tan solo viene n parte de pequeñas practicas enfocadas en temas en específico como, por ejemplo, señales digitales, opams, transistores etc.

A continuación, se conocerá a detalle estos módulos didácticos o laboratorios portátiles existente en el mercado internacional.

12.1.1.1 NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS)

NI ELVIS usa instrumentos de software basados en LabVIEW, un dispositivo multifunción. Dispositivo DAQ y una estación de trabajo de sobremesa diseñada a medida y una placa de prototipos para proporcionar la funcionalidad de un conjunto de instrumentos de laboratorio comunes. (National Instruments, 2018).

NI ELVIS proporcionan la funcionalidad de los siguientes instrumentos SFP:

- Generador de forma de onda arbitraria (ARB)
- Analizador Bode
- Multímetro digital (DMM)
- Analizador de señal dinámica (DSA)
- Generador de funciones (FGEN)
- Analizador de impedancia
- Osciloscopio (alcance)
- Analizador de voltaje de corriente de dos hilos
- Analizador de voltaje de corriente de tres hilos
- Fuentes de alimentación variables

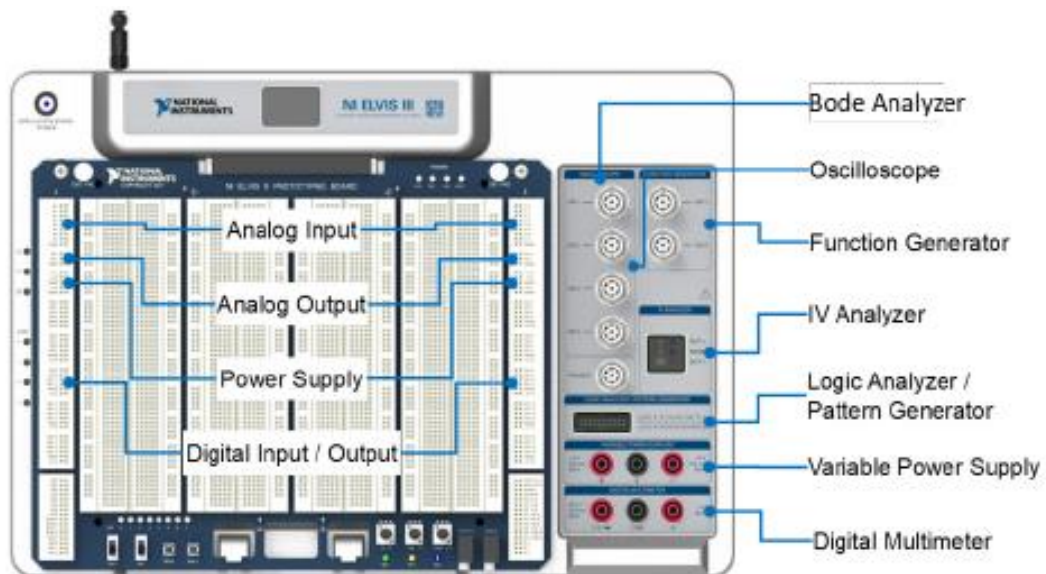


Figura 3: Vista detallada de NI ELVIS III. Tomado de Product Flyer NIELVIS.. Elaborado por National Instruments, USA.

12.1.1.2 Universal Trainer

Este entrenador es uno de los más económicos, tan solo cuesta 140 euros, dicho entrenador es de proposito general para trabajar y experimentar con todo tipo de circuitos electrónico análogo, digitales, microcontroladores entre otros. Entre los principales componentes esta: (Universal Trainer, 2019)

1. Salida de tensión alterna 12VAC/400mA.
Salida de tensión continua 12VDC/100mA.
Salida de tensión continua de 5VDC/500mA.
Salida de tensión continua positiva regulable de +1 ~+15VDC / 500mA.
Salida de tensión continua negativa regulable de -1 ~-15VDC/500mA.
2. Generador de funciones con control digital: Señales de onda cuadrada, triangular y sinusoidal desde 1Hz hasta 100KHz.
3. Generación de señales digitales mediante pulsadores e interruptores.
4. Representación de señales digitales mediante leds, displays y zumbador piezoeléctrico.
5. Generación de variables analógicas mediante potenciómetros
6. Protoboard.

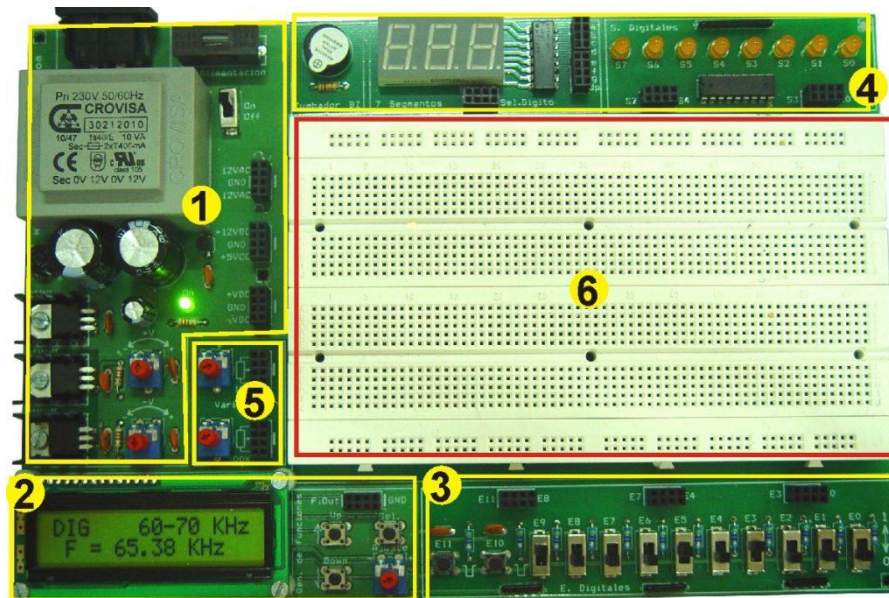


Figura 4: Vista Frontal del Universal Trainer. Tomado de MK electrónica. S. Elaborado por National Instruments, USA.

12.1.2 Estudio y Característica de un Osciloscopio

12.1.2.1 Osciloscopio

Los osciloscopios son instrumentos muy esenciales en un laboratorio de electrónica, muy a menudo usados para la visualización de gráficas que muestran señales eléctricas variables en el tiempo. La mayoría de estos instrumentos vienen acompañados de un analizador de espectros en electrónica de la señal que sirve para la visualización de la composición del espectro de ondas eléctricas, acústicas, ópticas, de radiofrecuencia, contrario a un osciloscopio. Un analizador de espectros muestra las ondas en el dominio de frecuencia en vez del dominio de tiempo. Los osciloscopios pueden ser análogos o digitales.

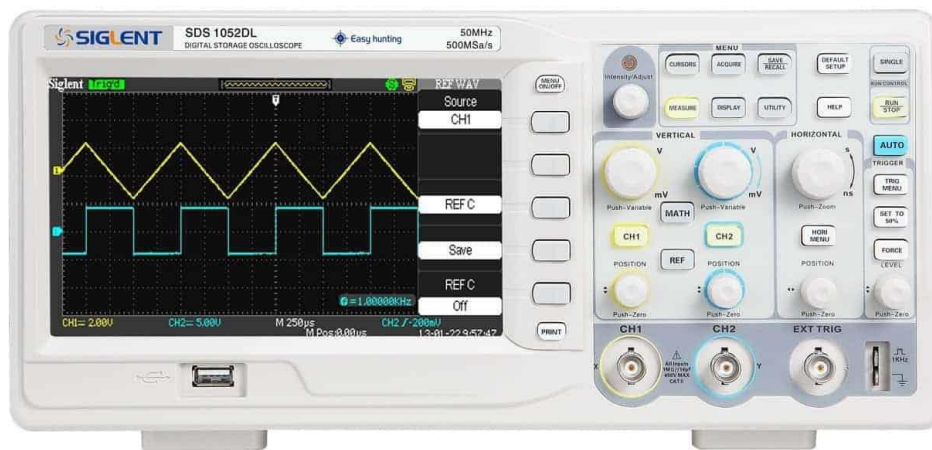


Figura 5: Vista Frontal de un Osciloscopio de dos canales, marca Siglent. Tomado de <https://www.amazon.com/dp/B00GQNN70A/?tag=rateinc-20>. . Elaborado por amazon. Elaborado por : Investigación Directa.

12.1.2.2 Osciloscopio análogos

Los osciloscopios análogos o también se le puede llamar osciloscopios tradicionales, se componen de un hardware cuya interfaz se basa en una interfaz el tubo de rayos catódicos (CRT), lo que les otorgaba el nombre de CRO (Cathode Ray Oscilloscope) o los mas modernos con pantalla LCD, esto los hace voluminosos y muy caros. Para su funcionamiento se hacía que el chorro de electrones del tubo se dirigiese hacia una pantalla fluorescente, controlando esta desviación mediante unas placas deflectoras que formaban parte de los sistemas de desviación vertical y horizontal a los cual se aplicaba la señal a medir y la señal de barrido respectivamente (Ortiz de la tierra Delgado, 2019). Este tipo de osciloscopios podían representar la amplitud de la señal de entrada frente al tiempo, o frente a la amplitud de otra señal (modo X-Y). Se utilizan principalmente cuando queremos ver “en tiempo real” señales que varían rápidamente con el tiempo.

En la fig. 6 de a continuación, se presenta el esquema de un osciloscopio análogo, donde se visualiza que cuando se conecta a la sonda a un circuito eléctrico, la señal atraviesa y se dirige a la sección vertical; dependiendo de donde se sitúe el mando del amplificador vertical la señal será atenuada o amplificada. En la salida de este bloque ya se dispone de la suficiente señal eléctrica para atacar las placas de deflexión verticales (que generalmente están en posición horizontal) y que son las encargadas de desviar el haz de electrones, que surgen del cátodo e impactan la capa fluorescente del interior de la pantalla en sentido vertical.

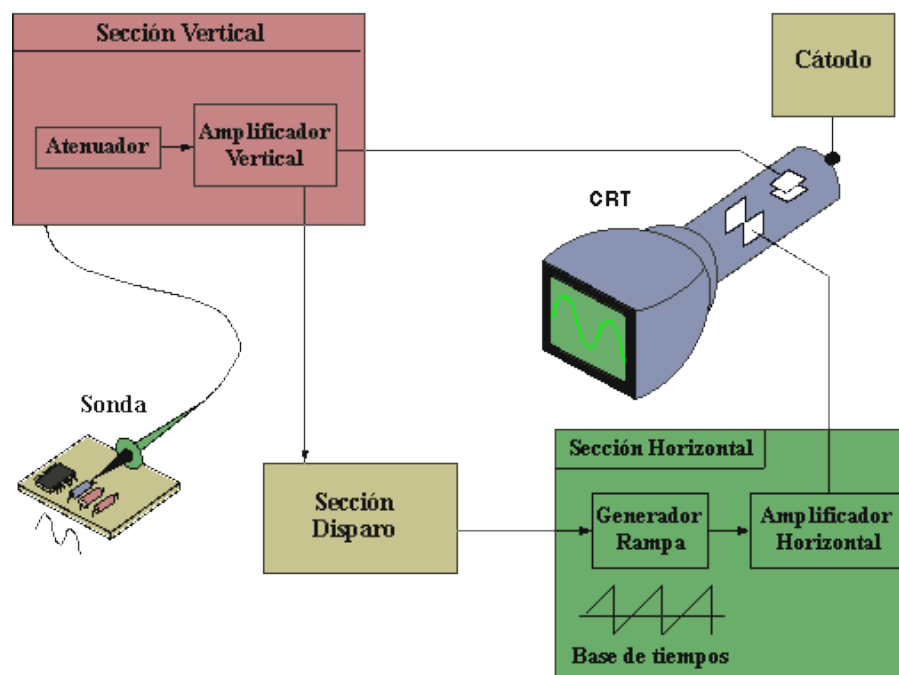


Figura 6: Esquema de un osciloscopio análogo, Tomado de <https://www.ugr.es/~juanki/osciloscopio.htm>. Elaborado por: Investigación Directa.

12.1.2.3 Osciloscopio Digitales

Estos osciloscopios digitales tienen las mismas funciones que un osciloscopio análogo, pero al mismo tiempo cuentan con algunas diferencias que los hacen mejores para un trabajo determinado, diferencias tales como el determinar el ancho de banda que el instrumento es capaz de medir; y el disparo anticipado el cual es capaz de mostrar visualizaciones de poca duración por tal razón estos osciloscopios digitales están desplazando a los osciloscopios análogos.

Los osciloscopios digitales poseen un sistema de adquisición de datos; cuyo componente principal es un conversor análogo-digital (A/D) el mismo que almacenará información digital y posteriormente muestreará la señal aplicada en la memoria de un microprocesador.

En la Fig. 7, se muestra el esquema de un osciloscopio digital, cuyo proceso se observa que cuando la sonda del osciloscopio digital es conectada a un circuito electrónico, la sección vertical (donde estará el atenuador y la amplificación) ajusta la amplitud de la señal de la misma forma que lo hace el osciloscopio analógico, se debe tener en cuenta que en esta etapa se escoge el tipo de acoplamiento ya sea AC, DC o GND.

Luego de la sección vertical o etapa de entrada se encuentra la sección de adquisición de datos la cual transforma la entrada vertical (señal analógica) en información digital, mediante el conversor (A/D) y posteriormente almacena dicha información en la memoria de un microprocesador como puntos instantáneos de señal. El número de puntos necesarios para reconstruir la señal en el monitor se denomina registro, esto hace que la duración del almacenamiento este determinada por la capacidad de la memoria, de esta manera se puede ver con mayor detalle el recorrido de la señal y su evolución.

Existe también, la sección horizontal la cual está constituida por una señal temporal de reloj, que indicará el momento exacto de una toma de muestra produciendo de esta manera una señal digitalizada que posteriormente se transformara en una señal binaria cuantizada.

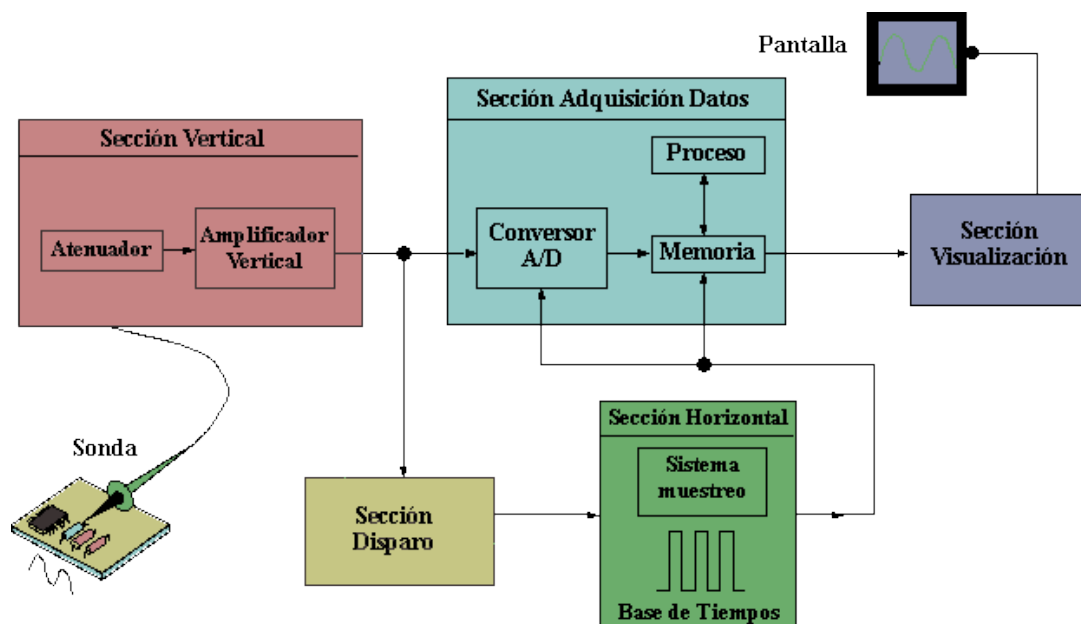


Figura 7: Esquema de un osciloscopio digital, Tomado de <https://www.ugr.es/~juanki/osciloscopio.htm>
Elaborado por: Investigación Directa.

12.1.2.4 Osciloscopio en NIELVIS II

La National Instrument (NI), es una empresa americana que por durante más de 40 años ha desarrollado sistemas de prueba y medios automatizados ayudando a si a los ingenieros de todo el mundo a resolver los desafíos más difíciles del planeta. Ellos han desarrollado el

laboratorio portátil más famoso del mundo y la denominaron NIELVIS y dentro de sus manuales revelan que han implementado el osciloscopio en el NIELVIS II de la siguiente manera:

Este instrumento proporciona la funcionalidad del osciloscopio de escritorio estándar que se encuentra en los laboratorios típicos de pregrado. El módulo del osciloscopio tiene dos entradas analógicas y una entrada de disparo digital. Puede conectarse al NI ELVIS II Scope desde los conectores BNC. Cada canal analógico puede ingresar la señal mediante acoplamiento AC/DC, el rango de voltaje máximo es ± 10 V. El voltaje real se mide usando los canales AI (National Instrument, 2011).

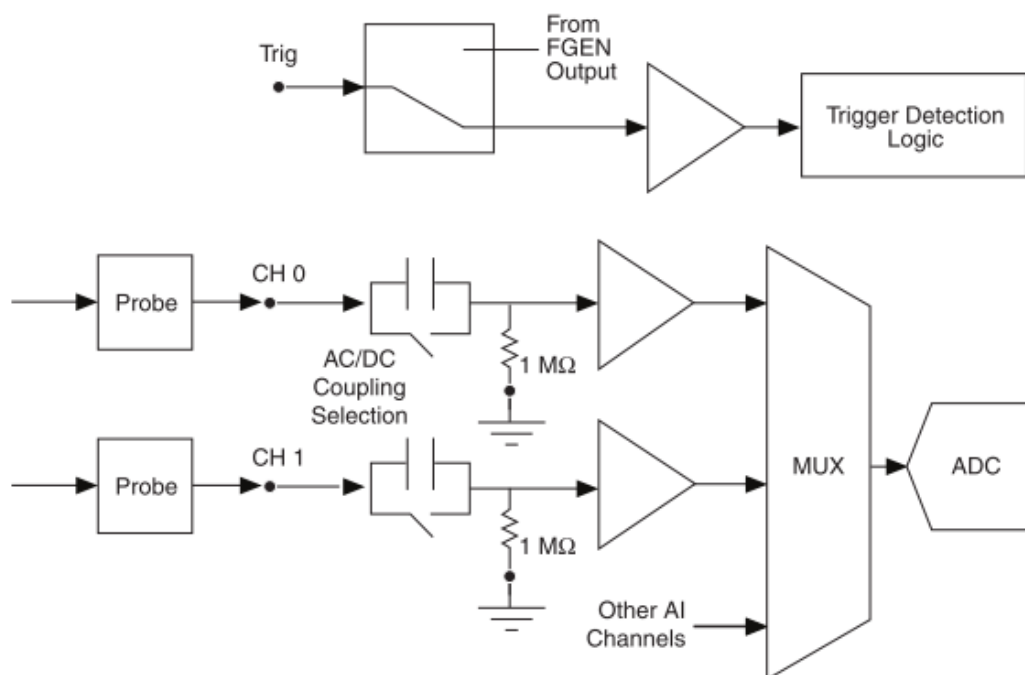


Figura 8: Esquema de un osciloscopio digital de la versión NIELVIS II, Tomado del Manual de Usuario de NIELVIS SERIES. Elaborado por: Investigación Directa.

12.1.2.5 Conversor Análogo-Digital (ADC)

Tal como su nombre lo indica, convierte de lo análogo a lo digital, para que de esta manera se pueda manipular y guardar la señal con mayor facilidad y sin problema alguno, es decir logra transformar una señal eléctrica que es una señal análoga, en un numero digital que sea equivalente a dicha señal.

Hay varios parámetros que caracterizan al conversor ADC, dependiendo de la aplicación y del componente, tales como la resolución, la velocidad de conversión, número de canales, tensión de referencia necesaria, los rangos de entrada, por ejemplo, si el conversor ADC capta mayores bits, este proporcionará una mayor precisión, de todas maneras, esto representará una mayor complejidad y mayor tiempo al realizar la conversión.

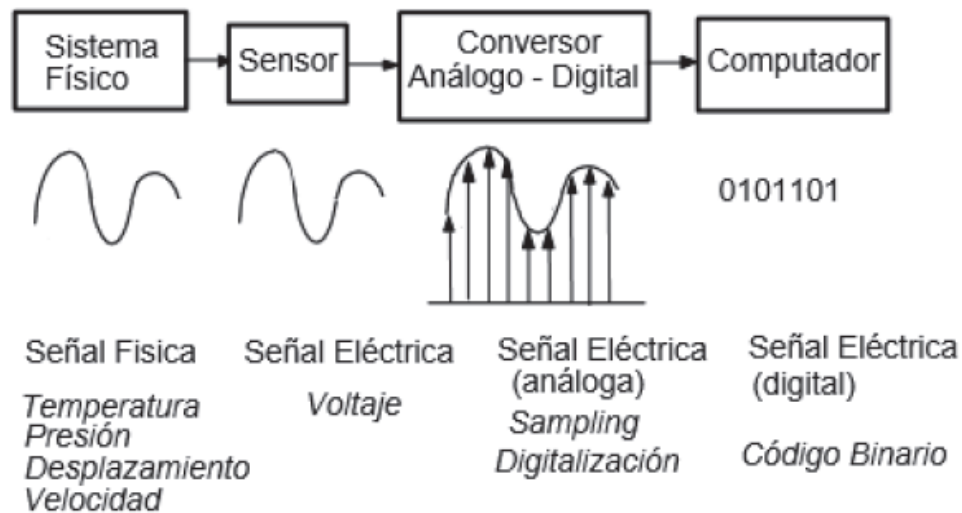


Figura 9: Esquema de una conversión análogo digital, Tomado de la Tesis Diseño e implementación de un osciloscopio digital con un interfaz gráfico realizado en el SO Android 2017. Elaborado por: Investigación Directa.

Las fases del conversor ADC son cuantización y decodificación, en la etapa de cuantización donde la señal analógica de entrada es muestreada y asignada un estado a cada valor analógico, dependiendo el número de bits que posea el conversor ADC. En la etapa que es la de decodificación consiste que el valor cuantizado sea transformado en una palabra digital generalmente en código binario, el cual está determinado por un número de bits dependiendo de las líneas de salida que posea el conversor ADC.

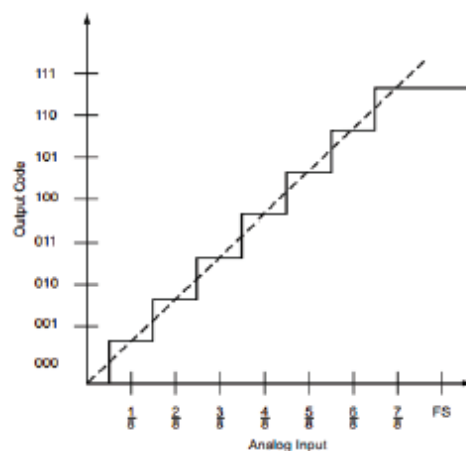


Figura 10: Entrada-Salida de un Conversor ADC, Tomado de la Tesis Diseño e implementación de un osciloscopio digital con una interfaz gráfica realizado en el SO Android 2017.

En la Fig. 10, se puede observar la gráfica de una representación ideal que muestra la equivalencia entre el mundo análogo y digital, esta gráfica esta determinada por una función de transferencia entrada-salida.

12.1.2.6 Sección de disparo (trigger)

El trigger también conocido como sección de disparo es un mecanismo que tiene los osciloscopios que permite que cualquier señal de entrada sea graficada en la pantalla de forma estable y sincronizada, iniciándose en su extremo izquierdo en un determinado momento para un determinado valor de la señal. En un osciloscopio digital la captura de la señal no está sincronizada con una base de tiempos, sino que el trigger no es nada más que una referencia temporal de las muestras tomadas. Este mecanismo de disparo puede ser realizado por hardware o por software y le dirá al osciloscopio cuando empezar a graficar

Existen varias maneras de elegir esta referencia, denominados modos de disparo de los cuales estos son los más comunes se observan en la siguiente figura.

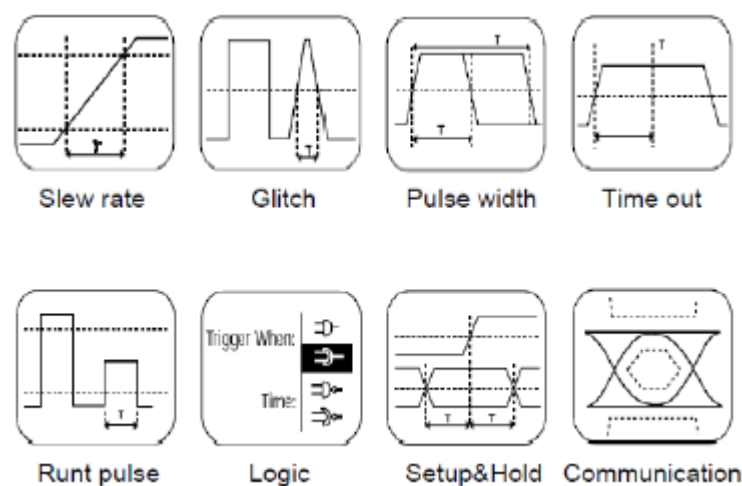


Figura 11: Modos de disparos más habituales. Tomado de la Tesis Desarrollo de un osciloscopio digital en android 2019. Elaborado por: Investigación Directa.

En algunos osciloscopios presente en el mercado también algunos digitales incorporan una perilla que es nada más y nada menos que un potenciómetro para el modo de disparo manual, esto sirve para ajustar el nivel de señal a partir del cual, el sistema de barrido empieza a actuar.

Este ajuste no es operativo en modo de disparo automático, también es muy importante que la gráfica empiece siempre en el mismo lugar para de esta manera se pueda obtener una lectura que sea confiable y más precisa a la hora de hacer un análisis de los circuitos en talleres prácticos de electrónica.

En el presente diseño del osciloscopio digital, la sección de disparo está implementado en el software en el cual se incorporará una función de disparador, esto es para sincronizar el inicio de la rápida recopilación de datos con la ocurrencia de una positiva transición en la señal de entrada a través de un especificado voltaje. El resultado es que las formas de onda regulares puedan verse estable en la pantalla.

12.1.2.7 Sondas

Para realizar las mediciones de un circuito electrónico con el osciloscopio es necesario un dispositivo que realice la función de conectar físicamente, dicho dispositivo se lo conoce como “sondas”, al realizar esta conexión se debe asegurar que el efecto de carga es mínimo para que así no se distorsione la señal y para la señal que se quiera medir se debe seleccionar un tipo de sonda diferente, la cual existen dos tipos de sondas que son pasivas y activas.

En las pasivas, la sonda en conjunto con la impedancia no es constante con la frecuencia, estas hacen que, a frecuencia altas, la impedancia se reduzca significativamente, con el consiguiente aumento del efecto de carga. Dentro de este tipo de sondas se encuentran las sondas divisoras de tensión, las cuales presentan una mayor resistencia de entrada y una menor capacidad en paralelo que el osciloscopio por sí solo, a costa de tener una atenuación constante de la señal. Suelen incluir un circuito RC con una resistencia de $9\text{M}\Omega$ y un condensador ajustable, de forma que, cuando la sonda está compensada ($RC = R_e \cdot (C_e + C_c)$), la tensión que ve la entrada del osciloscopio está atenuada en un factor 10 (10X). Se debe por lo tanto considerar esta atenuación al realizar medidas de amplitud, aunque existen sondas que se pueden configurar para trabajar sin esa atenuación(1X).

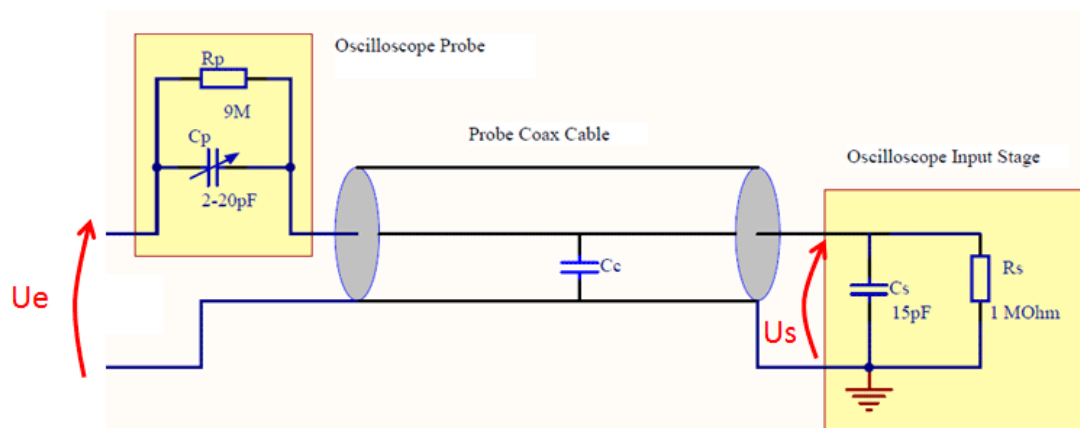


Figura 12: Esquema de una sonda pasiva de un osciloscopio. Tomado del artículo “Cómo diseñar una sonda pasiva de osciloscopio (parte II)”. Elaborado por Investigación Directa.

En las sondas activas incorporan componentes electrónicos activos tales como transistores o amplificadores los cuales requieren de una fuente de alimentación. Estas pueden ofrecen impedancias elevadas a altas frecuencia sin perder resolución.

Suelen utilizarse si, por ejemplo, la señal a medir es superior en frecuencia a 250 MHz, en esta franja de frecuencias de entrada más elevado supone una gran ventaja, que solo se ve reducida por el rango de tensiones de entrada que admiten, mucho menor que el de las sondas pasivas.

En este caso, como las señales de interés de entrada estarán en la escala de frecuencia de los KHz, se usará una sonda pasiva para la realización de las medidas. El uso de un conector BNC para la entrada asegura que puede usar esto con la debida cables de sonda de osciloscopio; estos normalmente tienen un atenuador conmutable X10 instalado, lo que permite voltajes de +/- 25 V a medir.

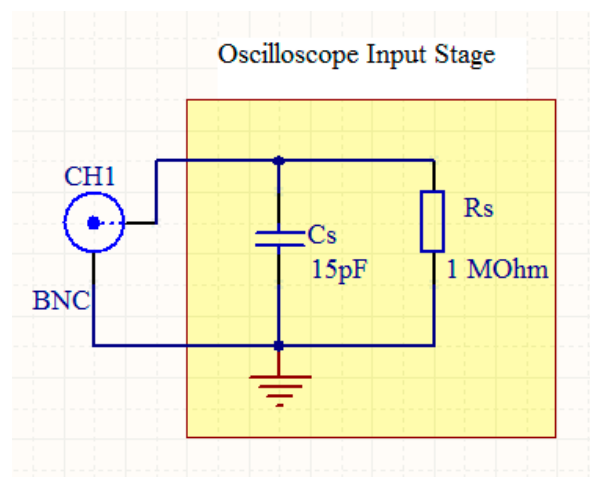


Figura 13: Etapa de entrada del osciloscopio. Tomado del artículo “Cómo diseñar una sonda pasiva de osciloscopio (parte II)”. Elaborado por Investigación Directa.

12.1.2.8 Interconexión

La interconexión que se usará para la representación por pantalla de muestras tomadas será mediante USB (Universal Serial Bus), ya que la visualización se lo realizará a través de un Graficador (software) alojado en un sistema operativo con compatibilidad en Linux o Windows. USB es un estándar industrial que define los cables, conectores y protocolos usados en un determinado bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica ordenadores, periféricos y dispositivos electrónicos.. A partir de 1995, el estándar USB se ha desarrollado para la conexión de una amplia gama de dispositivos y ha ido evolucionando desde entonces, añadiendo nuevos modos y diferentes velocidades. La especificación actual es el estándar USB 3.0. (Ortiz de la tierra Delgado, 2019, pág. 30).

Para cada tipo de dispositivos hay una velocidad especificada, las velocidades del sistema no representan el rendimiento de este, el cual será siempre menor que esas velocidades.

Tabla 2. Relación de Velocidades en USB

NOMBRE	LANZAMIENTO	VELOCIDAD	NOMENCLATURA
USB 1.0	1995-1996	12Mb/s	Low Speed
USB 1.1	1998	12Mb/s	Full Speed
USB 2.0	2000-2001	480Mb/s	High Speed
USB 3.0	2008	5Gb/s	High Speed
USB 3.1	2013	10Gb/s	High Speed+

Información tomada la página de Promoter Group Elaborado por: Investigación Directa.

Para evitar las conexiones incorrectas se ha empleado dos tipos que son Serie A y Serie B, los de la serie A apuntan desde el host hacia el dispositivo mientras que lo de la serie B lo hacen de manera viceversa, además hay distintos receptáculos y estas se presenta en diferentes variantes que difieren en el número de pines, el tamaño y la forma.

Tabla 3. Tipos de transferencia y Características

NOMBRE	CONTROL	BULK	INTERRUPT	ISOCHRONOUS
max datos	8 bytes	No soportado	8 bytes	No soportado
max datos(full speed)	64bytes	64bytes	64bytes	64bytes
(High Speed)	64bytes	512bytes	1024bytes	1024bytes
CRC	Si	Si	Si	No
Ancho de banda	No	No	No	No
Uso frecuente	Configuración	Impresoras, escaner	Teclados, mouses	Audio y videos

Información tomada de: <https://www.engineersgarage.com/tutorials/usb-protocol-types-of-usb-packets-and-usb-transfers-part-2-6/>. Elaborado por Investigación Directa.

En la utilización del tipo de transferencia seleccionado para la implementación del osciloscopio se toma en consideración ciertos factores tales como: latencia, comprobación de errores, ancho de banda control y configuración, esta información es necesaria conocerla para la hora de realizar la programación tanto de hardware como de software.

12.1.2.9 Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Las placas Arduino pueden leer entradas analógicas por ejemplo luz en un sensor, un dedo en un botón y convertirlo en una salida, activando un motor, encendiendo un LED, publicando algo en línea, etc.

Para lograr todo aquello se lo hace enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador de la placa, utilizando su propio lenguaje de programación basado en Wiring en el software Arduino (IDE), basado en processing. (arduino, 2020)

Arduino ha crecido mundialmente gracias a la contribución de los usuarios de todo el mundo y esto es debido a la facilidad de aprendizaje desde nivel principiante y lo suficientemente flexible a los de nivel usuarios avanzados. Funciona en Mac, Linux y Windows y además que es un dispositivo de bajo costo. Como es de código abierto completamente lo que permite a los usuarios adaptarla a sus necesidades particulares,

Arduino en calidad de hardware se ha desarrollado en varias versiones, la versión básica y para principiante es el arduino UNO, a medida de los avances del dominio de la programación y la electrónica, el requerimiento de los procesamientos y los pines de la entrada y salidas aumentan de manera que el UNO ya no es suficiente para proyectos electrónicos.

Las versiones que existen hoy en el mercado de la placa arduino son las siguientes: Arduino UNO, Arduino Micro, LilyPad Arduino USB, Arduino Pro Mini, Arduino Nano Arduino Mega 2560, Arduino Leonardo, Arduino Due, Arduino Robot, Arduino Esplora, Arduino Mega ADK, Arduino Ethernet, Arduino Pro, Arduino Fio. A continuación, se presenta la siguiente tabla con las características correspondiente de cada una de las versiones de las placas arduino existente en el mercado.

Tabla 4 Versiones de placas arduino más conocidas en el mercado y sus características

Características	Arduino UNO	Arduino Leonardo	Arduino NANO	Arduino Pro Mini	Arduino Atmega 2560	Arduino Ethernet	Arduino Lilypad
Microcontrolador	ATmega328	ATmega32u4	ATmega328P	ATmega168	ATmega2560	ATmega328	ATmega168V
Voltaje de funcionamiento	5V	5 V	5 V	3.3 V	5 V	5 V	2.7-5.5 V
Pines I/O digitales:	14(6 PWM)	20(7pwm)	14 (6 PWM)	14 (6 PWM)	20 (7Pwm)	14 (4PWM)	14 (6PWM)
Pines de entradas análogas:	6	12	8	8	16	6	6
Corriente DC por cada pin I/O:	40mA	40 mA	40 mA	40mA	40mA	40mA	40mA
Corriente DC en el pin de 3.3 V:	50mA	50 mA	50mA	50mA	50mA	50mA	-
Memoria Flash:	32 KB	32 KB	16 KB	16KB	256KB	32KB	16KB

Información tomada de: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> Investigación Directa.

12.1.2.10 Arduino NANO

El arduino NANO, es una placa de es una placa de microcontrolador compacta, completa y compatible con la placa de pruebas, pesa alrededor de 7 gramos con unas dimensiones de 4,5 cm de largo y 1,8 cm de ancho. (Robomania).

Esta placa arduino nano es muy similar al arduino Duemilanove, con la única diferencia es el paquete. Tiene integrado el microcontrolador ATmega 328P, igual que la placa arduino UNO. La principal diferencia entre el arduino UNO y el NANO es que la placa UNO se presenta en formato PDIP (Plastic Dual-In-line Package) con 30 pines y Nano está disponible en TQFP (Plastic Quad Flat Pack) con 32 pines.

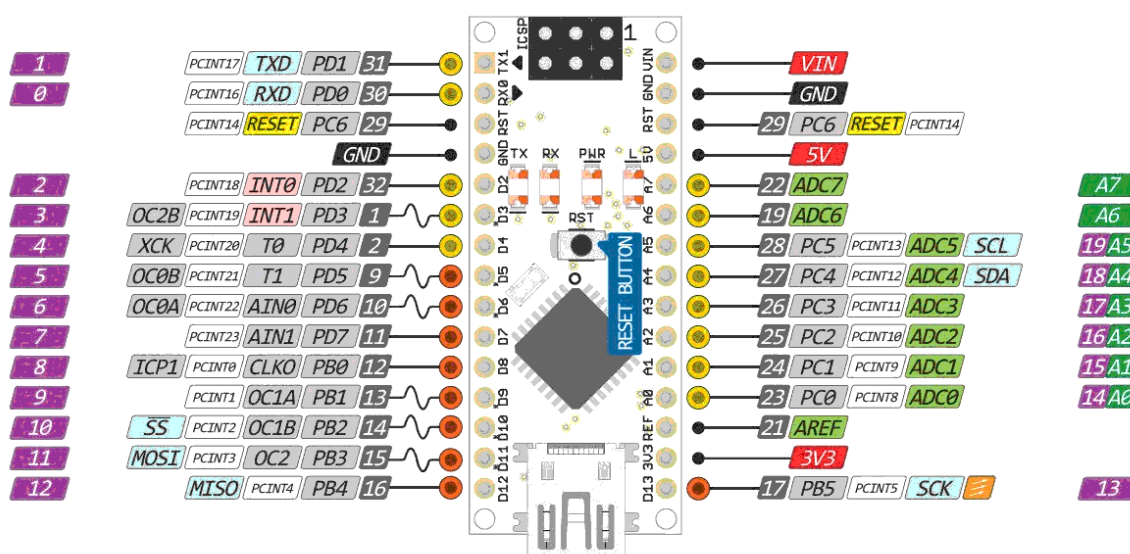


Figura 14 Pines de la placa arduino NANO. Tomado de <https://arduino-forth.com/articles/images/arduino/cartes/arduinoNanoPinout/nanoPinOut.png> Elaborado por Investigación Directa.

Los 2 pines adicionales de Arduino Nano sirven para las funcionalidades ADC, mientras que UNO tiene 6 puertos ADC, pero Nano tiene 8 puertos ADC. La placa Nano no tiene un conector de alimentación de CC como otras placas Arduino, sino que tiene un puerto mini-USB, la cual se usa tanto para programación como para monitoreo en serie.

En la Fig. 14 se puede observar que el arduino Nano tiene 14 pines de E / S digitales que se pueden usar como entrada o salida digital. Los pines funcionan con un voltaje de 5 V como máximo, es decir, estado alto es 5 V y estado bajo es 0 V. Cada pin puede proporcionar o recibir una corriente de 40 mA y tiene una resistencia al pull-up de aproximadamente 20-50 k ohmios. Cada uno de los 14 pines digitales se puede usar como entrada o salida, usando las funciones `pinMode ()`, `digitalWrite ()` y `digitalRead ()`.

La programación de la placa arduino nano se puede realizar utilizando el IDE respectivo del software Arduino solamente seleccionando en el software el tipo de placa. El microcontrolador ATmega328 sobre la placa Nano viene preprogramado con un cargador de arranque. Este cargador de arranque permite cargar código nuevo sin utilizar un programador de hardware exterior. La comunicación de este se puede realizar con el protocolo STK500. Aquí también se puede evitar el cargador de arranque y el programa del microcontrolador se puede hacer usando el encabezado de la programación en serie en circuito o ICSP con un ISP Arduino.

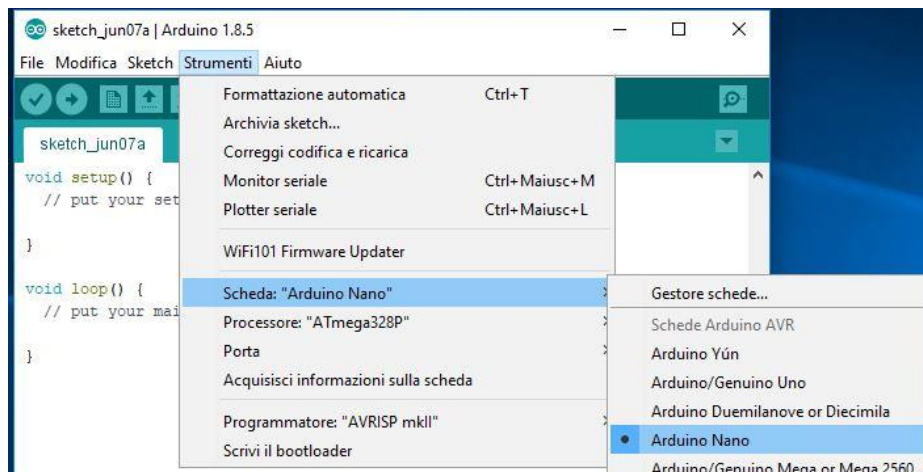


Figura 15: IDE Software para placa arduino NANO. Tomado de <https://www.lelezapp.it/wp-content/uploads/Programmare-Arduino-Nano-ATmega328P-CH340G-con-Arduino-IDE-in-Windows-3-scheda.jpg>. Elaborado Investigación Directa.

La placa arduino nano es más versátil, y algunas de las aplicaciones se puede dar en la creación de prototipos de productos y sistemas electrónicos, varios proyectos de bricolaje, es muy fácil de usar para principiantes y aficionados, proyectos que requieren múltiples interfaces de E/S y comunicaciones. Mediante un Arduino es posible automatizar cualquier cosa para hacer agentes autónomos, controlar luces, reproducir mp3, jugar al ajedrez, controlar robots, maquinas, impresoras 3D, CNC o mil cosas que se nos pueda ocurrir

- Automatización
- Varios proyectos de bricolaje
- Sistemas de control
- Sistemas embebidos
- Robótica
- Instrumentación

12.1.2.11 Python

Python es uno del lenguaje de programación más populares del mundo, muy eficiente y de acceso público, utilizado por grandes empresas y organizaciones de todo tamaño en todos los sectores de la economía para todo tipo de aplicaciones. Es un lenguaje de alto nivel y multiplataforma es decir que puede ser ejecutado en Windows, MacOS, o Linux, sus archivos tiene la extensión “.py” y son ejecutados por el compilador. Para ejecutar programas en Python es necesario el intérprete de Python, y el código a ejecutar, además también dispone de un entorno interactivo.

En el ámbito de la educación y la informática, la historia más famosa y exitosa es la de la creación de la “RASPBERRY PI” con más de cinco millones de dispositivos entregado en el mundo hasta ahora. Con el proyecto OLCP, On Laptop per-Child, cada niño por laptop, la cual logró el objetivo de proporcionar a cada niño un dispositivo portátil resistente, de bajo costo y de bajo consumo, ya que, con este tipo de herramienta, los niños se conectan con el mundo e involucran en el aprendizaje colaborativo, alegre y auto empoderado. estos proyectos Raspberry Pi y OLPC, todos pueden obtener poseer hardware asequible que ejecute Python. (H.Tollervey, 2015),

Cabe también destacar que Python tiene vastas librerías para varios campos, como para machine learning están las librerías de Numpy, Pandas, Matplotlib, para inteligencia artificial están las librerías de Pytorch, TensorFlow y el para el desarrollo de juegos Pygame, Pyglet.

12.1.2.12 Librería Pygame

Pygame es un envoltorio de la biblioteca SDL (Simple DirectMedia Layer), es una librería multimedia de Python que se utiliza crear juegos y aplicaciones multimedia, es decir que consiste en gráficos por computadora y bibliotecas de sonido diseñadas para ser utilizadas con el lenguaje de programación, muy adecuado para crear aplicaciones del lado del cliente que potencialmente se pueden empaquetar en un ejecutable independiente. Fue oficialmente escrito por Peter Shinnars para reemplazar PySDL,

Pygame incluye un módulo de sprites de nivel superior para ayudar a organizar los juegos. El módulo de sprites incluye varias clases que ayudan a administrar los detalles que se encuentran en casi todos los tipos de juegos. Las clases de Sprite son un poco más avanzadas que los módulos normales de pygame y necesitan más comprensión para ser utilizadas correctamente. (pygame, 2020)



Figura 16: Pygame como entorno de desarrollo multimedia. Tomado de <http://codig0x22.blogspot.com/2013/08/instalar-pygame-utilizando-virtualenv.html> Elaborado por Investigación Directa.

Para la instalación de la librería pygame se debe tener en cuenta que Python este instalado en el sistema (Windows, MacOS, Linux), en la versión mas actualizada posible, porque es mucho más flexible para los principiantes, además también porque tiene menos tiempo de respuesta.

Como en este trabajo de investigación, la implementación del módulo del osciloscopio digital que pueda ser integrado a un laboratorio educativo portátil, se utilizó el Sistema Operativo Raspbian, exclusivo únicamente para dispositivos Raspberry Pi, por lo tanto, se usaron los pasos para la instalación de Python y la librería pygame del S.O. Linux los cuales se detallarán paso a paso más adelante.

12.1.2.13 Raspberry Pi

Raspberry Pi, es un dispositivo de placa pequeña que funciona como una computadora, es potente y de bajo costo, desarrollada por Raspberry Pi Foundation. Dicho dispositivo, se inspiró en el éxito de BBC Micro para la enseñanza de programación informática a toda una generación de niños y jóvenes que no tenían conocimientos básicos de computación y programación, actualmente se fabrica en Reino Unido.

En el corazón de Raspberry Pi se encuentra el potente sistema Broadcom BCM2835 "en un chip ". El BCM2835 es similar al chip en el corazón de casi todos los teléfonos inteligentes y decodificador en el mundo que usa arquitectura ARM. La CPU BCM2835 en la Raspberry Pi funciona a 700 MHz y su rendimiento es aproximadamente equivalente a un Computadora Pentium II a 300 MHz que estaba disponible en 1999. Para poner esto en perspectiva, la computadora de guía utilizada en las misiones Apollo fue ¡menos potente que una calculadora de bolsillo. (Harrington , 2015)

Actualmente en el mercado hay varias versiones de la Raspberry Pi, los principales modelos son el A y el B, el modelo A es una versión de bajo costo, pero lamentablemente este carece del chip concentrador USB. Este chip también funciona como un convertidor de USB a Ethernet, también hay una versión llamada Model B + que tiene puertos USB adicionales y resuelve muchos de los problemas de energía que rodean a los puertos USB Modelo B.

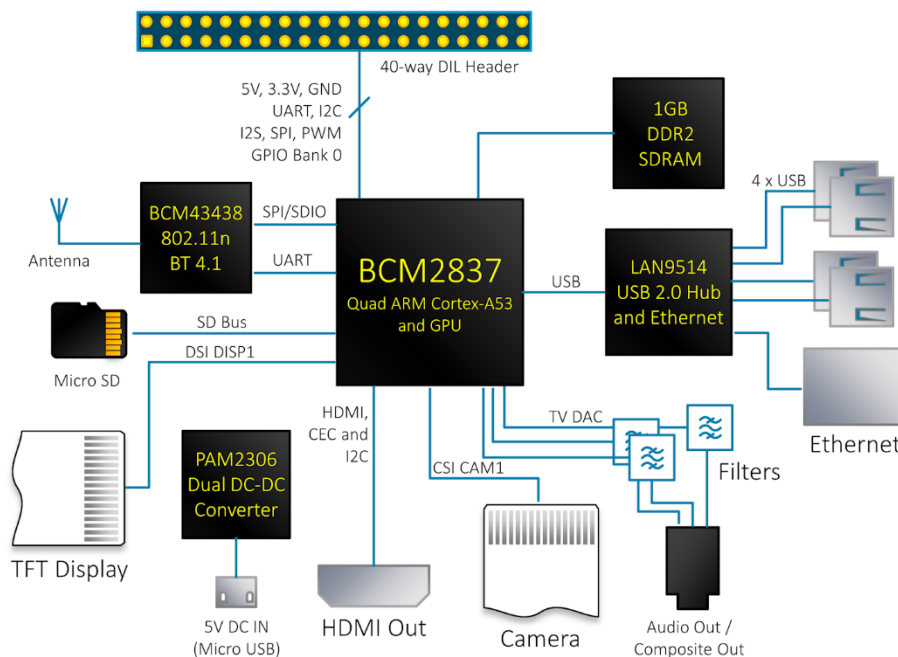


Figura 17: Diagrama de bloque de la raspberry pi 3. Tomado de <https://www.element14.com/community/community/raspberry-pi/blog/2017/01/16/raspberry-pi-3-block-diagram> Elaborado por Investigación Directa

En la Fig. 17 se puede observar los distintos componentes que tiene integrado la raspberry pi 3. Dichos componentes satisfacen la necesidad básica de una computadora para proyectos electrónicos de gran alcance ya que contiene las tecnologías de red de wifi y bluetooth.

La raspberry pi 3 cuenta con un procesador ARM Cortex A53 de 4 núcleos, 1.2 Ghz y 64 bits que mucho más rápido y potente que las versiones anteriores y su rendimiento es al menos un 50% superior a la raspberry pi 2 y su precio es realmente asequible para cualquier estudiante de ingeniería.

Estos dispositivos son perfectos para la implementación de proyectos electrónicos que no requieren de un alto procesamiento y desean ahorrar costos y espacios, a continuación, se presenta un cuadro de las características de las diferentes versiones de raspberry pi más usadas en el mercado.

Tabla 5 – Tabla de características de las versiones de Raspberry pi más usadas

MODELO	RASPBERRY PI 2B	RASPBERRY PI 3B	RASPBERRY PI 3 B +	RASPBERRY PI 4 B
SOC TYPE	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2711
RELOJ CPU	4xArmCortex A7, 500MHz	4xArmCortex A53, 1.2GHz	4xArmCortex A53, 1.4GHz	4xArmCortex A72, 1.5GHz
RAM	1GB	1GB	1GB	1GB/2GB/4GB
GPU	Broadcom videocore IV	Broadcom videocore IV	Broadcom videocore IV	Broadcom videocore IV
PUERTOS USB	4	4	4	4(2xUSB3.0+2xUSB 2.0)
ETHERNET	100Mbit/s base ethernet	100Mbit/s base ethernet	Gigabit ethernet(max 300Mbps)	Gigabit (ethernet no limit)
WIFI	NO	WIFI 802.11N	WIFI 802.11ac Dual Band	WIFI 802.11ac Dual Band
BLUETOOTH	NO	4.1	4.2 BLE	5.0 BLE
VIDEO OUTPUT	HDMI/3.5mm Composite/DSI	HDMI/3.5mm Composite/DSI	HDMI/3.5mm Composite/DSI	HDMI/3.5mm Composite/DSI
AUDIO OUTPUT	I2S/HDMI/3.5mm Composite	I2S/HDMI/3.5mm Composite	I2S/HDMI/3.5mm Composite	I2S/HDMI/3.5mm Composite
CAMERA INPUT	15 pin CSI	15 pin CSI	15 pin CSI	15 pin CSI
GPIO Pins	40	40	40	40
Memoria	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD
POWER RATING	200mA-800mAh	300mAh-1,3A	450mAh-1,2A	

Información tomada de:: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0176/3274/files/Raspberry-Pi-Comparison_r4.pdf?34

13.1 Fundamentación Legal

En aspecto del marco legal, partiendo de lo general a particular, el presente trabajo de investigación se motiva en Términos de **Calidad de formación profesional en área de conocimientos científicos y tecnológicos**, en el cual se sustenta en Título VII Régimen del Buen Vivir, capítulo Primero, Inclusión y Equidad, Sección Primera donde contempla que la educación superior en el territorio nacional ecuatoriano tiene el propósito de formar a sus estudiantes con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica, resaltándose en el artículo 350 de la Constitución de La República de Ecuador. (Véase anexo 1).

De igual manera en el artículo 12 del Capítulo 3 Principios del Sistema de Educación Superior de la Ley Orgánica Superior, expresa que el sistema educativo se debe regir por los principios de autonomía responsable y calidad para la producción del pensamiento y conocimiento en el marco del dialogo de saberes y producción científica tecnológica global. (Véase anexo 2)

Y por último en la política 5.6 del objetivo5, Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria; del Plan Nacional del Buen Vivir 2017-2021 expresa que se debe promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector productivo y las universidades. (Véase anexo 3)

14.1 Definiciones Conceptuales

Laboratorio portátil de ingeniería: Es un dispositivo totalmente cómodo manual en cual estará integrado por diversos módulos de medición electrónica tales como, osciloscopio fuentes variables, amperímetros, óhmetros, capacitómetros entre otros.

Módulo de Osciloscopio digital: Es tan solo la parte de implementación del circuito electrónico propuesto de un osciloscopio que conlleva un software en el cual será instalado en el S.O. central del laboratorio portátil de ingeniería.

Tarjetas programables de bajo costo: También conocidas como tarjetas de desarrollo, es una placa electrónica que contiene como componente principal un microcontrolador, que facilita la configuraciones de la entrada y salidas a través de la programación, entre estas existen dos muy conocidas en el mercado que son: raspberry y arduino.

CAPITULO III

Metodología y Propuesta

15.1 Metodología del proyecto

El presente trabajo de investigación propone la implementación de un módulo osciloscopio digital de manera que sea integrado en un laboratorio portátil, construido con elementos electrónicos de bajo recursos y asequible dentro del territorio nacional y propiciatorio para que esté preparado y de manera funcional en el día de la sustentación del mencionado trabajo de investigación.

Dicho módulo usará un software que será desarrollado en el lenguaje de programación Python (versión 3), bajo la librería pygame. El software desarrollado consiste en un graficador donde se pueda observar las ondas electrónicas con sus divisiones respectivas y botones de configuración donde se ajuste las frecuencias ya determinadas y voltajes ya determinado.

Se sabe que al adquirir un osciloscopio profesional aptos para laboratorios de electrónica posee un alto costo el mismo que lo hace inasequible muchas veces para instituciones de educación superior que son financiadas por el estado cuanto más para un alumno o amante de la electrónica, pero sin embargo este instrumento de medición es de suma importancia para todo trabajo, proyecto electrónico que uno se determina hacer.

Al implementar un osciloscopio digital con componentes de bajo costo y asequibles hace que sea un instrumento de medición aceptable por lo menos para principiantes, que cubre los tópicos básicos del estudio de la electrónica para aprender en la carrera universitaria.

15.1.1 Factibilidad Técnica

Para la evaluación de la factibilidad técnica de la implementación del prototipo del módulo osciloscopio se analizó desde varios criterios:

1. Que el autor del proyecto tenga conocimientos fundamentales y solidos de electrónica básica y conozca el material de estudio de la carrera de ingeniería en teleinformática de la UG
2. Que tenga las funciones fundamentales de un osciloscopio para hacer prácticas comenzando desde la materia de circuitos electrónicos y electrónica análoga de la Ingeniería en Teleinformática/Telemática de la UG.

3. Que los materiales sean de bajo costo y adquiridos en el territorio nacional y sea compatibles con la mainboard del laboratorio educativo portátil, debido a que debe presentarse funcional en el día de la sustentación del proyecto.
4. Que el software sea descargable de la web y gratuito.
5. Que el lenguaje de programación sea actualizado para que haya mejoras a futuro.
6. El presente prototipo se lo está implementando en un temporal de pandemias a nivel global, por lo tanto, se toma en todas las precauciones del caso, para no exponer en situación de riesgo la integridad del autor.

Tabla 6 – Factibilidad técnica para Proyecto FCI

Números	Módulo	Interconexión	Software	Método de Realización
1	Osciloscopio digital	Puerto USB	Si	Trabajo de investigación
2	Capacímetros y óhmetro			
3	Amperímetro	Puerto USB	Si	Trabajo de investigación
4	y Voltímetro			
5	Generador de funciones	Independiente	No	Trabajo de investigación
6	Fuente de Alimentación			

Información tomada de Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en telecomunicaciones de la UG. Elaborado por Investigación Directa.

En la tabla 6 se detalla que el proyecto FCI está integrado por los diferentes módulos propuesto que serán desarrollados por los trabajos de investigación y dichos módulos se integrarán al laboratorio portátil educativo.

15.1.2 Factibilidad Legal

El presente trabajo de investigación junto con los demás proyectos de tesis relacionados al laboratorio portátil educativo, esta caracterizado bajo el respeto a la propiedad intelectual y la creatividad, y el contribuir con proyectos técnicos para que tenga realce y utilidad para la sociedad especialmente para los estudiantes de ingeniería sin ningún fin de lucro.

Dicho trabajo de investigación se basa bajo las ideas, trabajos realizado por la organización sin fines de lucro de raspberry pi “MagPi Magazine”.

“MagPi es la revista oficial de Raspberry Pi. Escrito para la comunidad, está repleto de proyectos temáticos de Pi, tutoriales de informática y electrónica, guías prácticas y las últimas noticias y eventos de la comunidad” (MagPI, 2020)

Bajo esa premisa, se procede a aplicar los conocimientos aprendidos de la carrera universitaria con la finalidad de contribuir que el prototipo implementado sea integrado en un laboratorio portátil para con fines educativo a la carrera universitaria y universidad.

15.1.3 Factibilidad Operacional

En esta sección del presente trabajo, le permite a la implementación del prototipo conocer la posibilidad de conseguir y poner en funcionalidad del módulo osciloscopio y la integración del nuevo prototipo del laboratorio educativo portátil (LEP). Por otra parte, el correcto funcionamiento y uso del LEP, esta relegado a los diferentes miembros tesistas que conforma el grupo de Proyecto de investigación Científica (Proyectos FCI), razón por la cual se debe garantizar el buen entendimiento y el manejo del equipo en cuestión.

Para realizar de manera exitosa la implementación del proyecto se apegó al calendario establecido del departamento de titulación vigente de la carrera de ingeniería en Teleinformática (Ver anexo)

En cada presentación de los capítulos del trabajo de investigación, fue realizada cada actividad con respecto a la implementación hasta llegar así a la construcción completa del prototipo, para que sea presentado de manera funcional en el día de la sustentación.

16.1 Población y Muestras

Se conoce que para la presente fecha a la entrega del trabajo de investigación la población a estudiar recibe sus clases bajo la modalidad online, sin embargo, sigue siendo la misma a estudiar ya que son todos los estudiantes que se encuentra desde quinto hasta noveno semestre de la Carrera de la Ingeniería en Teleinformática, Facultad Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil.

Tabla 7 Estudiantes que pertenecen en la carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Modalidad	Nivel	Cantidad de estudiantes
Online	5to	41
	6to	58
	7mo	45
	8vo	36
	9no	20
POBLACIÓN TOTAL		200

Información tomada de la secretaria de la carrera de Ingeniería en teleinformática de la UG. Elaborado por Investigación Directa.

Se ha estimado el tamaño de la muestra mediante la aplicación de la fórmula para el sistema de aleatorio simple, siendo: Se utilizará la formula finita para la realización del muestreo:

$$n = \frac{N * Z^2(p) * (q)}{e^2(N - 1) + (Z^2pq)}$$

Donde

- n es la muestra deseada
- N es el Tamaño de la población
- Z es el porcentaje de confianza
- p es la variable positiva
- q es la variable negativa
- e es el porcentaje de error

Este estudio se realizará por medio de encuestas en línea, considerando un cálculo del 8% de error de estimación, mientras que para la variable positiva y negativa se estima un valor del 50%, y para el nivel de confianza se considera el valor del 98% que es equivalente al 2,33 tal como se puede observar el cálculo en la tabla 8 a continuación

Tabla 8 Calculo de la muestra de la población de estudiantes

Datos	Resolución
$N = 200$	$n = \frac{Z^2(p)(q)}{e^2(N - 1) + (Z^2pq)}$
$e = 8\%$	
$Z = 2,33$	$n = \frac{(200)(2,33)^2(0.5)(0.5)}{(0.08)^2(200 - 1) + ((2.33)^2(0.5)(0.5))}$
$p = 0.5$	
$q = 0.5$	$n = 103 \text{ encuestados}$

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Erwing Plaza.

17.1 Instrumento de colección de datos

Esto es equivalente a la actividad que se usó para la recopilación de información dentro del presente trabajo de investigación, luego de reunir esta información, se procedió con la tabulación para el procesamiento de datos y así proporcionar el análisis correspondiente. (ver anexo5)

Tabla 9 Tipo de Encuesta usada en el trabajo de investigación

Técnica	Tipos de preguntas	Modalidad
Encuesta	Preguntas cerradas:	Online
	Dicotómicas y de valoración	

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Erwing Plaza.

17.1.1 Encuesta

Según García Fernando define a la encuesta como “Una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población, del que se pretende explorar, describir, predecir una serie de características” (García , 1993).

Crear un enlace online de Google forms, con preguntas de selección múltiples, usando la escala de Likert o de valoración, con la finalidad de indagar la perspectiva del estudiante de los diferentes semestres (de 5to a 9no semestre), con respecto a lo que es un laboratorio portátil educativo, y luego específicamente el módulo osciloscopio para mediciones de electrónica básica. Se resalta que la encuesta pertenece al grupo de investigación de los proyectos FCI, los mismo que le corresponde al tema del desarrollo del presente trabajo. Las preguntas de la encuesta correspondiente a este trabajo de investigación se encuentran en el anexo 4 de la presente investigación.

17.1.2 Análisis estadísticos de los resultados de la encuesta.

De los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los estudiantes de 5to a 9no semestre, se realizó el siguiente análisis:

1.- Cantidad de alumnos que hay en cada semestre, 5to, 6to, 7mo, 8vo y 9no. Se toma de referencia dicha muestra, ya que aquella población, serían los posibles beneficiarios, la respuesta de ellos es muy importante para analizar la necesidad de un laboratorio portátil y si el desarrollo del proyecto es viable.

Tabla 10 Cantidad de alumnos encuestados por niveles en CII2020-2021

Semestre	Cantidad de alumnos	%
5to	3	3%
6to	22	21%
7mo	18	17%
8vo	35	34%
9no	25	24%
Total	103	100%

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Erwing Plaza.

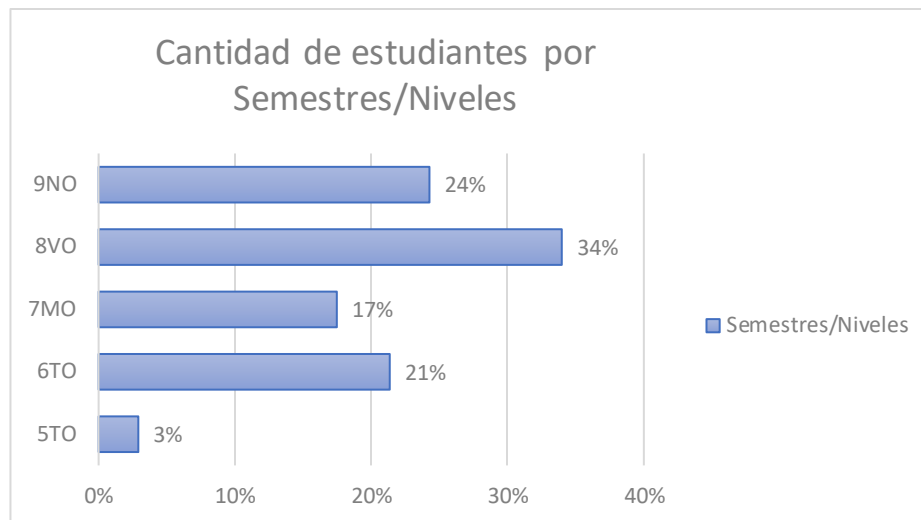


Figura 18. Cantidad de estudiantes encuestados por semestre. Información obtenida de las aulas de la carrera IT. Elaborado por Erwing Plaza

2.- De las preguntas 1, 3 y 8 se pretende obtener información sobre el LEP, y si ellos conocen lo que es un dispositivo LEP y si han trabajado proyectos con circuitos.

Tabla 11. Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 1, 3, 8

Items	Niveles	1P	1P%	3P	3P%	8P	8P%
NO	5to	0	0	0	0%	0	0%
	6to	3	3%	19	18%	2	2%
	7mo	3	3%	15	15%	3	3%
	8vo	5	5%	10	10%	5	5%
	9no	4	4%	0	0%	3	3%
Si	5to	2	2%	3	3%	3	3%
	6to	13	13%	3	3%	20	19%
	7mo	5	5%	3	3%	15	15%
	8vo	23	22%	25	24%	30	29%
	9no	16	16%	25	24%	22	21%
Tal vez	5to	1	1%	0	0%	0	0%
	6to	6	6%	0	0%	0	0%
	7mo	8	8%	0	0%	0	0%
	8vo	8	8%	0	0%	0	0%
	9no	6	6%	0	0%	0	0%
Total		103	100%	103	100%	103	100%

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Erwing Plaza.

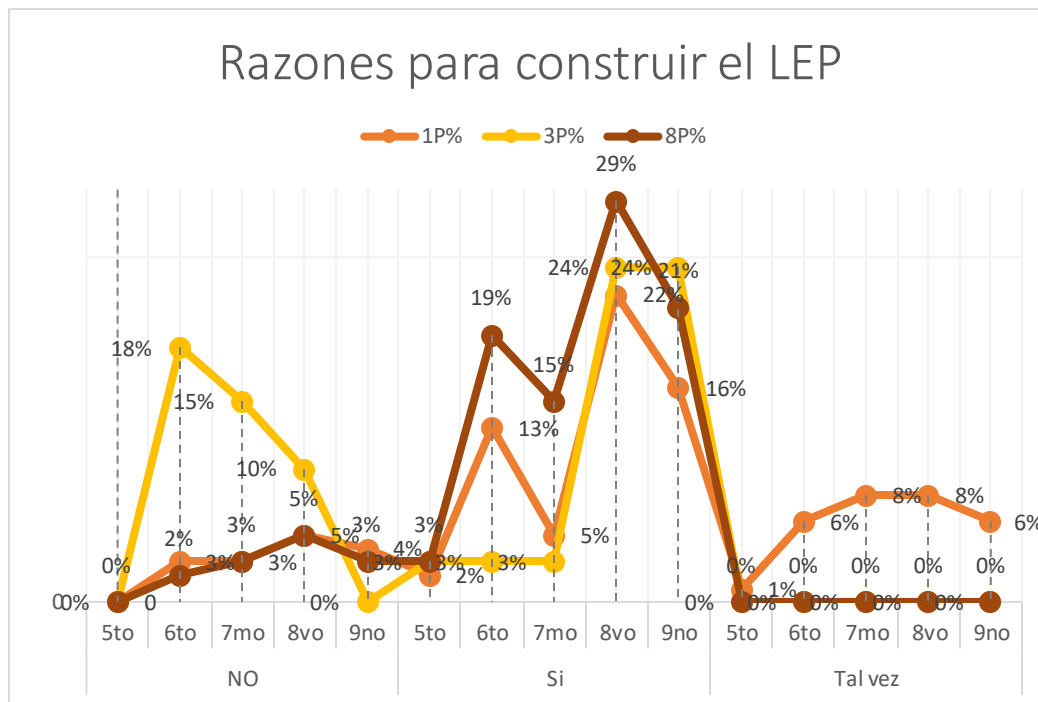


Figura 19. Análisis estadístico para de las preguntas 1, 3 y 8 de la encuesta

De la gráfica 19 se puede observar que las respuestas de la pregunta 1 y 3 del cuestionario, los estudiantes de 8vo, 9no, conocen en ampliamente lo que es un laboratorio portátil ya que ellos en las sesiones de clases para ese nivel trabajan con dichos dispositivos, pero en estos tiempos de pandemia que ha azotado al mundo los estudiantes de aquellos niveles están trabajando en la instrumentación virtual es decir instalan NIELVIS, y trabajan en el multisim.

En la sección de tal vez, se puede observar que los estudiantes que en la tercera y en la octava pregunta, todos los estudiantes ya conocen lo que es circuitos y que para los circuitos se necesitan instrumentos de medición electrónica.

En la sección “No”, se observa que los estudiantes de 6to y 7mo hay una parte que no han trabajado con dispositivos entrenadores de electrónica más conocidos como laboratorios portátiles, sin embargo, la mayoría de ellos ya se están involucrando al mundo de la electrónica.

3.- De las preguntas 15, 16 de cuestionario, se pretende obtener información sobre el módulo osciloscopio, y si ellos han trabajado con están de acuerdo que es necesario el dicho modulo para sus talleres de clases.

Tabla 12. Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 15, y 16

Items	15P	15P%	16P	16P%
Totalmente de desacuerdo	0	0%	2	2%
Parcialmente desacuerdo	2	2%	1	1%
Tal vez	8	8%	6	6%
Parcialmente de acuerdo	18	17%	17	17%
Totalmente de acuerdo	75	73%	77	75%
	103	1	103	1

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Erwing Plaza.

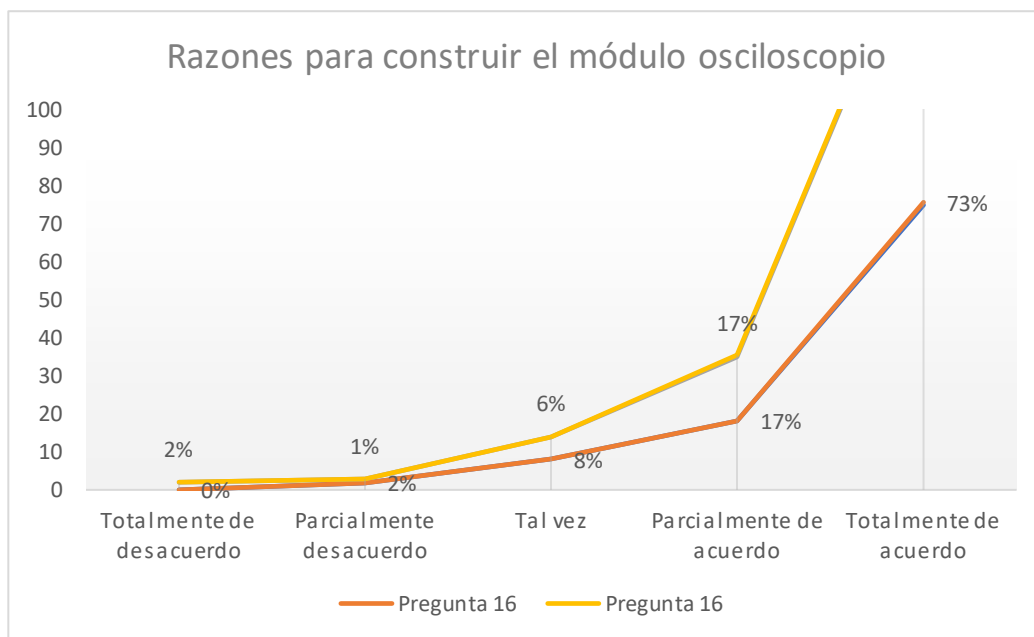


Figura 20. Análisis estadístico para de las preguntas 15 y 16 de la encuesta

De la gráfica 20, se observa que los estudiantes encuestados en su mayoría respondieron que están totalmente de acuerdo que necesitan un módulo osciloscopio en sus prácticas de electrónica y que, con un osciloscopio a mano, despertarían su interés y mejoraría el aprendizaje en las materias relacionadas con la electrónica. Por lo tanto, es factible y amerita la construcción de un diseño experimental de un módulo osciloscopio y que esta a su vez venga con otros instrumentos de medición, pero sobre todo que sea portátil, y adecuado para los desarrollos eficiente de sus talleres en sus sesiones de clases.

18.1 Análisis de los componentes electrónicos a usar

Inicialmente se tenía como estrategia la idea de construir e implementar el módulo osciloscopio con materiales que posea las características apropiadas para la digitalización y el muestreo de señales eléctricas y se pueda obtener así una buena visualización en el graficador, incluso con voltajes en un rango mucho mayor.

Pero hubo un cambio de la estrategia inicial debido a la difícil situación que atravesó el mundo entero con respecto a la emergencia sanitaria por tal razón se realizó un análisis los componentes principales del prototipo (dspic, arduino, mainboard, raspberry) cumpliendo de igual manera así el objetivo específico 3, tomando en cuenta los criterios más importantes tales como costo, asequibilidad, y las principales especificaciones de los componentes electrónicos tales como la velocidad y el voltaje y corriente que soporta.

Como resultado del análisis comparativo tal como lo muestra en la tabla 13 entre los componentes principales, se escogió a estos componentes a usar el arduino los cuales son el Nano y la raspberry PI debido a que facilita la adquisición, su costo y simplicidad en la programación del módulo osciloscopio.

También el tiempo de llegada de los mencionados componentes a influyen mucho en la construcción del diseño experimental, por lo tanto, se añade esta razón para escoger componentes básicos para su apropiada construcción y que llegue a su respectiva funcionalidad.

Considerando también el análisis de los resultados de la encuesta con respecto a las preguntas 15 y 16 donde los estudiantes están totalmente de acuerdo con la construcción de un módulo osciloscopio que cumpla con las necesidades de las funciones fundamentales para realizar talleres de electrónica básica.

Tabla 13. Análisis de los componentes requeridos

Componentes	Costos/unidad	Lugar de procedencia/Tiempo de llegada	Especificaciones técnicas	Tiempo de llegada
Dspic33F	\$5,75 (1-25)	Microchip (EEUU)	Microcontrolador: Dspic33fj128gp802 Arquitectura:16-bit Maxcpu speed :40mhz Cpu speed: 40 mips/dmips	1 mes 10 días
Arduino (NANO/UNO)	\$9,00 (1)	Electrónicas ecuatorianas	Microcontrolador: Atmega 328P Arquitectura: AVR SRAM:2KB Velocidad: 16MHz	De 1 a 4 días máximo
Raspberry PI 3 model +	\$75,00	Electrónicas ecuatorianas	BroadCom BCM2837B0 4xAmm CortexA53,1,4GHx RAM: 1GB Puertos USB:4	De 1 a 4 días máximo
Maimboard	\$82,99	Electrónicas ecuatorianas	Mainboard H110m 6ta 7ma Gen Intel Core I3 I5 I7 Ddr4 Y 9na	De 1 a 15 Dias Maximo

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Erwing Plaza.

19.1 Esquema del módulo Osciloscopio digital LEP

El módulo osciloscopio digital se basa con el siguiente esquemático que se presenta a continuación.

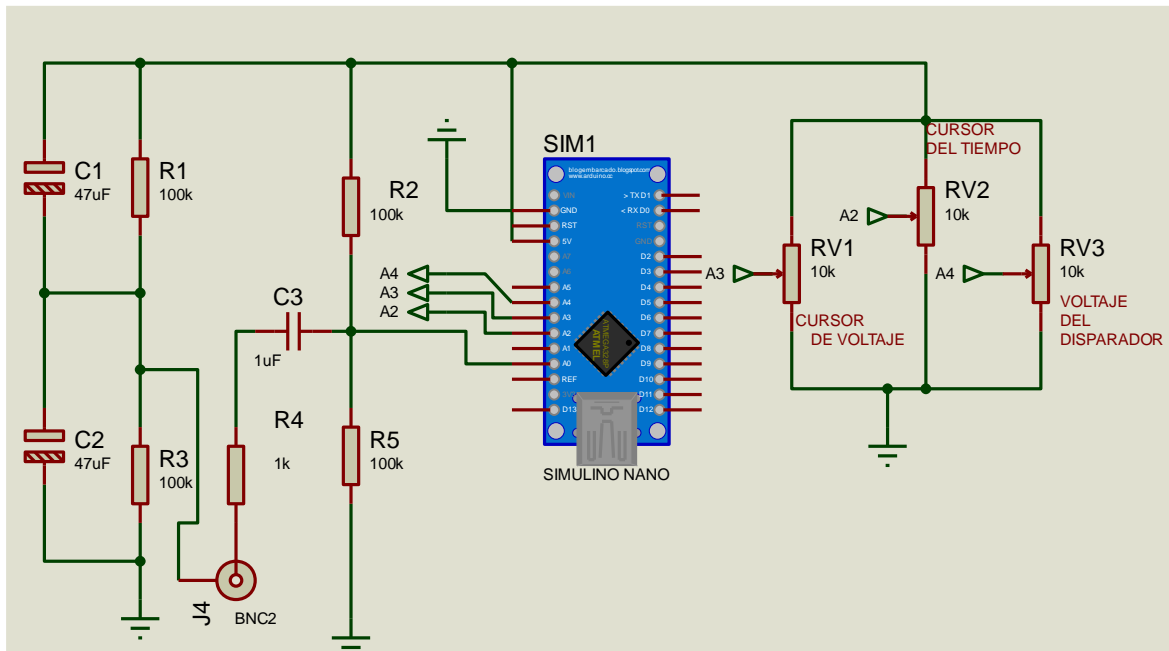


Figura 21:: Esquemático del módulo osciloscopio digital Tomado de la revista de MagPi. Elaborado por Investigación Directa.

Como este trabajo de investigación se enfoca principalmente en el análisis, diseño e implementación del módulo osciloscopio digital, se observa como componente principal a un arduino nano, que hace el papel del conversor análogo digital, también conocido como módulo de adquisición de datos. Se escogió a este componente debido a su fácil accesibilidad a nivel nacional y simplicidad para la presentación y sustentación en estos tiempos de crisis a nivel global.

Como se puede observar en la figura 21, está la configuración delta de 3 resistencias variables, esto es para medir tiempo y la diferencia de voltaje entre los dos puntos cualquiera en las muestras, incluso sirve para mostrar la frecuencia que el delta del tiempo corresponde tomando también su recíproco. Estas características las tienen incluso en los grandes y costosos osciloscopios. También es menester mencionar que está incorporado un disparador, esto es para sincronizar el inicio de la rápida recopilación de datos y que pueda ser mostrado de forma estable, para la visualización en el software graficador codificado por el lenguaje Python.

20.1 Recursos de construcción

En esta sección se detalla todos los materiales que se usaron para la construcción del módulo osciloscopio y su integración al LEP, tanto como hardware y software.

Clases	Ítems	Cantidad	Lugar de procedencia
Componentes electrónicos	Arduino uno/NANO	1	Electrónicas ecuatorianas
	Raspberry Pi 3 model +	1	
	Resistencias	5	
	Condensadores electrolíticos	2	
	Cables jumper	30	
	Cable USB mini	1	
	Software Arduino	1	
Software	Software Raspbian	1	Web
	Python v3	1	
	Etcher v1.5	1	

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en telecomunicaciones de la UG. Elaborado por Investigación Directa

21.1 Procedimiento

21.1.1 Diagrama de bloques

En la etapa inicial, el desarrollo de este trabajo de investigación, con el cumplimiento del primer objetivo específico, se obtiene una idea fundamental del rol que tiene el módulo entrenador tal como el NI ELVIS, y cada uno de sus componentes por lo menos los más básicos.

Luego se plantea seguir estrictamente aquel diagrama de bloques de la figura 19, con el fin de que el laboratorio contenga todos los módulos de medición y que sea portable, cumpliendo así el segundo objetivo específico de la presente tesis.

Los módulos que estarán conectados con el software GUI (Graphical USeR Interface) serán: el osciloscopio, el capacímetro, el óhmetro, el amperímetro y el voltímetro. Los módulos de la fuente de voltaje variable y fijas, y el generador de funciones serán totalmente independientes, pero sí estarán integrado en el LEP.

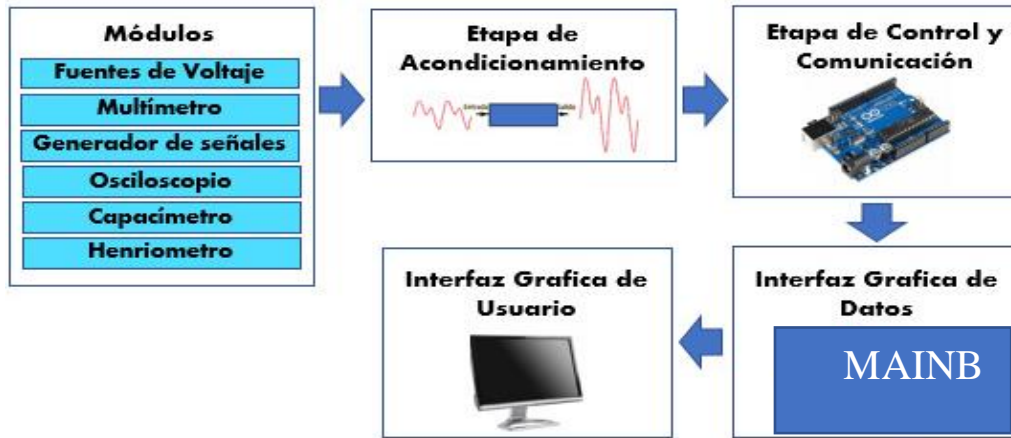


Figura 22: Diagrama de bloques del laboratorio Educativo Portátil versión UG Tomado de Proyectos FCI 2020-2021. Elaborado por Investigación Directa.

En la figura 19, está la manera como se determina realizar la implementación del laboratorio portátil educativo para ingeniería de la versión UG y cada uno de sus módulos también.

Dichos módulos, propuestos a hacer, constará con una etapa de acondicionamiento que servirá para que la señal a medir sea adaptada a las restricciones del sistema a construir, luego una etapa de control y comunicación, que esta a su vez comunicará al mainboard (en este caso se usará una raspberry que actúe como mainboard), para la presentación de datos en una interfaz gráfica de Usuario codificada en lenguaje Python en un Sistema operativo Linux (Raspbian), y finalmente ser presentados por un monitor común y silvestre.

Cabe recalcar una vez más que el presente trabajo de investigación se enfocará en el desarrollo del módulo osciloscopio y su integración al laboratorio educativo portátil para ingeniería.

22.1 Diseño y construcción

19.1.1 Hardware

Como se observó en la sección 17.1 esquema general del proyecto se configura como componente principal un **arduino nano** y la gran ventaja de usar el arduino nano es que desde el punto de vista del procesamiento de señales, hay una interrupción mínima del sistema operativo y puede recopilar datos a una velocidad constante e ininterrumpida.

Esto es justo lo que se necesita en la implementación de un osciloscopio digital. La idea central es que el Arduino reúna todo un montón de muestras de voltaje lo más rápido posible y lo almacene en la memoria, luego transfiere de esa memoria a S.O (Windows o Raspberry Pi), nuevamente lo más rápido posible.

También en el esquema de la sección de adquisición de datos de arduino, consta de tres potenciómetros para los controles del osciloscopio y una polarización acoplada de CA entrada de voltaje. El condensador instalado allí asegura que ninguna componente DC pasen en la entrada.

Entonces, primero, la función del trigger es opcionalmente llamada y luego las muestras se recogen y se envían a la Pi. La función de disparo tiene un tiempo de espera lo que significa que se disparará de todos modos después de un segundo, ya sea que se vea una transición en la señal de entrada o no. Luego los tres potenciómetros son medidos y enviados también al Pi. Vale mencionar que las muestras son de diez bits de ancho y, por lo tanto, deben enviarse como dos bytes para que se unan de nuevo en el software de Pi.

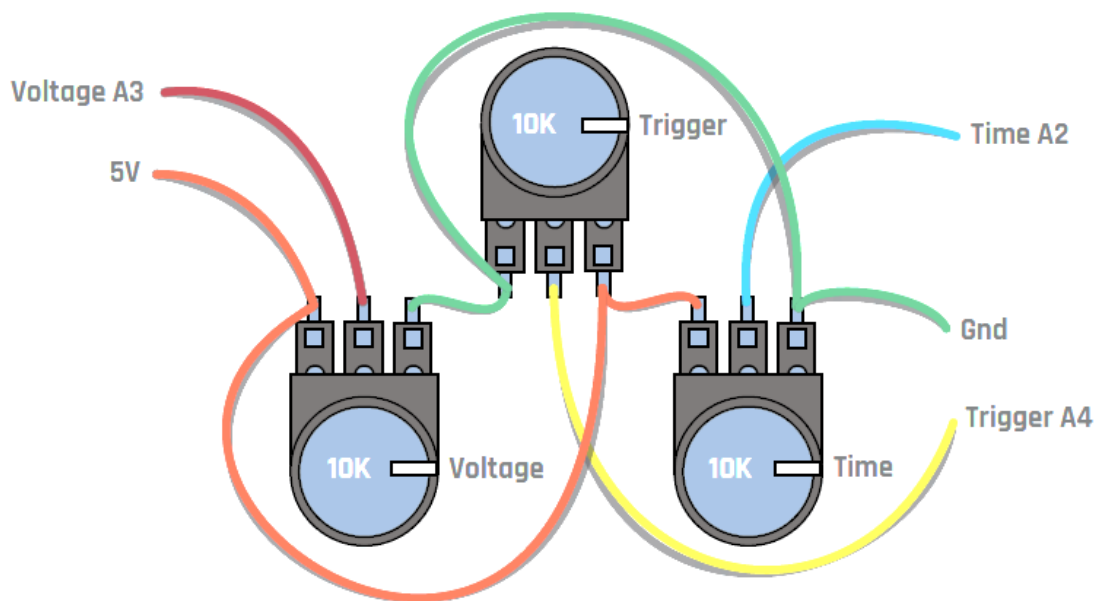


Figura 23: Conexión de los potenciómetros del Osciloscopio digital para el Laboratorio Portátil versión UG Tomado de Proyectos FCI 2020-2021. Elaborado por Investigación Directa.

Hay también que tener en cuenta el uso de la lectura de doble potenciómetros, con un bit de código entre cada uno, esto asegura una lectura más estable ya que el capacitor de entrada del circuito de muestreo “SAMPLE” y el “HOLD” del arduino necesita tiempo para cargarse, y tiene menos tiempo de lo normal para hacerlo debido a la aceleración del A/D

Converter. Esto no afectaría a las muestras de las formas de onda, ya que, en la mayoría de las formas de onda, un voltaje de muestra está cerca del anterior.

Para la implementación del módulo de adquisición de datos del osciloscopio digital propuesto se considera al arduino NANO, esto debido a que este tipo de placa puede tomar muestras a una velocidad de 10000 por segundo o también se le puede llamar a una frecuencia de muestreo a 10k. Honestamente a esta velocidad no es buena para un osciloscopio digital normal pero se puede aumentar esta muestra acelerando la velocidad del reloj del convertidor A/D de la tasa predeterminada, la cual al hacer esto no afecta a la precisión de la lectura sino que al contrario, la frecuencia de muestreo puede llegar a una frecuencia de 58KHz, la cual es la frecuencia máxima configurada para este módulo osciloscopio del laboratorio Portátil Educativo UG (LEP).

Esta configuración es mucho mejor porque permitiría realizar mediciones útiles en el rango de audio. Al final de la transferencia, el Arduino se encuentra en un bucle esperando un byte de reconocimiento del S.O para que pueda empezar de nuevo. Este byte de reconocimiento también lleva la información a cerca si usar un disparador o no en la siguiente muestra.

Finalmente, se añade lo siguiente, que antes de que se recopile cada buffer lleno de datos, el pin 13 de la placa arduino se enciende y se apaga, esto es necesario para que se pueda cronometrar el proceso en un osciloscopio comercial para encontrar la frecuencia de muestreo, algo que no se obtendrá si se usa el tipo AVR recomendado en las placas arduino que funcionan a 16MHz.

19.1.2 Software

En la parte del software del prototipo, se usó un sketch (código de fuente de arduino) ya que como se mencionó previamente, un arduino puede hacer muestras a una velocidad de 1000 por segundo en la cual se podría mejorar a 58k si se mejora la velocidad del reloj del convertidor A/D. En los pines analógicos del arduino nano (A2, A3, A4), están configurados las entradas de los potenciómetros que tienen el rol de actuar como los cursores, cuyos cursores tales como el Trigger, cursor del voltaje, y cursor de la frecuencia, estos permiten la visualización del voltaje pico y el periodo de la señal.

Para el desarrollo del graficador se la realizó en el lenguaje Python, en la versión más actualizada, Python 3, debido a que este lenguaje tiene en sus librerías el pygame, el cual facilita la simplicidad, y la configuración de la parte de la ventana que no se muestra, esto

solo se dibuja una sola vez y luego parte de ella se actualiza cuando es necesario. Además, este lenguaje usa caracteres Unicode de forma predeterminada y permite mostrar los caracteres griegos delta (Δ) y mu (μ) para las variaciones de voltaje y periodo.

19.1.2.1 Graficador del módulo osciloscopio

A continuación, se presenta el graficador cuando está en funcionamiento indicando sus respectivas partes del graficador.

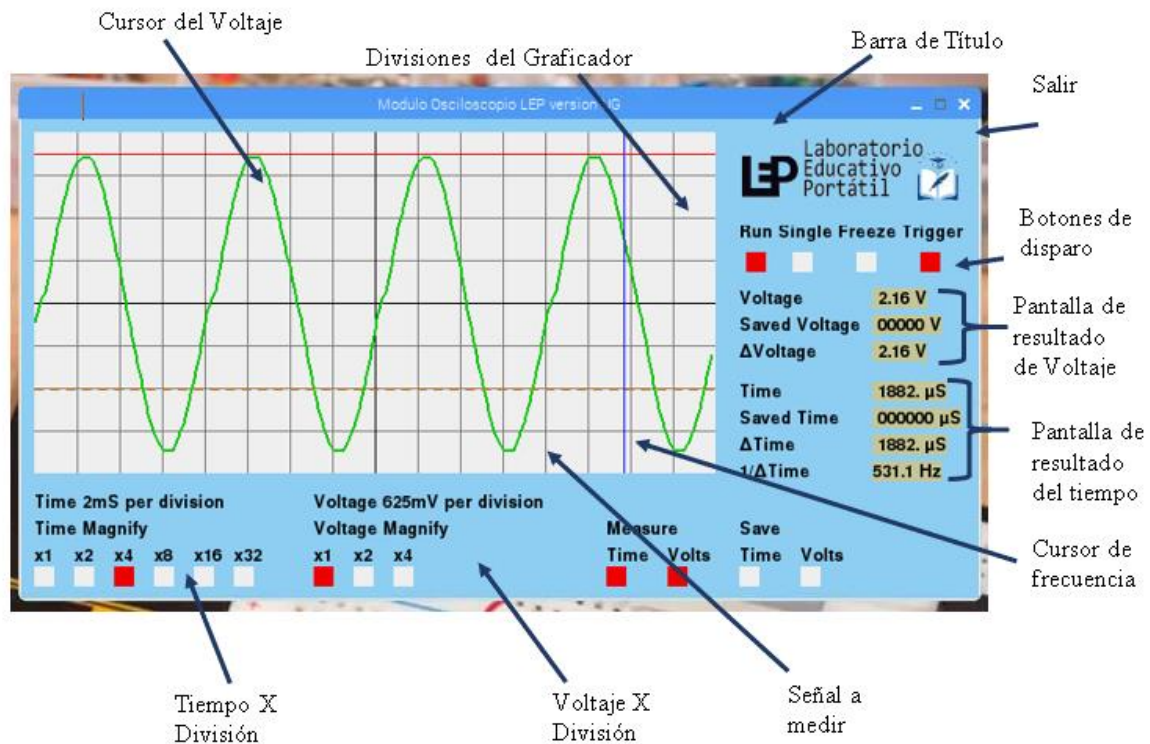


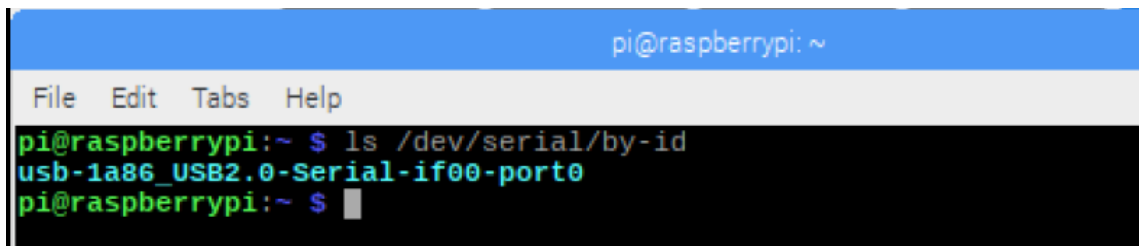
Figura 24: Partes del graficador que compone el módulo osciloscopio. Elaborado por Investigación Directa.

En el graficador se muestra la parte tiempo por división 6 botones y en la parte del voltaje por división 3 botones, estos botones en osciloscopios reales saben venir con una perilla para ajustar el tiempo por la división que lo configura. En la parte del measure se encuentran los dos botones, estos son para activar las medidas de la frecuencia y el voltaje de una onda electrónica, estas medidas se la ven reflejada en la parte derecha del osciloscopio cuyas medidas van variando de acuerdo con el movimiento de los potenciómetros cursores.

En cuestión de la interconexión propuesta que es la de USB, se configura dependiendo del tipo de Arduino que tenga a ensamblar y el sistema operativo en el que se aloje el sistema LEP y el graficador, en este caso como se usó el arduino nano y el sistema operativo Raspbian (esto es debido a que es compatible con el lenguaje de programación Python y

alojado en el hardware de la raspberry Pi), se utilizó el siguiente comando `ls /dev/serial/by-id`, esto es para reconocer el puerto el que está conectado el usb del módulo osciloscopio.

Cabe resaltar lo siguiente, como el Laboratorio Educativo Portátil (LEP), van conectados los módulos capacitmetro, óhmetro, generador de señales, y osciloscopio, estos módulos son tienen el modo de interconexión USB por lo tanto usando el comando mencionado en el párrafo anterior se puede reconocer el puerto de conexión de cada uno de ellos y así establecer la configuración respectiva sin ninguna clase de conflicto de puertos.



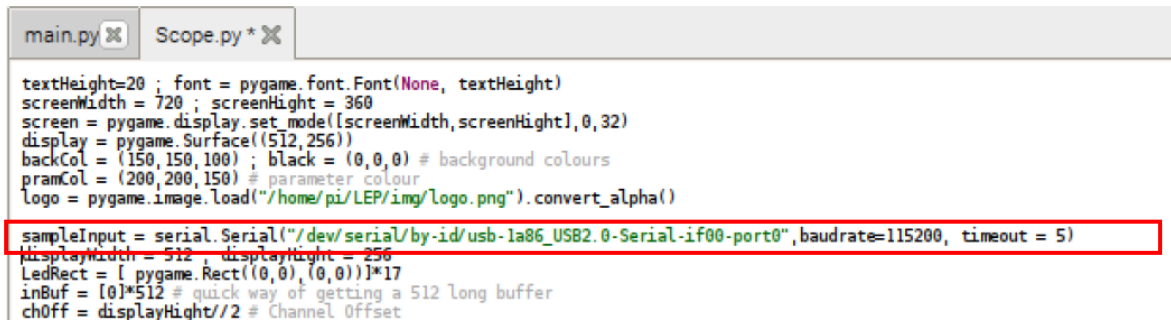
```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~ $ ls /dev/serial/by-id
usb-1a86_USB2.0-Serial-if00-port0
pi@raspberrypi:~ $

```

Figura 25 Puerto de conexión USB para el módulo osciloscopio. Elaborado por Investigación Directa.

Como se presenta en la figura 22, se puede observar que el S.O le asigna un puerto de para cada hardware arduino que esté conectado, en este caso para el arduino nano osciloscopio es dado el puerto port0. Dicha numeración del puerto es usada para la codificación del graficador para que el arduino se interconecte con la raspberry y sea visualizadas las ondas electrónicas, tal como lo muestra la figura 23.



```

main.py x Scope.py * x
textHeight=20 ; font = pygame.font.Font(None, textHeight)
screenWidth = 720 ; screenHeight = 360
screen = pygame.display.set_mode([screenWidth,screenHeight],0,32)
display = pygame.Surface((512,256))
backCol = (150,150,100) ; black = (0,0,0) # background colours
pramCol = (200,200,150) # parameter colour
logo = pygame.image.load("/home/pi/LEP/img/logo.png").convert_alpha()

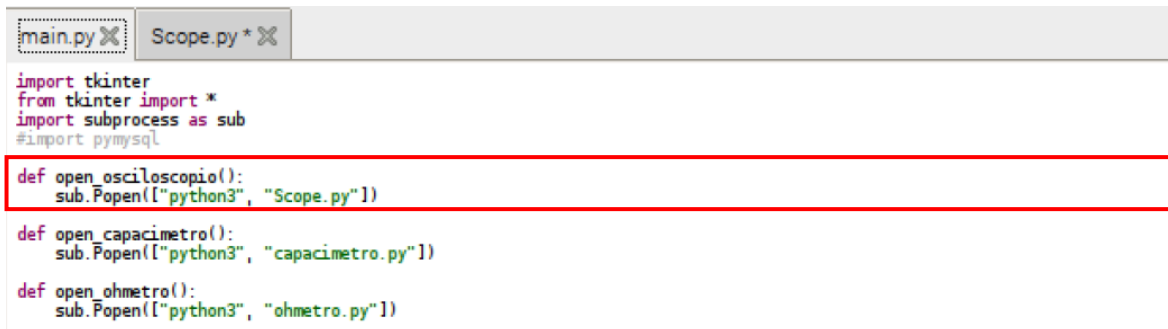
sampleInput = serial.Serial("/dev/serial/by-id/usb-1a86_USB2.0-Serial-if00-port0",baudrate=115200, timeout = 5)
displayWidth = 512 ; displayHeight = 256
ledRect = [ pygame.Rect((0,0),(0,0))] * 17
inBuf = [0]*512 # quick way of getting a 512 long buffer
chOff = displayHeight//2 # Channel Offset

```

Figura 26. Codificación del Puerto de conexión USB para el módulo osciloscopio. Elaborado por Investigación Directa.

19.1.2.2 Integración al software del LEP

En la integración del módulo al software LEP, está el presente código para que de esa manera al dar clic en el botón OSCILOSCOPIO el software del LEP, llame al graficador directamente tal como lo muestra la figura 24. Que en la cual hace que Python en su versión mas actualizada llame o ejecute el graficador. Cabe resaltar que el archivo .py del graficador debe estar incluido en la carpeta donde este el archivo principal en este caso el archivo del software LEP. (Ver anexo 5 para visualizar el código del arduino y anexo 6 para Código Python)



```

main.py X Scope.py * X
import tkinter
from tkinter import *
import subprocess as sub
#import pymysql

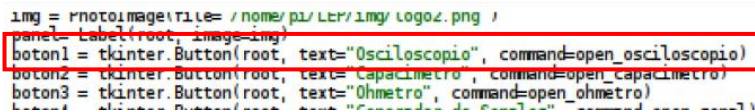
def open_osciloscopio():
    sub.Popen(["python3", "Scope.py"])

def open_capacimetro():
    sub.Popen(["python3", "capacimetro.py"])

def open_ohmetro():
    sub.Popen(["python3", "ohmetro.py"])

```

Figura 27. Codificación del software LEP llamando al graficador del módulo osciloscopio. Elaborado por Investigación Directa.



```

img = PhotoImage(file= /home/pi/LEP/img/logo2.png /
panel= Label(root, image=img)
boton1 = tkinter.Button(root, text="Osciloscopio", command=open_osciloscopio)
boton2 = tkinter.Button(root, text="Capacimetro", command=open_capacimetro)
boton3 = tkinter.Button(root, text="Ohmetro", command=open_ohmetro)

```

Figura 28: Codificación del Botón osciloscopio software LEP llamando al graficador del módulo osciloscopio. Elaborado por Investigación Directa.

En cuestión de la interfaz gráfica se mantiene la simplicidad para que el usuario se dirccione de manera correcta e intuitiva al usar cada uno de los módulos integrado al software LEP, tal como lo muestra en la imagen 29.



Figura 29 Interfaz gráfica del software LEP con la integración del botón osciloscopio. Elaborado por Investigación Directa.

Al dar un solo clic en el botón se llama a cada uno de los elementos o módulos integrados al LEP. Cada uno de estos módulos son muy importante para la medición de variables electrónica en cada uno de los talleres de electrónica básica. Cabe recalcar que el usuario solo debe integrar como hardware al laboratorio LEP el monitor en el cual va conectado por el puerto HDMI.

23.1 Prueba de funcionalidad

Como es de conocimiento, el osciloscopio es un instrumento de medición en prácticas de laboratorios de electrónica, cuyo uso fundamental es la visualización de ondas o funciones. En este trabajo de investigación, el módulo osciloscopio ya integrado al LEP, presenta la funcionalidad básica tales como comprobar los valores del voltaje, periodo, la frecuencia, y visualizar la forma que cada onda debe tener, teniendo como restricción ciertos criterios:

- El voltaje de la señal de entrada no puede ser mayor ni menor a 25 V
- La frecuencia de la señal de entrada no puede superar a los 58KHz
- No se puede medir señales DC ya que el osciloscopio es acoplado CA.

24.1 Cálculos y resultados

24.1.1 Ejercicio con una señal seno en periodo fundamental

Como se puede observar en la figura 30, el graficador muestra 16 divisiones, en la cual, si se desea ver el periodo fundamental de una onda, se la debe configurar con la opción del Time magnify 16x, una vez ya habilitada dicha configuración se puede observar la onda en su periodo fundamental.

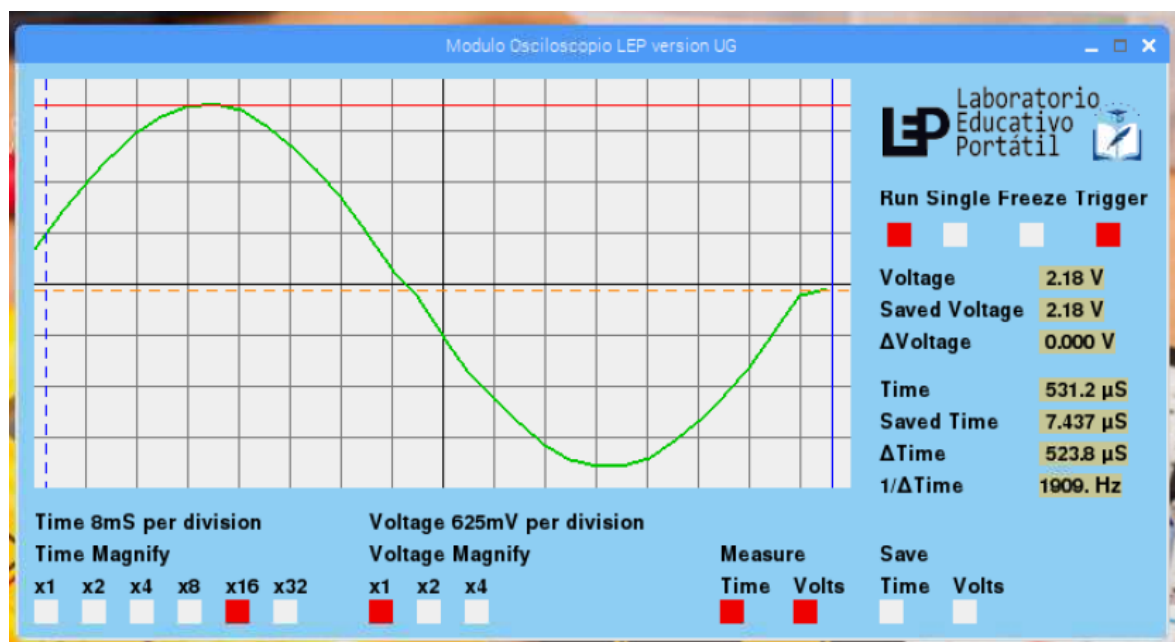


Figura 30 Señal Seno en su periodo fundamental en el graficador del LEP. Elaborado por Investigación Directa.

Con respecto a los valores de la frecuencia y periodo fundamental, en la parte derecha del graficador, Figura 30, en la opción time se muestra valor general del periodo que tiene la onda cuyo valor se configura moviendo la perilla del trigger de la frecuencia y en el graficador se la observa el cursor de color azul, en “saved time” se muestra el valor del

cursor que esta entrelíneado de azul, que luego es tomado para hacer el cálculo de la diferencia con el valor frecuencia del cursor de color azul, dicho valor es mostrado en la opción delta time que es el valor del periodo fundamental. Finalmente, está la última opción que muestra la frecuencia fundamental que es aproximadamente 1.9KHz. A continuación, se presenta los cálculos del dicho ejemplo, cálculo del periodo y frecuencia fundamental.

Tabla 14. Cálculo de la señal a medir

Cálculo de la señal seno que está en el graficador	Cálculo de la señal a nivel general en el tiempo base de 8ms
$(531,2us) - (7.43us) = 523.8us$ $F_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{\Delta time} = \frac{1}{523.8us}$ $= 1.9KHz$	$F_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{\Delta time} = \frac{1}{8ms} = 125Hz$

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Plaza Lopez Erwing

Con respecto a los valores del voltaje de la onda, como se observa en la figura 30, está el cursor de color rojo, que sirve para mostrar el valor del voltaje en la cresta donde el usuario desee medir, en este caso el cursor rojo y el cursor entrelíneado está en la misma posición por tal razón se observa en el graficador un valor de cero en la delta Voltage.

Ambas opciones son muy importantes al momento de realizar mediciones en los talleres de electrónica ya que se necesita cuanto voltaje tiene la onda y cuanto de frecuencia se va a necesitar para realizar proyectos de electrónica básica.

24.1.2 Ejercicio con una señal seno en periodo fundamental en dos ciclos.

Si la señal a medir está configurada en x4 del time magnify del graficador, también se puede visualizar el periodo fundamental y por ende su respectiva frecuencia Sea donde sea que se ubique los cursores, ya sea en el primer ciclo o en el segundo, el graficador muestra los valores aproximados del periodo fundamental y la frecuencia.

$$(527us) - (8.5us) = 518.5us$$

$$F_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{\Delta time} = \frac{1}{518.5us}$$

$$= 1.9KHz$$

En este caso, tal como en la figura 28 y la figura 29, se observa que se ubica el cursor entrelineado azul en el comienzo de la onda fundamental y el otro cursor se ubica al terminar la onda, la meta es sacar el valor del periodo de la función y su frecuencia respectiva, por lo que quiere decir que la función seno tiene un periodo de 518 μ s y su frecuencia es de 1.19Khz.

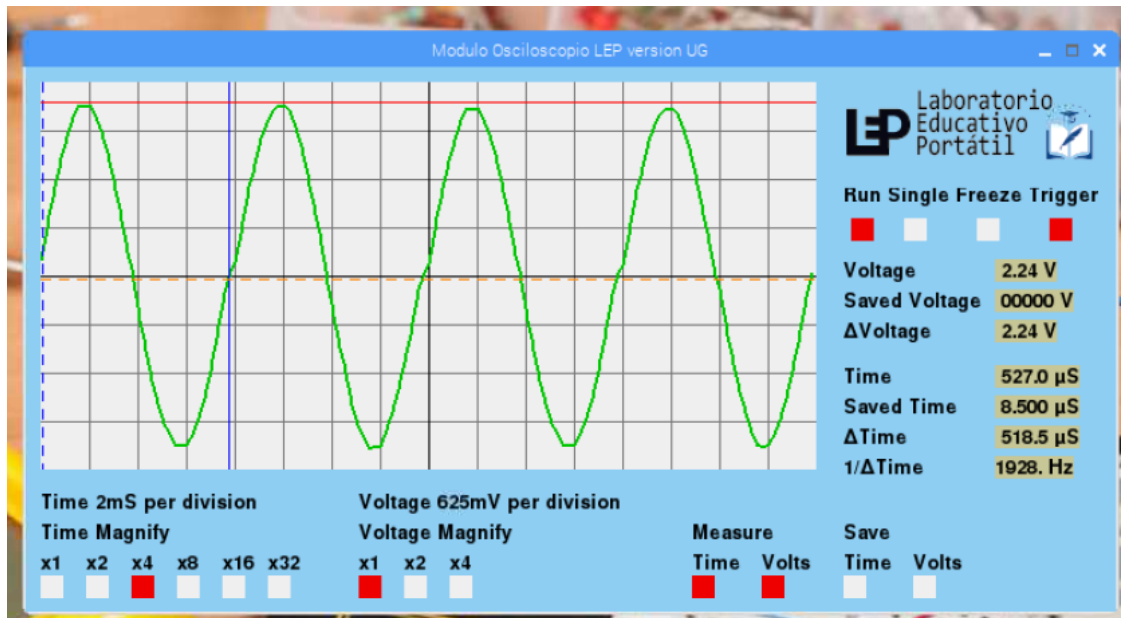


Figura 31 Uso de los cursores para valor del periodo fundamental y su respectiva frecuencia. Elaborado por Investigación Directa.

Cabe destacar que el presente modulo osciloscopio cumple el objetivo de tener la función básica de un osciloscopio real para realizar prácticas de electrónica para nivel principiantes

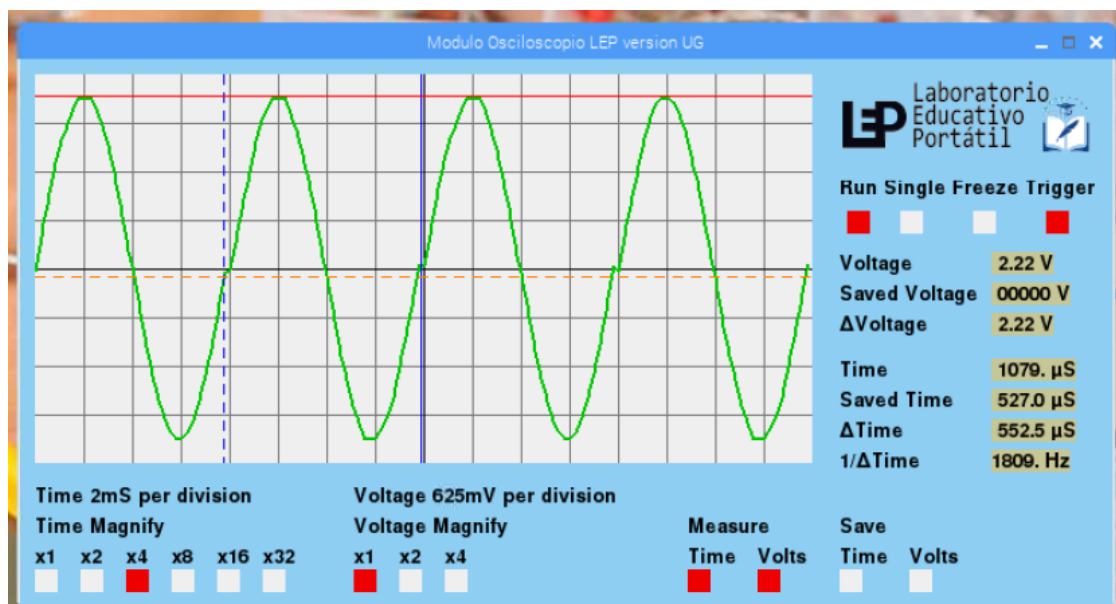


Figura 32. Uso de los cursores para valor del periodo fundamental y su respectiva frecuencia versión 2. Elaborado por Investigación Directa.

Finalmente es importante resaltar también, de que para las pruebas se usó el módulo implementado del generador de señales del LEP, ya que contiene funciones básicas tales

como el seno, cuadrada, triangular, diente de sierra y diente de sierra reversas a una frecuencia de 1.9 kHz, como frecuencia más alta configurada.

25.1 Costo de elaboración

El costo de elaboración como se propuso previamente, que los elementos electrónicos a usar e implementar deberían ser de bajo costo y en efecto su reparación y mantenimiento de este.

Tabla 10. Costo total de los elementos del prototipo experimental

Clases	Ítems	Cantidad	Precio
Componentes electrónicos	Arduino uno/NANO	1	10,00
	Raspberry Pi 3 model +	1	75, 00
	Resistencias	5	0,25
	Condensadores electrolíticos	2	0,30
	Cables jumper	30	3,00
	Cable USB mini	1	2,50
	Software Arduino	1	0,00
Software	Software Raspbian	1	0,00
	Python v3	1	0,00
	Etcher v1.5	1	0,00
Valor Total			91,05

Figura 33. Uso de los cursores para valor del periodo fundamental y su respectiva frecuencia versión 2. Elaborado por Investigación Directa.

Vale resaltar que, debido a los efectos de la pandemia global, impidió gran parte del desarrollo del prototipo, es decir, la implementación completa ya de un prototipo oficial patentado para la carrera universitaria de la UG, sin embargo, se realizó un diseño experimental para demostrar la funcionalidad del módulo osciloscopio propuesto por este trabajo de investigación y por ende integrado ya al laboratorio portátil con todos sus módulos propuestos.

26.1 Conclusiones

Para el presente trabajo de investigación se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Para prácticas básicas de electrónica es menester que la carrera de teleinformática/telemática UG provea a sus estudiantes materiales, equipos, o dispositivos propios e individualizados para el buen rendimiento en la enseñanza académica, recordando que no basta explicando solo en el pizarrón sino también la enseñanza práctica.
- En la implementación del software del laboratorio LEP, juntamente con sus módulos, están desarrollados en lenguaje Python por lo que quiere decir que también el software puede ser instalado en S.O Windows para futuras desarrollos.
- El presente módulo osciloscopio es de acoplamiento CA, en la cual que para futuras mejoras podría agregarse la opción de acoplamiento CC con un interruptor divisor potencial y amplificador en el extremo frontal para ampliar en rango de voltaje a medir.
- Para poder cronometrar el proceso de la frecuencia de muestreo tal como el de un osciloscopio real, es algo que no se lo puede conseguir si se usa el arduino de tipo AVR que funcione a 16MHz.
- En la implementación del módulo osciloscopio se usó lenguaje de desarrollo de open source, es decir realmente tuvo ningún costo, pero se usó en su versión más actualizada por motivo del uso de sus librerías y usa caracteres de Unicode que son necesarios para la interfaz gráfica del graficador.
- Las características en la implementación del presente módulo osciloscopio son adecuadas para la realización de prácticas de laboratorio de electrónica básica.

27.1 Recomendaciones

Para el presente trabajo de investigación se da como recomendación lo siguiente:

- No usar este módulo osciloscopio para prácticas de laboratorios y proyectos de electrónica donde suministren valores de voltaje y de corriente, solo para uso didáctico.
- En la implantación del módulo osciloscopio, sería mucho mejor si se lo construye bajo microcontroladores PIC o DSPIC, por sus respectivas características de memoria y de reloj, el cual le darán al módulo un mayor alcance, en lo que corresponde a las características propias de un osciloscopio real.
- Al usar prototipos con microcontroladores más avanzados tales como se los menciona en la recomendación anterior, el desarrollador debe tener conocimientos amplios y sólidos de programación en lenguajes ensamblador y lenguaje C.
- En la implementación cuando se haga mejoras, tomar en cuenta en uso y el conector apropiado de BNCy de su respectiva sonda para que no exista pérdida de la señal a medir.

ANEXOS

ANEXO 1
CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR

Título VII
RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

SECCION I
EDUCACIÓN

El Estado financiará la educación especial y podrá apoyar financieramente a la educación fiscomisional, artesanal y comunitaria, siempre que cumplan con los principios de gratuidad, obligatoriedad e igualdad de oportunidades, rindan cuentas de sus resultados educativos y del manejo de los recursos públicos, y estén debidamente calificadas, de acuerdo con la ley. Las instituciones educativas que reciban financiamiento público no tendrán fines de lucro.

La falta de transferencia de recursos en las condiciones señaladas será sancionada con la destitución de la autoridad y de las servidoras y servidores públicos remisos de su obligación.

Art. 349.- El Estado garantizará al personal docente, en todos los niveles y modalidades, estabilidad, actualización, formación continua y mejoramiento pedagógico y académico; una remuneración justa, de acuerdo a la profesionalización, desempeño y méritos académicos. La ley regulará la carrera docente y el escalafón; establecerá un sistema nacional de evaluación del desempeño y la política salarial en todos los niveles. Se establecerán políticas de promoción, movilidad y alternancia docente.

Art. 350.- 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.

Art. 351.- El sistema de educación superior estará articulado al sistema nacional de educación y al Plan Nacional de Desarrollo; la ley establecerá los mecanismos de coordinación del sistema de educación superior con la Función Ejecutiva. Este sistema se regirá por los principios de autonomía responsable, cogobierno, igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad, autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento, en el marco del diálogo de saberes, pensamiento universal y producción científica tecnológica global.

Art. 352.- El sistema de educación superior estará integrado por universidades y escuelas politécnicas; institutos superiores técnicos, tecnológicos y pedagógicos; y conservatorios de música y artes, debidamente acreditados y evaluados.

Estas instituciones, sean públicas o particulares, no tendrán fines de lucro.

Art. 353.- El sistema de educación superior se regirá por:

1. Un organismo público de planificación, regulación y coordinación interna del sistema y de la relación entre sus distintos actores con la Función Ejecutiva.

2. Un organismo público técnico de acreditación y aseguramiento de la calidad de instituciones, carreras y programas, que no podrá conformarse por representantes de las instituciones objeto de

Fuente: Constitución de la republica del Ecuador. investig

ANEXO 2
LEY ORGANICA DE LA EDUCACION SUPERIOR (LOES)
CAPÍTULO III
PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE EDUCACION SUPERIOR

Concordancias:

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Arts. 26

CAPITULO 3
PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE EDUCACION SUPERIOR

Art. 12.- Principios del Sistema.- El Sistema de Educación Superior se regirá por los principios de autonomía responsable, cogobierno, igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad y autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento en el marco del diálogo de saberes, pensamiento universal y producción científica tecnológica global.

Estos principios rigen de manera integral a las instituciones, actores, procesos, normas, recursos, y demás componentes del sistema, en los términos que establece esta Ley.

Fuente: LOES. investigación Directa

ANEXO 3

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2017 – 2021

OBJETIVO 5

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria

La generación de trabajo y empleo es una preocupación permanente en los diálogos. En ellos se propone la dinamización del mercado laboral a través de tipologías de contratos para sectores que tienen una demanda y dinámica específica. Asimismo, se proponen incentivos para la producción que van desde el crédito para la generación de nuevos emprendimientos; el posicionamiento de sectores como el gastronómico y el turístico –con un especial énfasis en la certificación de pequeños actores comunitarios–; hasta la promoción de mecanismos de comercialización a escala nacional e internacional.

Sobre la contratación de bienes y servicios, hubo recurrentes propuestas para que esta sea desarrollada de manera más inclusiva; es decir, favoreciendo la producción nacional, la mano de obra local, la producción de la zona, con especial énfasis en los sectores sociales más vulnerables de la sociedad y la economía.

Asimismo, se ha destacado la importancia de fortalecer la asociatividad y los circuitos alternativos de cooperatividad, el comercio ético y justo, y la priorización de la Economía Popular y Solidaria.

La ciudadanía destaca que para lograr los objetivos de incrementar la productividad, agregar valor, innovar y ser más competitivo, se requiere investigación e innovación para la producción, transferencia tecnológica; vinculación del sector educativo y académico con los procesos de desarrollo; pertinencia productiva y laboral de la oferta académica, junto con la profesionalización de la población; mecanismos de protección de propiedad intelectual y de la inversión en mecanización,

Fundamento

Ecuador cuenta con una importante base de recursos naturales, renovables y no renovables, que han determinado que su crecimiento económico se sustente en la extracción, producción y comercialización de materias primas (Larrea, 2006). Estos recursos impulsaron un modesto proceso de desarrollo productivo, que generó una estructura productiva de escasa especialización, con una industria de bajo contenido tecnológico y un sector de servicios dependiente de importaciones. Esta situación se recrudeció por la captura del poder por parte de las élites que gobernaron el país en beneficio de grupos económicos aventajados, en detrimento de las grandes mayorías.

A partir de 2007, se inició un proceso político que cambió estas relaciones de poder, gracias a la Constitución aprobada en 2008. Allí se indica que uno de los objetivos del régimen de desarrollo es “construir un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable” (CE, 2008, art. 276, núm. 2). Con ello presente, el Estado recuperó su rol estratégico en el desarrollo del país, dejando atrás la sociedad de mercado, para construir una sociedad con mercado, incluyente, que procure el bienestar y la prosperidad por medio de una adecuada generación y distribución de la riqueza. Como lo señaló el Programa de Gobierno, “el mercado es nuestro servidor, no nuestro patrón” (Movimiento Alianza PAIS, 2017, 5).

De ahí que como objetivo de desarrollo nos proponemos impulsar una economía que se sustente en el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, que guarde el equilibrio con la naturaleza e incorpore valor agregado a productos de mayor cantidad y mejor calidad; involucrando a todos los actores y democratizando, a más de los medios de producción, los medios de comercialización.

En esta dirección, se han aplicado medidas que permiten movilizar los recursos sociales que estaban capturados y utilizados ineficientemente, lo que, a su vez, ha permitido potenciar la inversión pública, al punto que Ecuador fue uno de los países de mayor crecimiento económico en la región; aquello se expresó en beneficios directos para su población. Estas condiciones posibilitaron importantes avances en esta última década, como la reducción de desigualdad, la disminución de la pobreza y extrema pobreza, el incremento del empleo y la cobertura de la seguridad social. Por lo tanto, es necesario seguir con estas políticas para cumplir con los Objetivos Nacionales de Desarrollo y los ODS. Sin embargo, aunque en la última década contamos con avances en la creación de condiciones y factores necesarios para iniciar un proceso de transformación productiva, el crecimiento sigue dependiendo de la extracción de recursos

Fuente: Plan Nacional del desarrollo 2017-2021. investigación Directa

ANEXO 4

ENCUESTA PARA LOS ESTUDIANTES DE 5TO 6TO 7MO, 8VO

Encuesta FCI - Laboratorio Educativo Portátil y Módulos Electrónicos Integrados

* Required

Untitled Section

Rango de Edad: *

☐ 19 - 21 años
☐ 22 - 24 años
☐ 25 - 27 años
☐ 28 - 30 años
☐ 30 años en adelante

Género : *

☐ Masculino
☐ Femenino

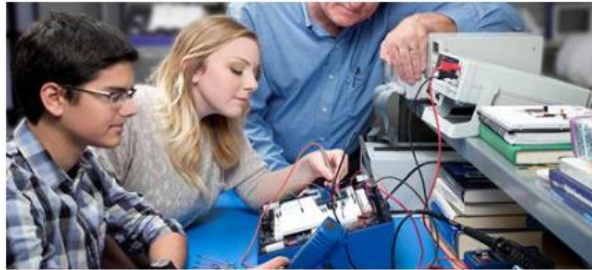
Nivel de Semestre: *

☐ 5to
☐ 6to
☐ 7mo
☐ 8vo
☐ 9no

LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL

El laboratorio educativo portátil es una herramienta de trabajo en diseño y pruebas para circuitos electrónicos en la cual el estudiante obtiene una mejor experiencia en sus conocimientos y habilidades en el mundo de la tecnología electrónica mediante la comprobación de resultados en teoría y práctica.

Estudiantes realizando prácticas electrónicas en un Laboratorio Educativo Portátil.



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

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Tal vez

2.- ¿Sabía usted que un laboratorio educativo portátil está conformado por módulos electrónicos como osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación, interfaz de usuario, entre otros? *

- ☐ Si
- ☐ No

4.- ¿Usted en qué nivel considera sus conocimientos en materias como electrónica y otras similares? *

- ☐ Básicos
- ☐ Intermedios
- ☐ Avanzados

5.- ¿Usted considera fundamental el uso de un laboratorio educativo portátil para las guías y prácticas experimentales en las materias relacionados a la electrónica? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Parcialmente de acuerdo
- ☐ Tal vez
- ☐ Parcialmente desacuerdo
- ☐ Totalmente desacuerdo

6.- ¿Cree usted que el aporte de un laboratorio educativo portátil de bajo costo como herramienta educativa mejoraría sus conocimientos y habilidades en sus estudios universitarios? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Parcialmente de acuerdo
- ☐ Tal vez
- ☐ Parcialmente desacuerdo
- ☐ Totalmente desacuerdo

Anexos 63

7.- ¿Con que frecuencia usted realiza prácticas de laboratorio orientadas a la electrónica en su carrera? *

- ☐ Diariamente
- ☐ Semanalmente
- ☐ Mensualmente
- ☐ Semestralmente
- ☐ Nunca

8.- ¿Usted ha trabajado en simulación e implementación con los denominados circuitos electrónicos de cualquier índole? *

- ☐ Si
- ☐ No

9.- ¿Usted tiene conocimientos trabajando con Arduino? *

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Tal vez

10.- ¿Usted tiene conocimientos trabajando con Microcontrolador PIC? *

- ☐ Si
- ☐ No

11.- ¿Usted tiene una definición o idea de lo que es una interfaz de usuario para la visualización y análisis de resultados en un laboratorio educativo portátil? *

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Tal vez

12.- ¿Usted estaría dispuesto a desarrollar versiones mejoradas del laboratorio educativo portátil para proyectos de investigación a futuro? *

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Tal vez

13.- ¿Usted ha usado alguna vez un osciloscopio real (osciloscopio análogo) en un laboratorio de electrónica sea en esta carrera o alguna otra? *

- ☐ Si
- ☐ No

14.- ¿Usted cuenta con algún instrumento de medición tal como lo es el osciloscopio para realizar las prácticas en todas las clases electrónica? *

- ☐ Si
- ☐ No

Anexos 64

15.- ¿Considera usted necesario el uso de un osciloscopio para realizar las diferentes prácticas de electrónica en su carrera? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Parcialmente de acuerdo
- ☐ Tal vez
- ☐ Parcialmente desacuerdo
- ☐ Totalmente desacuerdo

16.- ¿Cree usted que teniendo un osciloscopio a mano para realizar las prácticas de electrónica mejorará su aprendizaje e interés en las materias relacionada con la electrónica? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Parcialmente de acuerdo
- ☐ Tal vez
- ☐ Parcialmente desacuerdo

17.- ¿Conoce usted de la existencia de algún dispositivo o módulo el cual permita las mediciones de voltaje y corriente en la carrera de Ingeniería en Teleinformática? *

- ☐ Si
- ☐ No

18.- ¿Considera usted que el uso de módulos que permitan la medición de voltaje y corriente de circuitos eléctricos y electrónicos sean necesarios al realizar prácticas de laboratorio? *

- ☐ Si
- ☐ No

20.- ¿Usted considera que un voltímetro y amperímetro programable de bajo costo que pueda integrarse a un laboratorio educativo por tálil presente mayor beneficio que usar un multímetro normal? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Parcialmente de acuerdo
- ☐ Tal vez
- ☐ Parcialmente desacuerdo
- ☐ Totalmente desacuerdo

Back

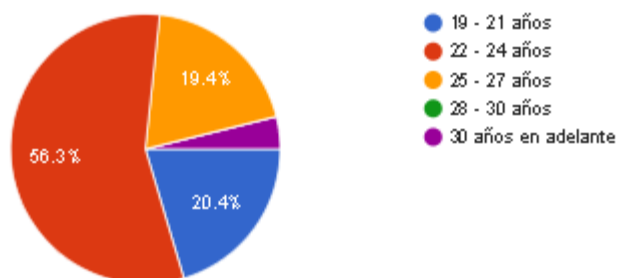
Submit

Fuente: Encuesta de proyectos FCI, investigación Directa

ANEXO 5**RESULTADOS DE LA ENCUESTAS DEL PROYECTO FCI**

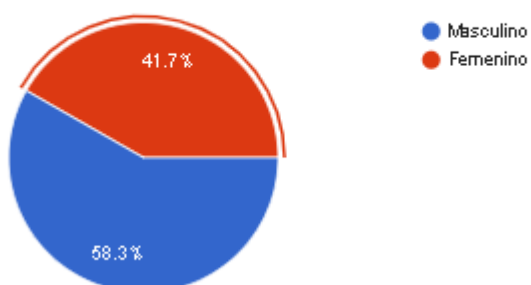
Rango de Edad:

103 responses



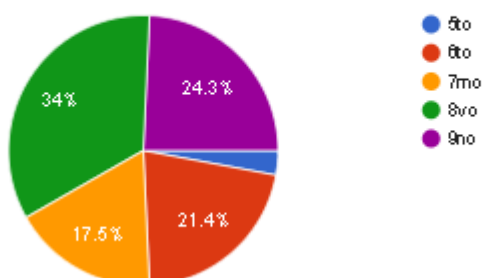
Género :

103 responses



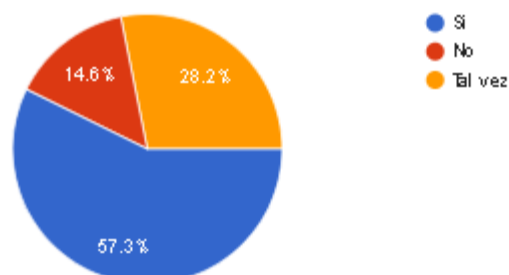
Nivel de Semestre:

103 responses



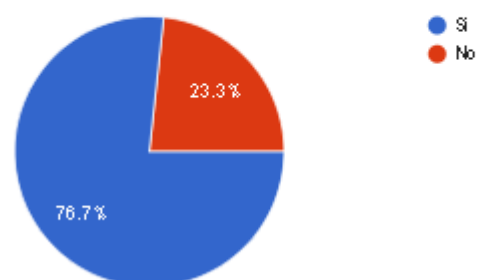
1.- ¿Usted tiene una definición o idea de lo que es un laboratorio educativo portátil?

103 respuestas



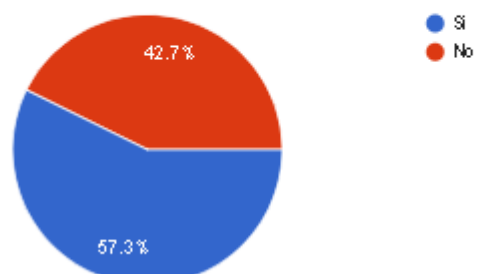
2.- ¿Sabía usted que un laboratorio educativo portátil está conformado por módulos electrónicos como osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación, interfaz de usuario, entre otros?

103 respuestas



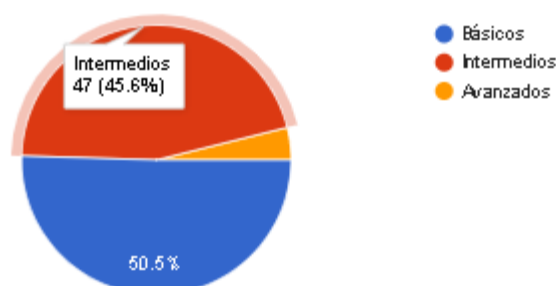
3.- ¿Usted ha utilizado un laboratorio educativo portátil como NI Elvis, Universal Trainer, PB-503, entre otros, para propósitos de aprendizaje en electrónica?

103 respuestas



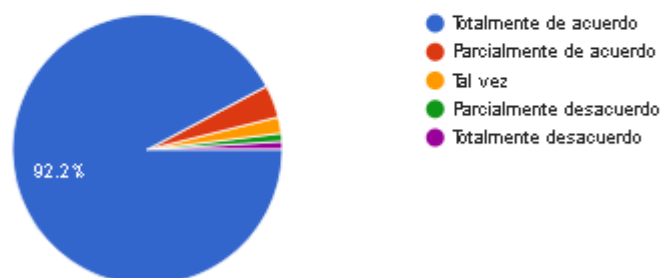
4.- ¿Usted en qué nivel considera sus conocimientos en materias como electrónica y otras similares?

103 respuestas



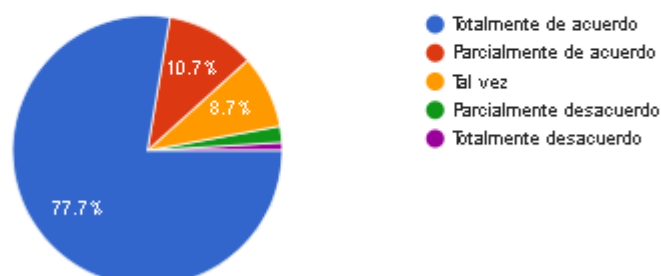
5.- ¿Usted considera fundamental el uso de un laboratorio educativo portátil para las guías y prácticas experimentales en las materias relacionados a la electrónica?

103 respuestas



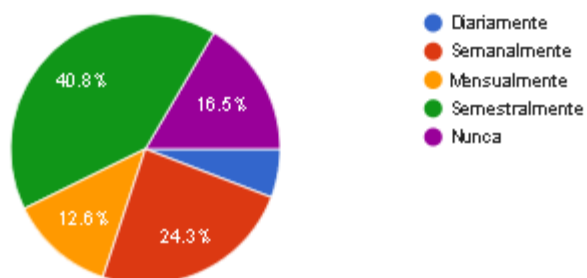
6.- ¿Cree usted que el aporte de un laboratorio educativo portátil de bajo costo como herramienta educativa mejoraría sus conocimientos y habilidades en sus estudios universitarios?

103 respuestas



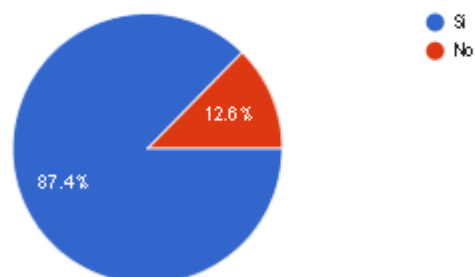
7.- ¿Con que frecuencia usted realiza prácticas de laboratorio orientadas a la electrónica en su carrera?

103 respuestas



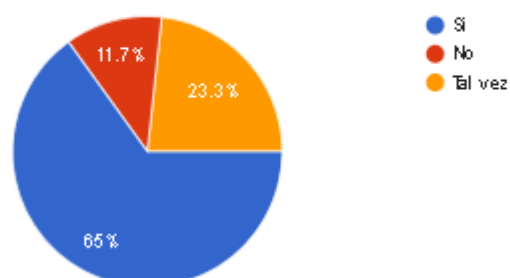
8.- ¿Usted ha trabajado en simulación e implementación con los denominados circuitos electrónicos de cualquier índole?

103 respuestas



9.- ¿Usted tiene conocimientos trabajando con Arduino?

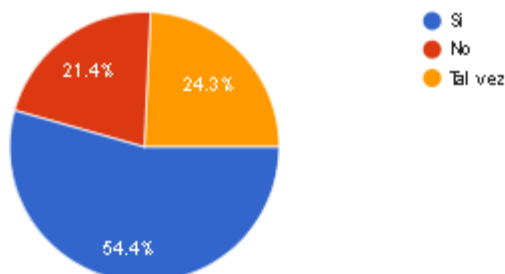
103 respuestas



11.- ¿Usted tiene una definición o idea de lo que es una interfaz de usuario para la visualización y análisis de resultados en un laboratorio educativo portátil?

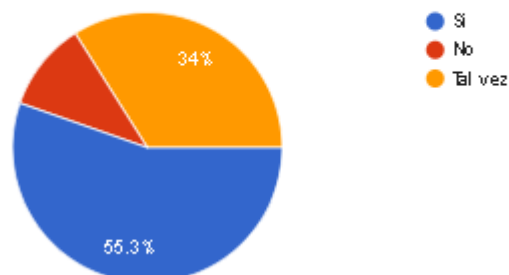


103 responses



12.- ¿Usted estaría dispuesto a desarrollar versiones mejoradas del laboratorio educativo portátil para proyectos de investigación a futuro?

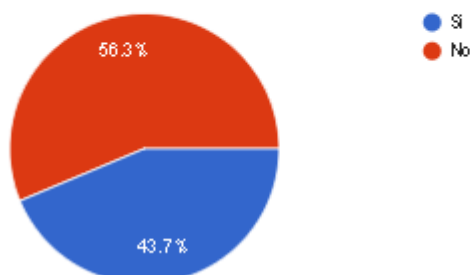
103 responses



OSCILOSCOPIO

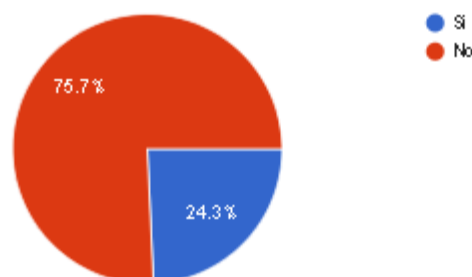
13.- ¿Usted ha usado alguna vez un osciloscopio real (osciloscopio análogo) en un laboratorio de electrónica sea en esta carrera o alguna otra?

103 responses



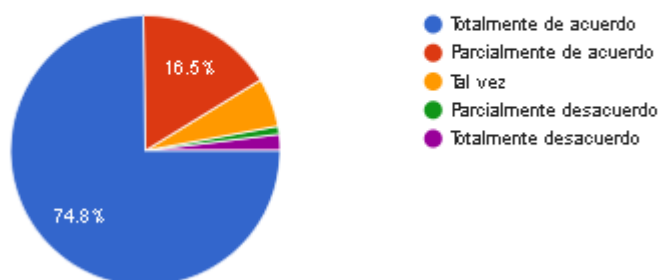
14.- ¿Usted cuenta con algún instrumento de medición tal como lo es el osciloscopio para realizar las prácticas en todas las clases electrónica?

103 responses



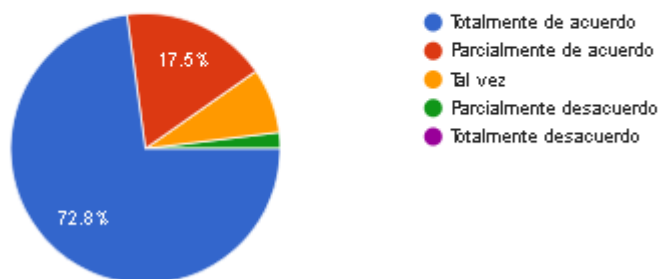
15.- ¿Considera usted necesario el uso de un osciloscopio para realizar las diferentes prácticas de electrónica en su carrera?

103 responses



16.- ¿Cree usted que teniendo un osciloscopio a mano para realizar las prácticas de electrónica mejorará su aprendizaje e interés en las materias relacionada con la electrónica?

103 responses

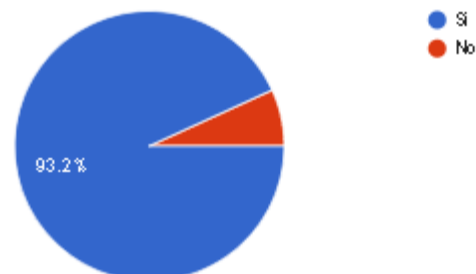


VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO

17.- ¿Conoce usted de la existencia de algún dispositivo o módulo el cual permita las mediciones de voltaje y corriente en la carrera de Ingeniería en Teleinformática?

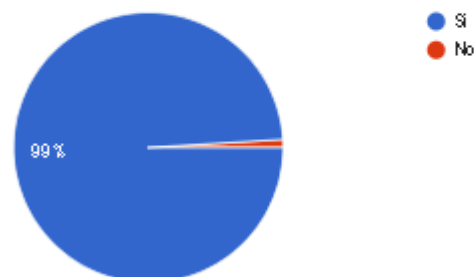


103 respuestas



18.- ¿Considera usted que el uso de módulos que permitan la medición de voltaje y corriente de circuitos eléctricos y electrónicos sean necesarios al realizar prácticas de laboratorio?

103 respuestas



19.- ¿Cree usted que al realizar el análisis y estudio de diferentes circuitos eléctricos y electrónicos es necesario contar con los valores de voltaje y corriente que circulan por el mismo?

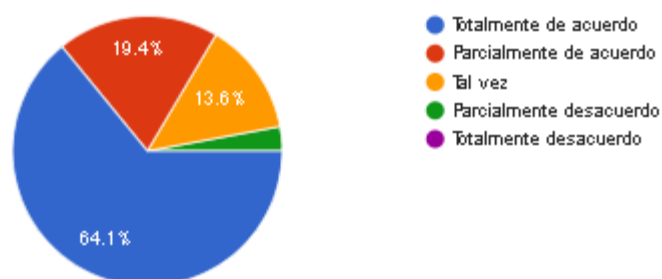


103 respuestas



20.- ¿Usted considera que un voltímetro y amperímetro programable de bajo costo que pueda integrarse a un laboratorio educativo portátil presente mayor beneficio que usar un multímetro normal?

103 responses



Fuente: Resultados de la encuesta de proyectos FCI. investigación Directa

ANEXO 6

CODIGO ARDUINO DEL MÓDULO OSCILOSCOPIO

osciloscopio

```

1 // Arduino - Pi - Scope By Mike Cook
2 int buffer [512]; // 1K input buffer
3 int sample, lastSample;
4 int pot1, triggerVoltage;
5 int triggerTimeout = 1000; // time until auto trigger
6 unsigned long triggerStart;
7 char triggerType = '2';
8
9 void setup(){
10   Serial.begin(115200);
11   pinMode(13,OUTPUT);
12   // set up fast sampling mode
13   ADCSRA = (ADCSRA & 0xf8) | 0x04; // set 16 times division
14 }
15
16 void loop(){
17   if( triggerType != '2') trigger(); // get a trigger
18   digitalWrite(13,HIGH); // timing marker
19   for(int i=0; i<512 ; i++){
20     buffer[i] = analogRead(0);
21   }
22   digitalWrite(13,LOW); // timing marker
23   pot1 = analogRead(2); // switch channel to cursor pot
24   for(int i=0; i<512 ; i++){
25     Serial.write(buffer[i]>>8);
26     Serial.write(buffer[i] & 0xff);
27   }
28   // send back pot values for cursors
29   pot1 = analogRead(2);
30   analogRead(3); // next cursor pot
31   Serial.write(pot1>>8);
32   Serial.write(pot1 & 0xff);
33   pot1 = analogRead(3);
34   triggerVoltage = analogRead(4);
35   Serial.write(pot1>>8);
36   Serial.write(pot1 & 0xff);
37   triggerVoltage = analogRead(4);
38   pot1 = analogRead(0); // prepair for next sample run
39   Serial.write(triggerVoltage>>8);
40   Serial.write(triggerVoltage & 0xff);
41
42   while(Serial.available() == 0) { } // wait for next request
43   triggerType = Serial.read(); // see what trigger to use
44   while (Serial.available() != 0) { // remove any other bytes in buffer
45     Serial.read();
46   }
47 }
48
49 void trigger(){
50   // trigger at rising zero crossing
51   triggerStart = millis();
52   sample = analogRead(0);
53   do {
54     lastSample = sample;
55     sample = analogRead(0);
56   }
57   while(!(lastSample < triggerVoltage && sample > triggerVoltage) && (millis() - triggerStart < triggerTimeout));
58 }

```

Fuente: Código Arduino. investigación Directa

ANEXO 7

CODIGO PYTHON DEL GRAFICADOR DEL MÓDULO OSCILOSCOPIO

```

1  #!/usr/bin/env python3
2  # Scope - Pygame powered Oscilloscope
3  # By Mike Cook May 2018
4  import serial, pygame, os, time
5
6  pygame.init()
7  os.environ['SDL_VIDEO_WINDOW_POS'] = 'center'
8  pygame.display.set_caption("Modulo Osciloscopio LEP version UG")
9  pygame.event.set_allowed(None)
10 pygame.event.set_allowed([pygame.KEYDOWN, pygame.MOUSEBUTTONDOWN, pygame.QUIT, pygame.MOUSEBUTTONUP])
11
12 textHeight=20 ; font = pygame.font.Font(None, textHeight)
13 screenWidth = 720 ; screenHeight = 360
14 screen = pygame.display.set_mode([screenWidth,screenHeight],0,32)
15 display = pygame.Surface((512,256))
16 backCol = (140,205,242) ; black = (0,0,0) # background colours
17 pramCol = (200,200,150) # parameter colour
18 logo = pygame.image.load("/home/pi/LEP/img/logo.png").convert_alpha()
19
20 sampleInput = serial.Serial("/dev/serial/by-id/usb-1a86_USB2.0-Serial-if00-port0",baudrate=115200, timeout = 5) # For Mega or nano
21 #sampleInput = serial.Serial("/dev/ttyACM0",115200, timeout = 5) # For Uno
22
23 displayWidth = 512 ; displayHeight = 256
24 ledRect = [ pygame.Rect((0,0),(0,0))*17
25 inBuf = [0]*512 # quick way of getting a 512 long buffer
26 chOff = displayHeight//2 # Channel Offset
27 run = [True,False,False,True,False] # run controls
28 expandT = 1 ; expandV = 1 # voltage & time expansion
29
30 sampleTime = 17 # uS for 58KHz sample
31 samples_cm = 32 * sampleTime
32 volts_sample = 5/1024 # volts per sample
33 measureTime = False ; measureVolts = False;savedTime = 0;savedVoltage = 0
34 cursorT = 0; cursorV = 0; vMag = 1; svLed = False; stled = False
35 triggerC = 512 ; savedVoltsC = -1 ; savedTimeC = -1
36
37 def main():
38     pygame.draw.rect(screen,backCol,(0,0,screenWidth,screenHeight+2),0)
39     defineControls()
40     drawControls()
41     time.sleep(0.1)
42
43     sampleInput.flushInput() # empty any buffer contents
44     sampleInput.write(b'2') # tell Arduino to get a new buffer
45     while(1):
46         time.sleep(0.001) # let other code have a look in
47         readArduino() # get buffer data
48         plotWave() # draw waveform
49         if measureTime or measureVolts :
50             updateControls(True)
51             drawScope() # display new screen
52             checkForEvent()
53             while run[4]: # if in hold mode wait here
54                 checkForEvent()
55             if run[3]:
56                 sampleInput.write(b'1') # tell Arduino to get an other buffers
57             else:
58                 sampleInput.write(b'2') # buffer but no trigger
59
60 def drawGrid():
61     pygame.draw.rect(display,(240,240,240),(0,0,displayWidth,displayHeight),0)
62     for h in range(32,256,32): # draw horizontal
63         pygame.draw.line(display,(120,120,120),(0,h),(512,h),1)
64     for v in range(32,512,32): # draw vertical
65         pygame.draw.line(display,(120,120,120),(v,0),(v,256),1)
66     pygame.draw.line(display,(0,0,0),(256,0),(256,256),1)
67     pygame.draw.line(display,(0,0,0),(0,128),(512,128),1)
68
69 def drawControls():
70     drawWords("Time Magnify",10,300,black,backCol)
71     drawWords("Voltage Magnify",220,300,black,backCol)
72     drawWords("Measure",440,300,black,backCol)
73     drawWords("Time",440,320,black,backCol)
74     drawWords("Volts",486,320,black,backCol)
75     drawWords("Save",540,300,black,backCol)
76     drawWords("Time",540,320,black,backCol)
77     drawWords("Volts",586,320,black,backCol)
78     drawWords("1/"+chr(0x394)+"Time",540,257,black,backCol)
79     drawWords(chr(0x394)+"Time",540,237,black,backCol)
80     drawWords("Saved Time",540,217,black,backCol)
81     drawWords("Time",540,197,black,backCol)
82     drawWords(chr(0x394)+"Voltage",540,167,black,backCol)
83     drawWords("Saved Voltage",540,147,black,backCol)
84
85 drawWords("Saved Voltage",540,147,black,backCol)
86 drawWords("Voltage",540,127,black,backCol)
87 drawWords("Run Single Freeze Trigger",540,77,black,backCol)
88 screen.blit(logo,(540,2))
89 updateControls(True)
90
91 def updateControls(blank):
92     global vDisp
93     if blank:
94         pygame.draw.rect(screen,backCol,resultsRect,0)
95     if expandT*samples_cm >= 1000:
96         drawWords("Time "+str((expandT*samples_cm)//1000)+"mS per division ",10,280,black,backCol)
97

```

```

94     else:
95         drawWords("Time "+str(expandT*smplies_cm)+"uS per division      ",10,280,black,backCol)
96     volts_cm = int(volts_sample*128*1000/expandV)
97     drawWords("Voltage "+str(volts_cm)+"mV per division",220,280,black,backCol)
98     for n in range(0,6): # time option LED
99         drawWords("x"+str(1<n),10+n*30,320,black,backCol)
100        drawLED(n,expandT == 1<n)
101    for n in range(6,9): # voltage options
102        drawWords("x"+str(1<(n-6)),220+(n-6)*30,320,black,backCol)
103        drawLED(n,expandV == 1<(n-6))
104    drawLED(9,measureTime)
105    drawLED(10,measureVolts)
106    drawLED(11,stLed)
107    drawLED(12,svLed)
108    for n in range(13,17):
109        drawLED(n,run[n-13])
110    if measureTime :
111        t = (cursorT>>1)*sampleTime / expandT
112        drawWords(" "+trunk(t,5)+" "+chr(0x3bc)+"S",640,197,black,pramCol) # current time
113        drawWords(" "+trunk(savedTime,5)+" "+chr(0x3bc)+"S",640,217,black,pramCol)
114        drawWords(" "+trunk(t-savedTime,5)+" "+chr(0x3bc)+"S",640,237,black,pramCol) # delta time
115        if t-savedTime != 0 :
116            drawWords((trunk(1000000 / abs(t-savedTime),5))+" Hz",640,257,black,pramCol)
117    if measureVolts :
118        vDisp = (((1024-cursorV)>>2)-128)*volts_sample * vMag
119        delta = vDisp - savedVoltage
120        drawWords(" "+trunk(delta,4)+" V",640,167,black,pramCol)
121        drawWords(" "+trunk(savedVoltage,4)+" V",640,147,black,pramCol)
122        drawWords(" "+trunk(vDisp,4)+" V",640,127,black,pramCol)
123
124    def trunk(value, place): # truncate a value string
125        v=str(value)+"000000"
126        if value>0:
127            v = v[0:place]
128        else:
129            v = v[0:place+1] # extra place for the minus sign
130        return v
131
132    def drawLED(n,state): # draw LED
133        if state :
134            pygame.draw.rect(screen,(240,0,0),LedRect[n],0)
135        else :
136            pygame.draw.rect(screen,(240,240,240),LedRect[n],0)
137
138    def defineControls():
139        global LedRect, resultsRect
140        for n in range(0,6):
141            LedRect[n] = pygame.Rect((10+n*30,336),(15,15))
142        for n in range(6,9):
143            LedRect[n] = pygame.Rect((220+(n-6)*30,336),(15,15))
144        LedRect[9] = pygame.Rect((440,336),(15,15)) # time
145        LedRect[10] = pygame.Rect((486,336),(15,15)) # volts
146        LedRect[11] = pygame.Rect((540,336),(15,15)) # save time
147        LedRect[12] = pygame.Rect((586,336),(15,15)) # save volts
148        LedRect[13] = pygame.Rect((545,100),(15,15)) # run
149        LedRect[14] = pygame.Rect((580,100),(15,15)) # single
150        LedRect[15] = pygame.Rect((628,100),(15,15)) # freeze
151        LedRect[16] = pygame.Rect((676,100),(15,15)) # trigger
152        resultsRect = pygame.Rect((639,125),(90,153))
153
154    def plotWave():
155        global vMag
156        lastX=0 ; lastY=0
157        vMag = 2 # adjust voltage scale
158        if expandV == 1:
159            vMag = 4
160        if expandV == 4:
161            vMag =1
162        drawGrid()
163        s = 0 # sample pointer
164        for n in range(0, displayWidth, expandT):
165            y = (512-inBuf[s])/vMag + chOff
166            if n != 0:
167                pygame.draw.line(display,(0,200,0),(lastX,lastY),(n,y),2)
168            lastX = n
169            lastY = y
170            s += 1
171        if measureTime :
172            pygame.draw.line(display,(0,0,255),(cursorT>>1,0),(cursorT>>1,256),1)
173            if savedTimeC != -1:
174                for n in range(0,256,12):
175                    pygame.draw.line(display,(0,0,255),(savedTimeC,n),(savedTimeC,n+6),1)

```

```

175     pygame.draw.line(display, (0,0,255), (savedTimeC,n), (savedTimeC,n+6), 1)
176 if measureVolts :
177     pygame.draw.line(display, (255,0,0), (0,cursorV>>2), (512,cursorV>>2), 1)
178     if savedVoltsC != -1:
179         for n in range(0,512,12):
180             pygame.draw.line(display, (255,0,0), (n,savedVoltsC), (n+6,savedVoltsC), 1)
181 if run[3] : # use trigger
182     y = (triggerC-512)//vMag + chOff
183     for n in range(0,512,12):
184         pygame.draw.line(display, (255,128,0), (n,y), (n+6,y), 1)
185
186 def drawScope(): # put display onto scope controls
187     screen.blit(display, (10,10))
188     pygame.display.update()
189
190 def drawWords(words,x,y,col,backCol) :
191     textSurface = font.render(words, True, col, backCol)
192     textRect = textSurface.get_rect()
193     textRect.left = x
194     textRect.top = y
195     screen.blit(textSurface, textRect)
196
197 def readArduino(): # get buffer and controls
198     global cursorT, cursorV, triggerC, run
199     if run[2] : #if in freeze mode funnel data into junk
200         for i in range(0,1024):
201             junk = sampleInput.read()
202     else: # otherwise read into the buffer
203         for i in range(0,512):
204             inBuf[i] = ((ord(sampleInput.read()) << 8) | ord(sampleInput.read()))
205         cursorT = ((ord(sampleInput.read()) << 8) | ord(sampleInput.read()))
206         cursorV = 1024 - (((ord(sampleInput.read()) << 8) | ord(sampleInput.read())))
207         triggerC = 1024 - (((ord(sampleInput.read()) << 8) | ord(sampleInput.read())))
208         if run[1]: #single sweep requested
209             run[1] = False
210             run[2] = True # put in freeze mode
211             updateControls(True)
212
213 def handleMouse(pos): # look at mouse down
214     global expandT, expandV, measureTime, measureVolts, svLed, stLed
215     global savedVoltsC, savedTimeC, run
216     #print(pos)
217     #print(pos)
218     for n in range(0,6) :
219         if LedRect[n].collidepoint(pos):
220             expandT = 1<<n
221     for n in range(6,9) :
222         if LedRect[n].collidepoint(pos):
223             expandV = 1<<(n-6)
224     if LedRect[9].collidepoint(pos): #toggle time measurement
225         measureTime = not(measureTime)
226         if not measureTime :
227             savedTimeC = -1
228     if LedRect[10].collidepoint(pos):
229         measureVolts = not(measureVolts) # toggle volts measurement
230         if not measureVolts :
231             savedVoltsC = -1
232     if LedRect[11].collidepoint(pos) and measureTime: # save time
233         stLed = True
234         savedTimeC = cursorT>>1
235     if LedRect[12].collidepoint(pos) and measureVolts: # save volts
236         svLed = True
237         savedVoltsC = cursorV>>2
238     # run controls logic
239     if LedRect[13].collidepoint(pos) and not run[1]: # run
240         run[0] = not(run[0])
241         if not run[0]:
242             run[2] = True
243         else:
244             run[2] = False
245     if LedRect[14].collidepoint(pos): # single
246         run[1] = True
247         run[0] = False
248         run[2] = False
249         run[4] = True
250         updateControls(False)
251         drawScope()
252     if LedRect[15].collidepoint(pos) and not run[1]: # freeze
253         run[2] = not(run[2])
254         if not run[2]:
255             run[0] = True
256         else:
257             run[0] = False
258     if LedRect[16].collidepoint(pos): # trigger

```

```

257     if LedRect[16].collidepoint(pos): # trigger
258         run[3] = not(run[3])
259     updateControls(False)
260
261 def handleMouseUp(pos): # look at mouse up
262     global savedVoltage,savedTime, svLed, stLed, run
263     if LedRect[12].collidepoint(pos) and measureVolts:
264         savedVoltage = vDisp
265         svLed = False
266         updateControls(False)
267     if LedRect[11].collidepoint(pos) and measureTime:
268         savedTime = (cursorT>>1)*sampleTime / expandT
269         stLed = False
270         updateControls(False)
271     if LedRect[14].collidepoint(pos): # single
272         run[4] = False
273         updateControls(False)
274
275 def terminate(): # close down the program
276     pygame.quit() # close pygame
277     os._exit(1)
278
279 def checkForEvent(): # see if we need to quit
280     event = pygame.event.poll()
281     if event.type == pygame.QUIT :
282         terminate()
283     if event.type == pygame.KEYDOWN :
284         if event.key == pygame.K_ESCAPE :
285             terminate()
286         if event.key == pygame.K_s : # screen dump
287             os.system("scrot -u")
288     if event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN :
289         handleMouse(pygame.mouse.get_pos())
290     if event.type == pygame.MOUSEBUTTONUP :
291         handleMouseUp(pygame.mouse.get_pos())
292
293
294 # Main program logic:
295 if __name__ == '__main__':
296     main()
297

```

Fuente: Código Arduino. investigación Directa

Bibliografía

- A low cost portable oscilloscope based on Arduino and GLCD. (2014). *2014 International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV)*. doi:10.1109/ICIEV.2014.6850686
- arduino. (2020). *What is arduino?* Obtenido de arduino.com: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Arevalo, V., Garcia, I., & Cano, J. (2017). Laboratorio Remoto de automatica. Una solucion de bajo costo PI y arduino. *5th International Conference on Educational Innovation in Technical Careers*. Obtenido de <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/14686>
- Banga, V. K., Sharma, N., & Soni, G. (2016). Design of Virtual Oscilloscope Using Labview. *ResearchGate*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/293327873>
- Cano, J. E., Poliche, M., Beltramini, P., & Gallina, S. H. (18 de Octubre de 2018). Diseño de Prácticas de Laboratorio en Electrónica con TICs. *Revista de Ciencia y Tecnología UNC*, 33, 119-130. doi:<https://doi.org/10.33414/rtyc.33.119-130.2018>
- CONSTITUCION DEL ECUADOR 2008. (2008). MONTECRISTI. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Cortez Barzola, J. (2018). PROTOTIPO DE UNA PLACA ENTRENADORA DE ELECTRONICA BASICA USANDO ARDUINO. *Repositorio de la UG*, págs. 1-84. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42160/1/TESIS%20JHONNY.pdf>
- Figueroa Guijarro, M. (2017). DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLACA ENTRENADORA DE ELECTRÓNICA BÁSICA USANDO ARDUINO. *Repositorio de la UG*, págs. 1-125.
- García, F. (1993). *EL análisis de la realidad social*. Madrid: Alianza Universidad Textos.
- Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform. (2015). En M. Shiloh, & M. Banz. USA: Maker Media. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=Xd3SBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT21&dq=arduino+scope&ots=z_Tbk0fjZJ&sig=Gql9PwlsqD8F-hrFW3SnH0WEJlk&redir_esc=y#v=onepage&q=arduino%20scope&f=false

- Grumpy , M. (2018). *Arduino Scope*. Obtenido de Git Hub: <https://github.com/Grumpy-Mike/Mikes-Pi-Bakery>
- H.Tollervey, N. (2015). *Python in Education* . USA: O'Reilly.
- Harrington , W. (2015). *Learning Raspbian*. BIRMINGHAM: PACKT PUBLISHING .
- Ley Organica de la Educación Superior*. (2016). Quito. Obtenido de <https://procuraduria.utpl.edu.ec/sitios/documentos/NormativasPublicas/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20Codificada.pdf>
- MagPI*. (2020). Obtenido de MagPI: <https://magpi.raspberrypi.org/>
- National Instrument. (Junio de 2011). NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II Series. Texas. Obtenido de <http://www.ni.com/pdf/manuals/374629c.pdf>
- National Instruments. (02 de Julio de 2018). Product Flyer NIELVIS. USA. Obtenido de <http://www.ni.com/pdf/product-flyers/ni-elvis.pdf>
- Ortiz de la tierro Delgado, D. (26 de 07 de 2019). Desarrollo de un Osciloscopio digital en Android. *Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación*. Recuperado el 27 de 07 de 2020, de uvadoc.uva.es/handle/10324/38830
- Pak To, Y. (2019). Automatic Oscilloscope Measurements using Python. *Department of Electronic Engineering*. Recuperado el 07 de agosto de 2020, de <http://dspace.cityu.edu.hk/handle/2031/9155>
- pygame. (2020). *Pygame Front Page*. Obtenido de Pygame Documentation: <https://www.pygame.org/docs/>
- Real-Time Python: Recent Advances in the Raspberry Pi Plus Arduino Real-Time Control Approach. (2020). *2020 American Control Conference (ACC)*. doi:10.23919/ACC45564.2020.9147236
- Robomania. (s.f.). *Arduino NaNO*. Obtenido de Robomania.ro: <https://roboromania.ro/datasheet/Arduino-Nano-roboromania.pdf>
- Universal Trainer*. (2019). Recuperado el 27 de julio de 2020, de Mk Electronica: <https://mkelectronica.com/producto/universal-trainer/>
- Vilros,. (2014). *Raspberry User's Guide*. AS IS. Recuperado el 12 de agosto de 2020, de <https://vilros.com/>