



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI LABORATORIO DE
FÍSICA PARA EL ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO EN 1D CON
ACCESO REMOTO**

**Trabajo de Titulación para optar al título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.**

Autor:

Chávez Martínez Fausto Javier

Tutor:

PhD. Leonardo Fabián Rentería Bustamante.

Riobamba – Ecuador

Año 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Fausto Javier Chávez Martínez**, con cédula de ciudadanía 0603274770, autor del trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI LABORATORIO DE FÍSICA PARA EL ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO EN 1D CON ACCESO REMOTO”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad. Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 19 de mayo de 2022.



Fausto Javier Chávez Martínez

C.I: 0603274770

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación

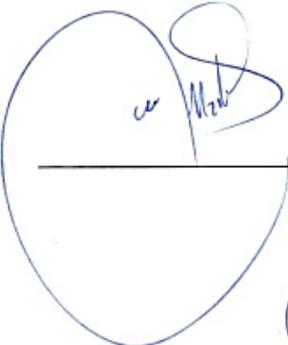
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI LABORATORIO DE FÍSICA PARA EL ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO EN 1D CON ACCESO REMOTO por Fausto Javier Chávez Martínez, con cédula de identidad número 0603274770, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19 de mayo de 2022.

Dra. Mery Manzano, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Marlon Basantes, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dr. Antonio Meneses, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dr. Leonardo Rentería, PhD.
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI LABORATORIO DE FÍSICA PARA EL ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO EN 1D CON ACCESO REMOTO presentado por Fausto Javier Chávez Martínez, con cédula de identidad número 0603274770, bajo la tutoría de Dr. Leonardo Fabián Rentería Bustamante; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19 de mayo de 2022

Presidente del Tribunal de Grado
Dra. Mery Manzano, PhD.

Miembro del Tribunal de Grado
Dr. Marlon Basantes, PhD.

Miembro del Tribunal de Grado
Dr. Antonio Meneses, PhD.

Firma

Firma

Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-02.20

VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **CHÁVEZ MARTÍNEZ FAUSTO JAVIER** con CC: **06032747770**, estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría, el trabajo de investigación titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI LABORATORIO DE FÍSICA PARA EL ANÁLISIS DE CINEMÁTICA CON ACCESO REMOTO"**, que corresponde al dominio científico INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN y alineado a la línea de investigación Electrónica, Telecomunicaciones y Redes, cumple con el 1.0 %, reportado en el sistema Anti plagio URKUND, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 13 de mayo de 2022

PhD. Leonardo Fabián Rentería Bustamante.
TUTOR

DEDICATORIA

En memoria de mi padre, quien con sus sabios consejos supo guiarme en la vida.

A mi madre que con su esfuerzo y arduo trabajo hizo posible que logre escalar un peldaño más, brindándome su apoyo incondicional, inculcándome valores y motivándome siempre a cumplir mis proyectos.

Fausto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco la vida y por la oportunidad de estar aquí.

A mi tutor Dr. Leonardo Rentería. PhD por su gran capacidad de crear lo imposible.

A un gran profesional y sobre todo amigo Dr. Marlon Basantes quien ha sido un mentor.

Fausto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. General	17
1.3.2. Específicos	17
CAPÍTULO II.....	19
2.1. ESTADO DEL ARTE	19
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	20
2.2.1. Laboratorios Remotos.....	20
2.2.2. Cinemática.....	21
2.2.3. Elementos a integrar en el prototipo Mini Laboratorio de Física	21
2.2.4. Sensores y actuadores a integrar en el prototipo Mini Laboratorio de Física.	23
Fuente: (Serna Ruíz Antonio, 2010).....	23
2.2.5. Software.....	24
2.2.5.1. Arduino IDE	24
2.2.5.2. Lenguaje PHP	24
2.2.5.3. Cinema 4D	24
2.2.6. Protocolos de comunicación.....	24
2.2.6.1. Protocolo HTTP.	24
2.2.7.2. Protocolo I2C.....	25
CAPÍTULO III	26
3.1. METODOLOGÍA.....	26
3.1.1. Tipo de estudio.....	26
3.1.2. Método de investigación.....	26
3.1.3. Fuentes de información.....	27
3.1.4. Instrumentos de la investigación	27
3.1.5. Población	28

3.1.6. Operacionalización de las variables.....	28
3.1.7. Procedimiento y Análisis.....	28
3.1.7.1. Diagrama de funcionamiento del sistema electrónico para el Mini Laboratorio de Física para el Análisis de Cinemática con Acceso Remoto.	29
CAPÍTULO IV.....	38
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1.1. Ventajas y desventajas del mini laboratorio de física	38
4.1.2. Sistema electrónico modular del mini laboratorio de física para el análisis de cinemática.....	39
4.1.3. Interfaz gráfica (página web) para el monitoreo en tiempo real del mini laboratorio de física	40
4.1.4. Almacenamiento de datos mediante MYSQL.....	42
4.1.5. Aplicación de KPI's	43
4.1.6. Encuesta nivel de satisfacción.....	53
4.1.7. Estadísticos descriptivos encuesta nivel de satisfacción	53
4.1.8. Resultados y discusión encuesta de satisfacción.	54
4.1.6. Análisis de los resultados	55
CAPÍTULO V	57
5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	57
5.1.1. Conclusiones.....	57
5.1.2. Recomendaciones.....	58
6. BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Elementos electrónicos	22
Tabla 2	Sensores y actuadores	23
Tabla 3	Operacionalización de las variables	28
Tabla 4	Dimensiones módulos MRU, MRUV, CAIDA DE LOS CUERPOS	35
Tabla 5	Comparativa mini laboratorio vs laboratorio convencional	38
Tabla 6	Objetivos estratégicos	43
Tabla 7	Desarrollo KPI's	44
Tabla 8	Metas y Límites	44
Tabla 9	KPI Precisión	45
Tabla 10	KPI Funcionamiento	46
Tabla 11	KPI Portabilidad	46
Tabla 12	Prueba KPI 1	47
Tabla 13	Resultados KPI 1	48
Tabla 14	Prueba KPI 2	49
Tabla 15	Resultados KPI 2	49
Tabla 16	Prueba KPI 3	50
Tabla 17	Resultados KPI 3	50
Tabla 18	Balance general KPI's	51
Tabla 19	Ponderación general	51
Tabla 20	Estadísticos descriptivos encuestas	54
Tabla 21	Datos estadísticos nivel de satisfacción	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Arquitectura sistemas basados en HTTP	25
Figura 2.	Diagrama General de Funcionamiento del sistema electrónico.....	29
Figura 3.	Diagrama de Funcionamiento del sistema electrónico MRU/MRUV.	29
Figura 4.	Diagrama de Funcionamiento del sistema electrónico Caída Libre.	30
Figura 5.	Diagrama algoritmo (ESP8266) mini laboratorio de física MRU, MRUV. 31	
Figura 6.	Diagrama algoritmo CAIDA LIBRE DE CUERPOS.....	33
Figura 7.	Diagrama algoritmo servidor PHP mini laboratorio de física.....	34
Figura 8.	Simulación módulo MRU, MRUV.....	36
Figura 9.	Simulación módulo CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS	36
Figura 10.	Encuesta nivel de satisfacción del mini laboratorio de física.....	37
Figura 11.	Módulo MRU, MRUV	39
Figura 12.	Módulo caída libre los cuerpos	39
Figura 13.	Página web entorno para la autenticación y contraseña	40
Figura 14.	Página web entorno para la selección de movimientos.....	41
Figura 15.	Página web entorno M.R.U	41
Figura 16.	Página web entorno M.R.U.V	42
Figura 17.	Base de datos php.....	43
Figura 18.	Resultados KPI 1	48
Figura 19.	Resultados KPI 2.....	49
Figura 20.	Resultados KPI 3.....	51
Figura 19.	Porcentaje de selección nivel de satisfacción	53
Figura 19.	Comando para editar fichero dhcpd.conf	71
Figura 20.	Código IP estática.....	71
Figura 21.	Reiniciar Raspberry Pi	72
Figura 23.	Cambiar de directorio	72
Figura 24.	Instalación PHP.....	72
Figura 25.	Código de aseguración de instalación.....	73
Figura 26.	Finalización de instalación	73
Figura 27.	Creación de usuario	74
Figura 28.	Configuración phpadmin y contraseña MySQL.....	74
Figura 29.	Extensión PHP MySQLi	74
Figura 30.	Cambios permisos html.....	75
Figura 31.	Página web e interfaz web phpMyAdmin.....	75

RESUMEN

En el presente proyecto investigativo se diseñó e implementó un mini laboratorio de física para el análisis de cinemática con acceso remoto. La primera fase fue de planeación y evaluación con la finalidad de cumplir los objetivos mediante investigación experimental, explicativa, aplicativa, método descriptivo e investigativo experimental, se construyó y desarrolló un dispositivo prototipo el cual contiene dispositivos electrónicos ESP 8266, raspberry pi 4b los cuales controlan los sensores de distancia VL53L0X, R FC51 para la activación de motores cc, micro servo sg 90 y un electro imán. Este sistema genera una base de datos (MySQL) de las variables físicas como distancia, tiempo y velocidad mediante un servidor PHP con una interfaz gráfica (página web) para la conexión desde un dispositivo remoto.

En el Primer Capítulo se propone la problemática, justificación y los objetivos. En el Segundo Capítulo se resume metódicamente el marco teórico. En el Tercer y Cuarto Capítulo se desarrolló sistemáticamente el proyecto investigativo obteniendo una validación estadística mediante una encuesta que evalúa la satisfacción está realizada a alumnos que cursan el colegio los cuales usaron el dispositivo prototipo, finalmente en el Capítulo Quinto se argumentaron conclusiones y recomendaciones del presente proyecto investigativo

Palabras claves: Laboratorio, sensores, Remoto, Raspberry Pi, Interfaz.

ABSTRACT

In this research project, a mini physics laboratory designed and implemented for kinematics analysis with remote access. The first phase was planning and evaluation in order to meet the objectives through experimental, explanatory, applicative research, descriptive and experimental research method, a prototype device built and developed which contains electronic devices ESP 8266, Raspberry pi 4b which control distance sensors VL53L0X, R FC51 for the activation of DC motors, micro servo sg 90 and an electromagnet. This system generates a database (MySQL) of physical variables such as distance, time and speed through a PHP server with a graphical interface (web page) for connection from a remote device.

In the First Chapter the problem, justification and objectives are proposed. In the Second Chapter the theoretical framework is methodically summarized. In the Third and Fourth Chapters the research project was systematically developed, obtaining a statistical validation of a satisfaction survey carried out with students attending the school who used the prototype device, finally in the Fifth Chapter conclusions and recommendations of the present research project were argued.

Keywords: Sensors, Remote, Raspberry Pi, Interface.



Universidad Cesar Vallejo
MARITZA DE LOURDES
CHAVEZ AGUAGALLO

Reviewed by:
Mgs. Maritza Chávez Aguagallo
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0602232324

INTRODUCCIÓN

Históricamente la Física y la Matemática han sido un pilar fundamental en el desarrollo de la ingeniería. Es obvio apuntar al crecimiento continuo de la tecnología. En los laboratorios de física existen módulos extremadamente costosos y de tecnología discontinuada, utilizados para el análisis de fenómenos físicos. La tendencia actual apunta a dispositivos diminutos y con conexión directa a la red de internet (M2M), que facilita el entendimiento y el almacenamiento de datos generados en el desarrollo de prácticas. (Anthura, 2015). El almacenamiento de la información recopilada al realizar prácticas de laboratorio tradicionalmente es tratado de forma manual; hoy en día con la utilización de la tecnología nos permite tener acceso a la red y hacer el tratamiento de significativos volúmenes de datos para su análisis. (Carlos Calderon, 2019). Con la introducción de dispositivos con acceso a la red y de dimensiones notablemente reducidas en relación con los convencionales y que opera en similares características que un laboratorio comercial, estamos optimizando el aprendizaje y también el espacio, además que presenta buenas características y robustez en su construcción. (Carlos Calderon, 2019). A diferencia de los laboratorios virtuales, un laboratorio remoto de física para ejecución de prácticas en tiempo real no emula los datos, al contrario, se ejecuta el fenómeno y los datos producidos son reales, estos son subidos a la red de internet, no son datos simulados o generados por software. Esto implica que la información obtenida es la que describe el fenómeno físico real. (Cardosa, 2020). Los módulos con acceso a la red de internet permiten incursionar en la aplicación de estrategias de las TIC, donde mediante el acceso a internet y con el manejo remoto de los dispositivos de forma interactiva también se promueve el uso de nueva tecnología generada en instituciones educativas de nivel superior. (Isidro Calvo, 2012). Una de las ramas de la física es el estudio del movimiento de los cuerpos o partículas según el sistema de referencia, esto como una moción de la cinemática que es el estudio del movimiento en sí, mas no la causa

que produce ese movimiento, para este análisis se consideran ciertas relaciones fundamentales en el estudio de la cinemática lo que conlleva a particularizar en ciertos tipos de variaciones del movimiento como son: movimiento rectilíneo uniforme donde la aceleración es igual a cero, movimiento rectilíneo uniformemente variado que presenta aceleración y caída libre de cuerpos entre otros. Con el prototipo modular se facilita el análisis y estudio de estos fenómenos físico y en las condiciones actuales con esta investigación se pretende introducir un nuevo dispositivo en miniatura para el estudio de cinemática. (Giancoli., 2006)

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen innumerables estudios psicológicos en relación con el aprendizaje donde se concluye que, se aprende mejor de las experiencias, la observación y actualmente de la mano de las TICs donde se pueden aportar con soluciones para ampliar el acceso a la experimentación con la introducción de laboratorios remotos. (Isidro Calvo, 2012). La cinemática como una rama de la física dedicada al estudio y análisis del movimiento de cuerpos o partículas en un sistema de referencia estos han representado una forma de entender ciertas particularidades del universo, para esto uno de los métodos de análisis introducido en la educación secundaria y superior ha sido mediante laboratorios de física dedicados al estudio de la cinemática mediante módulos específicos para cada fenómeno, con la ejecución de prácticas dedicadas al estudio de cinemática. Los módulos de laboratorio de física ayudan al entendimiento de la cinemática, sin embargo, al estar descontinuados de la tecnología, es decir, se cuenta con laboratorios obsoletos de grandes dimensiones, sin posibilidad de portabilidad ni acceso a conexión con la red de internet. Estos laboratorios presentes en ciertas instituciones de la Zona 3 implica que cada módulo sea de grandes dimensiones esto hace que se requiera extensos espacios para su almacenamiento, el costo de adquisición también es un gran problema, así como también el mantenimiento y reparación en caso de avería. (Carlos Calderon, 2019). La electrónica en su desarrollo y avance nos presenta una infinita diversidad de elementos sensores y actuadores desde el nivel industrial hasta la microelectrónica, presentando la posibilidad de producir localmente un prototipo nuevo de mini laboratorio con características acorde a la tecnología que se está desarrollando a nivel global, donde la portabilidad, la interconexión a la red de internet y la educación virtual se ha popularizado por las condiciones actuales de confinamiento.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Haciendo uso de esto se ha considerado el desarrollo de un prototipo modular de laboratorio de física para estudio y ejecución de prácticas de cinemática, resolviendo el problema de espacio de almacenamiento al implementar módulos que caben en la palma de la mano de fácil movilidad y de costo considerablemente bajo con relación a los convencionales. También el dispositivo contará con acceso a la de red de internet, con el propósito que mediante la interfaz (página web) se puede tener acceso remoto al prototipo para su monitoreo y recopilación de datos que también estarán en la página web. (Yeimmy Londoño, 2017). Mediante la implementación de una página web que además se ser la interfaz entre usuario maquina también brindará la posibilidad de monitorizar el dispositivo y visualización de datos proporcionados en cada caso de cinemática. Este prototipo de integración electrónica actual con posibilidad de acceso remoto resolverá la problemática de espacio, costo, movilidad y personal técnico. También brindará una experiencia enriquecedora al estudiante y se estará cubriendo las necesidades actuales en los laboratorios de física al presentar mayores prestaciones en un mini dispositivo. (Carlos Calderon, 2019).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

- Diseñar e implementar un mini laboratorio de física para el análisis del movimiento en 1D con acceso remoto en tiempo real.

1.3.2. Específicos

- Desarrollar un sistema electrónico modular y portátil que permita la ejecución de prácticas de laboratorio de cinemática con acceso remoto.

- Diseñar una interfaz web para el acceso y desarrollo de las prácticas de forma remota.
- Crear una página web que permita la ejecución en tiempo real de las prácticas de laboratorio de física.

CAPÍTULO II

2.1. ESTADO DEL ARTE

En la Universidad Nacional de Chimborazo se desarrolló un prototipo de Laboratorio Remoto mediante integración de tecnológica actual que apuntó a la interconexión de dispositivos electrónicos y el acceso a la red de internet, donde se posibilitó la creación dispositivos de interacción que son la tendencia actual y permiten la adhesión entre equipos que pueden ser controlados de manera remota mediante una interface de usuario como puede ser una página web, esto aplicado a la educación actual, resulta en el diseño e implementación de módulos para laboratorio remoto para ejecución de prácticas de laboratorio. (Carlos Calderon P. I., 2019)

Por otra parte el artículo publicado por la revista Inge-CUC presenta los fundamentos conceptuales y los resultados preliminares de la investigación científica tecnológica sobre Desarrollo de un Laboratorio Remoto (LR), donde se esbozan las principales características que deben poseer los laboratorios remotos y las variables que se deben tener en cuenta durante la creación de un proyecto de tele operación con el fin de convertirlo en un verdadero escenario de prácticas para los estudiantes de Ingeniería. También se afirma que en la actualidad las instituciones educativas cuentan con limitados equipos y laboratorios para las prácticas de sus estudiantes, teniendo que recurrir a los laboratorios remotos como alternativa para suplir esta necesidad, ya que esta experimentación se puede llevar a cabo de manera remota a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones, TIC, sin restricción de tiempo y espacio. Es por ello que los LR han empezado a coexistir con los laboratorios tradicionales en el ámbito de la educación superior. (Musa, 2010)

Teniendo en cuenta al estudio propuesto por La Universidad Nacional de la Plata, que plantea desarrollar una propuesta didáctica de Laboratorio Remoto (LR) en un Entorno

Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) como método de aprendizaje. Donde se promueve la inserción de LR para integración tecnológica e informática en el ámbito de la educación, esto está permitiendo la implementación de nuevas prácticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Tal es el caso de la realización de un trabajo práctico de laboratorio sobre un fenómeno real pero efectuado en forma remota sobre una plataforma web y con un mini laboratorio completamente portátil, como una actividad a la que se accede a través de un entorno virtual, como una página web. (Revuelta, 2016)

Como argumenta la revista Espacios en uno de sus artículos presenta los resultados del uso de laboratorios remotos aplicados a la formación blearning en ingeniería y ciencias básicas en tiempos del COVID-19. La investigación que llevaron a cabo porque el coronavirus afectó el sector educación especialmente en la formación de las áreas experimentales donde requieren manipular variables físicas. Los resultados evidenciaron que los estudiantes percibieron una sensación de inmersión en un laboratorio real a pesar de que la experimentación fue mediante la web y la ejecución de tele operación en dispositivos remotos. Los laboratorios remotos se basan en una arquitectura web cliente – servidor, permiten control y acceso a equipos reales para el aprovechamiento de laboratorios. Dentro de las características más importantes de los laboratorios remotos está la posibilidad de operar a distancia un equipo real con todas las perturbaciones que el entorno pueda tener, lo que permite enriquecer el proceso de aprendizaje y la consolidación de conceptos a través de la observación, interpretación, comparación y análisis de los resultados. (Javier Vargas, 2020).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.2.1. Laboratorios Remotos.

Los laboratorios remotos, son desarrollados mediante un sistema computacional accesible vía internet, a través de un navegador se puede conectar a un laboratorio convencional, módulos de desarrollo, aplicaciones, pudiendo así ofrecer muchas características como: la visualización y control de fenómenos específicos, controlados mediante aplicaciones realizadas en: Flash, Java, cgis, PHP, JavaScript; estas incluyen interfaces diseñadas por el programador.

2.2.2. Cinemática.

La parte de la Física que trata sobre el estudio del movimiento de los cuerpos, denominados partículas es la Cinemática. A la partícula se la puede definir como todo cuerpo que tiene una posición, sin considerar sus dimensiones. En otros términos es el desplazamiento o movimiento del cuerpo el que tiene más importancia que sus dimensiones (Olmedo, MANUAL DE CINEMÁTICA Y DINÁMICA, 2012)

2.2.3. Elementos a integrar en el prototipo Mini Laboratorio de Física

Tabla 1

Elementos electrónicos

DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	LUSTRACIÓN
Raspberry Pi 4b.	Raspberry Pi es un ordenador de placa reducida de bajo coste, desarrollado en Reino Unido por la fundación Raspberry Pi. (Xataka, 2019)	SDRAM de 4GB, 2.4 GHz y 5.0 GHz IEEE 802.11ac,, BLE Gigabit Ethernet, 2 × puertos micro-HDMI, Broadcom BCM2711, (ARM v8) a 1,5 GHz, 5 V CC vía USB-C (3 A), 5 V CC vía GPIO (3 A), 2 puertos USB 3.0; puertos USB 2.0, GPIO 40 pines.	
ESP 8266	El dispositivo ESP8266 consta de un chip de costo bajo Wi-Fi con un stack TCP/IP completo y también consta de un microcontrolador	16 pines GPIO, SPI, I ² C, reloj de 80 MHz, CPU RISC de 32-bit, IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi, RAM de datos de 96 KB, RAM de instrucción de 64 KB, ALIMENTACION 5V DC	
dulo cámara web para Raspberry	El módulo cámara de 5 megapíxeles.	Apertura: 2.9, Resolución: 1/4 5M, FOV: 65 grados, OmniVision OV5647 ,5 megapíxeles, 2592 x 1944 píxeles, 90 fps en VGA, Video: 1080p a 30 fps con códec H.264 (AVC).	

Fuente: (raspberrypi, 2020)

2.2.4. Sensores y actuadores a integrar en el prototipo Mini Laboratorio de Física.

Tabla 2

Sensores y actuadores

DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	LUSTRACIÓN
Sensor de distancia VL53L0X.	El sensor VL53L0X mide distancias mediante un infrarrojo láser.	Tipo de laser VCSEL, Alimentación 3V – 5V DC, corriente 10mA (40mA Max), rango distancia 50 a 2000 mm (5 a 200 cm), ángulo de medición 25 °, IC 400 kHz, emisor Laser Infrarrojo 940 nm, temperatura trabajo -20°C a 70°C, láser Clase 1, resolución 1 mm.	
Micromotor cc	El motor CC es una máquina que transforma la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio.	Tensión: 3 V a 12 V, dimensiones 20 mm X 15 mm X 25 mm, modelo 130, velocidad de recorrido libre 6 V 8000 rpm, diámetro eje 2 mm	
Micro servo sg 90	Es un servo miniatura de reducidas dimensiones, bajo consumo y muy económico.	Peso: 9 gramos, dimensiones 22.0 x 11.5 x 27, torque (4.8 volts) 1.2 kg/cm, alimentación 4.0 a 7.2 V, velocidad de giro 0.12 seg / 60 °, compatible con Arduino, microcontroladores a 5V.	
Sensor IR FC51	Es un sensor que sirve para detectar obstáculos mediante un infrarrojo.	Alimentación 3.3V – 5V DC, distancia 2cm a 8cm, ángulo de detección 35°.	
Electroiman	Dispositivo que permite atraer objetos metálicos (ferromagnéticos) mediante la generación de un campo magnético	Alimentación: 3.5-12v DC, Potencia: 3W, Fuerza de atracción 2.54kg	

Fuente: (Serna Ruíz Antonio, 2010).

2.2.5. Software.

2.2.5.1. Arduino IDE

Arduino (IDE) es un software que usa código abierto que facilita la escritura de código y su carga en la placa. Este software se puede utilizar con cualquier modelo o placa de Arduino, facilitando el trabajo con microcontroladores y dando muchas ventajas como, entorno sencillo, software libre, multiplataforma, bajo costo, extensible con librerías en C + +, hardware libre (Arduino, 2021).

2.2.5.2. Lenguaje PHP

El lenguaje PHP de tipo scripting y es de código abierto mediante la creación de un servidor usando código de programación HTML integrada el cual se utiliza para la creación de páginas web de tipo dinámicas. Sus principales ventajas son su alta compatibilidad y flexibilidad con diferentes tipos de base de datos. Se lo considera como un lenguaje sencillo de entender y aprender (Sierra, 2017).

2.2.5.3. Cinema 4D

El software Cinema 4d está orientado a soluciones profesionales para animaciones, modelado, renderización 3D y simulaciones, posee características como flexibilidad, potente y rápido haciendo que los procesos en 3D sean más eficiente y accesibles para el diseño, VFX, AR/MR/VR, proporcionando al usuario múltiples opciones para el modelado de objetos (maxon, 2022).

2.2.6. Protocolos de comunicación.

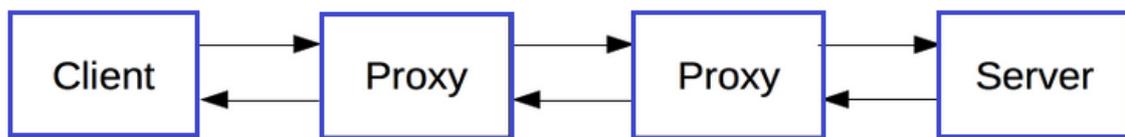
2.2.6.1. Protocolo HTTP.

Este protocolo se basa en el proceso cliente-servidor, las peticiones son enviadas por el agente del usuario (o un proxy a petición de uno), usa el puerto 80. En casi todas las veces el agente del usuario (cliente) es el navegador Web. Durante cada petición y respuesta, hay

varios intermediarios, normalmente denominados proxis y tienen funciones como caches o gateway's. El protocolo HTTP es considerado como un protocolo de aplicación y se apoya en los protocolos de red y transporte (Fisteus, 2020).

Figura 1.

Arquitectura sistemas basados en HTTP



Fuente: Autor.

2.2.7.2. Protocolo I2C

I2C es un puerto y protocolo de comunicación serial define las conexiones físicas define y la trama de datos para transferir bits entre dos dispositivos digitales, es uno de los más utilizados para comunicarse con sensores digitales, posee ventajas ya que por su arquitectura permite tener una confirmación de los datos recibidos. El puerto posee 2 cables de comunicación SDA y SCL, tiene velocidades de 100, 400 y 1000 kbits/s, también permite conectar hasta 127 dispositivos esclavos con esas dos líneas. (HETPRO, 2021)

CAPÍTULO III

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Tipo de estudio.

Este proyecto es de tipo experimental en el que se realizó la monitorización y adquisición de variables físicas como son: tiempo, desplazamiento, velocidad y aceleración, los mismos que describen movimientos de cinemática específicos (MRU, MRUV Y CAIDA LIBRE DE CUERPOS) sin intervenir en estas variables. Se explicó sobre la electrónica a utilizarse para la obtención de información (sensores, motores cc, controladores, placa de programación, etc.). También usó un miniordenador portátil Raspberry Pi 4b donde está instalado el servidor php y se hizo el procesamiento de adquisición de datos proveniente de los sensores. También se explicó sobre los lenguajes de programación a usarse, en este caso Arduino y también se informó sobre el montaje de servidores php en un miniordenador y creación de páginas web para interfaz entre cliente y usuario. Estas tecnologías se usaron en los procesos para el desarrollo de la propuesta investigativa.

3.1.2. Método de investigación.

Se planteó la realización de una descripción del estado de forma cuantitativa de la obtención de datos (tiempo, desplazamiento y aceleración) para el estudio de la investigación planteada. Se diseñó e implementó un laboratorio de física de muy reducidas dimensiones en relación a los laboratorios convencionales donde las variables físicas a estimarse son mediante integración de elementos electrónicos (sensores, microordenadores, motores cc, etc.) y de telecomunicaciones (red de internet, Servidor php, protocolos de comunicación). Donde el usuario tuvo control en la manipulación de las variables obtenidas para posterior análisis. La implementación del laboratorio remoto portátil se llevó a cabo mediante la aplicación de elementos electrónicos, software de simulación de circuitos electrónicos. En el diseño de la interfaz web (scrib PHP) que actúa de interfaz entre el usuario y el servidor,

que mediante un navegador web mostrará las variables provenientes del laboratorio, para esto se consideró crear un ambiente grafico amigable e intuitivo agradable a la vista de quien ejecute la práctica de laboratorio; la creación del servidor web consta de dos partes una es el equipo fisico y la otra el software del servidor (PHP). El servidor web estuvo montado sobre una placa Raspberry pi 4 b donde se alojó el sitio web (página) a la que se pudo acceder desde cualquier motor de búsqueda (navegador) de internet.

3.1.3. Fuentes de información.

Para la óptima realización de este proyecto se requiere del estudio, análisis y revisión de artículos científicos, revistas científicas con grandes índices fiabilidad y confianza como IEE, GOOGLE SCHOLAR, SCIELO, ELSEVIER. Estos artículos, revistas científicas con relación netamente al tema de proyecto de investigación.

3.1.4. Instrumentos de la investigación

Para el presente Proyecto de investigación los instrumentos a utilizar son: miniordenador Raspberry Pi 4 model B+, como unidad central de proceso. Realiza la adquisición de datos provenientes de sensores, además, aloja la base de datos del registro de usuarios con un id y pass de acceso; el servidor y página web que actúa como interfaz entre el usuario y el equipo ; sensor VL53L0X como dispositivo electrónico que capta una magnitud física específica que este caso es la distancia, una variable de estudio en la cinemática de esta investigación; sensor ir, es un detector infrarrojo que capaz de medir radiación electromagnética infrarroja de los cuerpos; micro motor cc es una maquina capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica por acción de campo magnético; cámara web, que es una pequeña cámara digital para capturar y transmitir imágenes y video a través de internet; electroimán que es un tipo de imán donde el campo electromagnético es producido por inducción de energía eléctrica; software arduino que usado como plataforma de programación para placas arduino y genéricos , un software libre que permite gestionar instrucciones en las diferentes

distribuciones compatibles con placas Arduino; software de simulación de circuitos proteus que es aplicado a la simulación virtual y comprobación de circuitos electrónicos mediante software; programador html, es un desarrollador web del lenguaje de hipertexto que se aplica en la creación del entorno web a ser visualizado por los usuarios mediante acceso a le web.

3.1.5. Población

La población (N) estará determinada por los estudiantes de bachillerato (14 a 17 años) de los colegios Puruha y Rodrigo Barreno Cobo, de la parroquia Quimiag pertenecientes al Distrito de educación Zona 3 que usaron el prototipo mini laboratorio de Física. N=104.

3.1.6. Operacionalización de las variables.

Tabla 3

Operacionalización de las variables.

Variable	Concepto	Indicadores	Técnicas e Instrumentación
Independiente Mini Laboratorio de Física	Diseño e implementación un mini laboratorio de física, basándose en sensores de bajo costo con tecnología de comunicación remota.	Precisión Funcionamiento Portabilidad	-Sensores y actuadores -Software Php y Arduino IDE. -Hardware Raspberry Pi 4 b y Arduino.
Dependiente Satisfacción de usuarios. (Satisfactorio, No Satisfactorio)	Expectativas del usuario y la percepción de las prácticas.	Prácticas de cinemática.	KPI's Encuesta

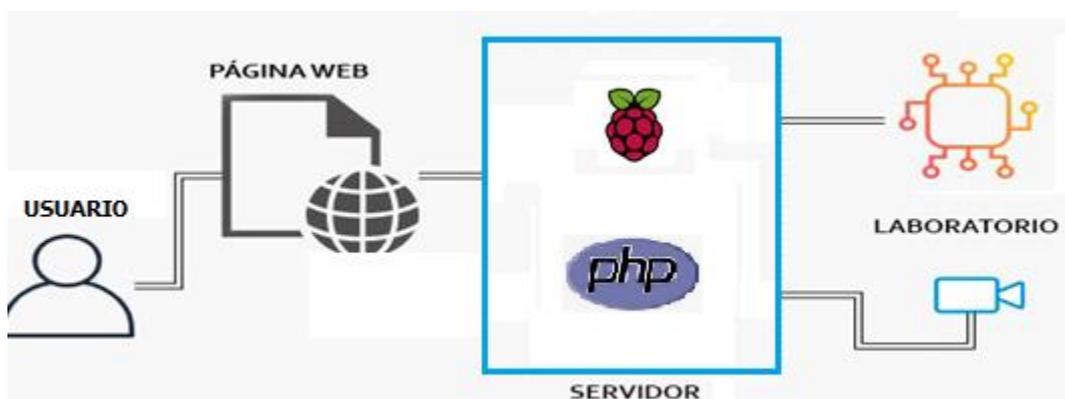
3.1.7. Procedimiento y Análisis

Para el diseño y realización del sistema electrónico el mini laboratorio de física para el análisis de cinemática, se usaron varios procesos mediante los cuales se descubrieron las ventajas, limitaciones para así cumplir con los objetivos propuestos.

3.1.7.1. Diagrama de funcionamiento del sistema electrónico para el Mini Laboratorio de Física para el Análisis de Cinemática con Acceso Remoto.

Figura 2.

Diagrama General de Funcionamiento del sistema electrónico.



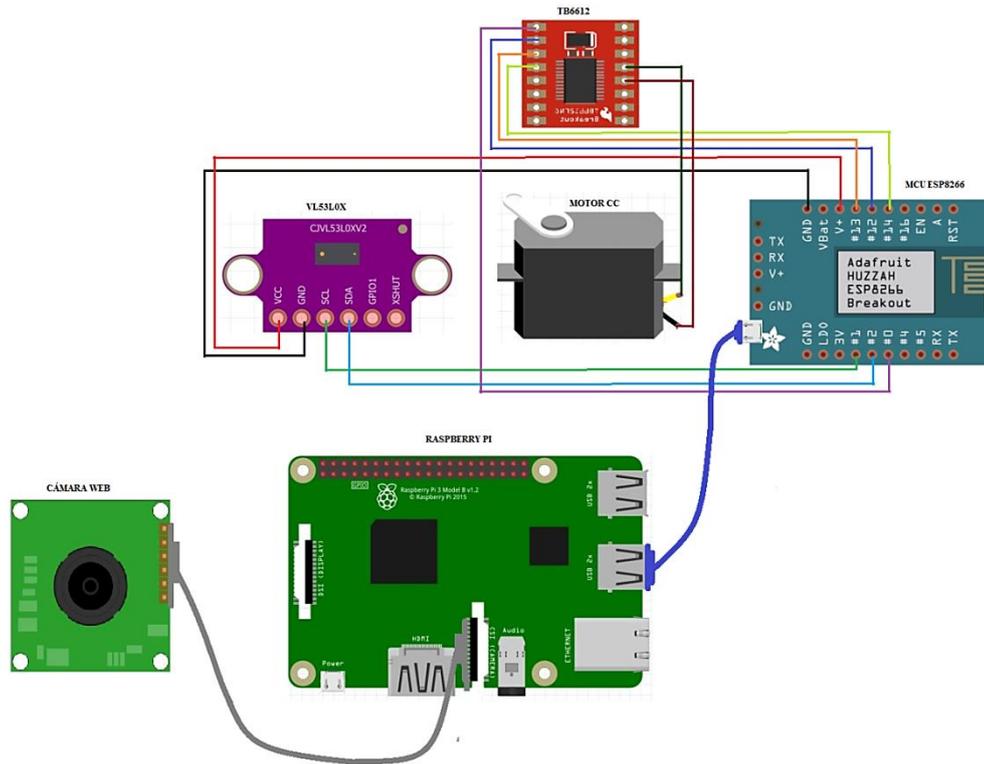
Fuente: Autor.

Conexiones del circuito electrónico de los distintos componentes del sistema.

El diseño del prototipo mini laboratorio de física para el análisis de la cinemática está compuesto por: Placa Raspberry Pi 4 b, ESP 8266, Módulo cámara web para Raspberry, sensor de distancia VL53L0X, micro motor cc, micro servo sg 90, sensor IR FC51, electroimán 5v.

Figura 3.

Diagrama de Funcionamiento del sistema electrónico MRU/MRUV.

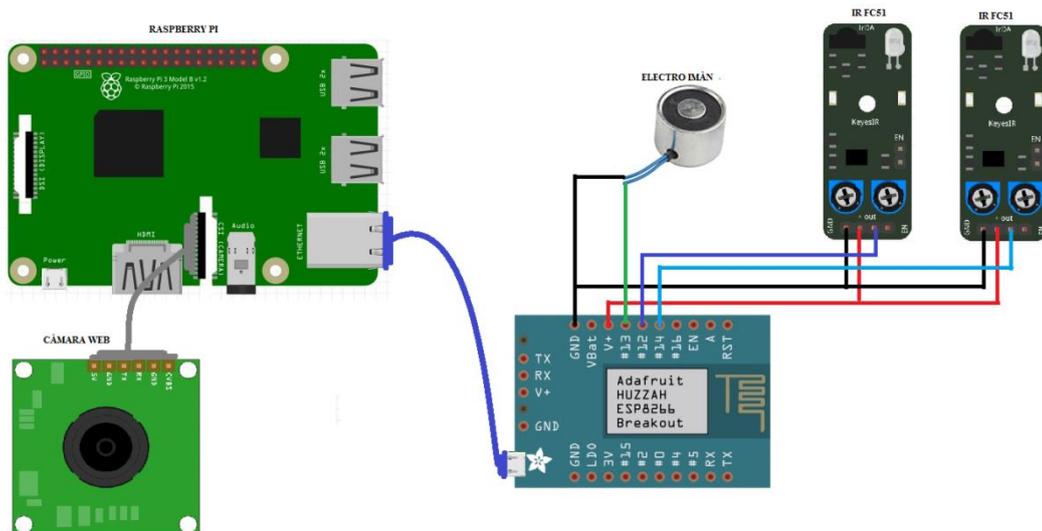


Fuente: Autor

La placa Raspberry Pi 4b es la encargada de procesar la información obtenida del ESP 8266 de la lectura de sensores de distancia y la activación de actuadores (motor cc) mediante comunicación serial del módulo MRU y MRUV, también mediante el montaje de un servidor PHP (Anexo 3), también es la encargada de generar una base de datos tiempo y distancia en Mysql para su posterior importación de dichas variables.

Figura 4.

Diagrama de Funcionamiento del sistema electrónico Caída Libre.



Fuente: Autor

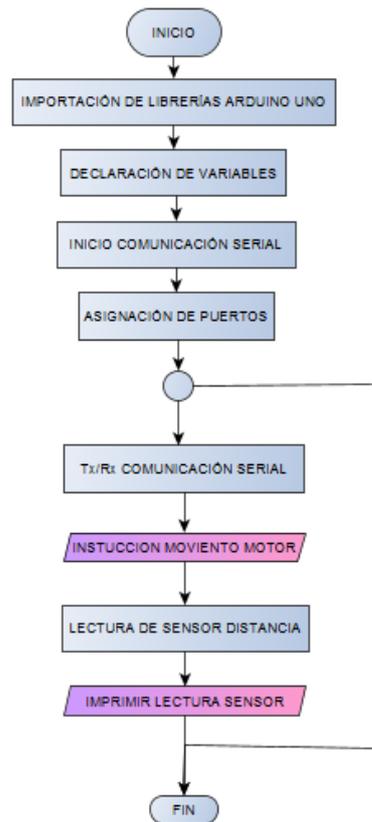
La placa Raspberry Pi 4b es usada para procesar la información obtenida del ESP 8266 de la lectura de sensores de distancia y la activación de actuadores (servo motor, electro imán) mediante comunicación serial del módulo CAIDA LIBRE DE LOS CUERPOS, también mediante el montaje de un servidor PHP (Anexo 4), también genera una base de datos tiempo y distancia en Mysql para su posterior importación de dichas variables.

3.1.7.2. Programación del sistema para el Mini Laboratorio de Física

En la programación de la Raspberry Pi 4-b se usó el lenguaje PHP y Arduino IDE mediante el uso e importación de librerías, para la comunicación serial, base de datos MySQL. Se usó comunicación serial para la lectura de los sensores de distancia y el accionamiento de motores a una velocidad de 9600 baudios estableciendo la comunicación serial entre la Raspberry Pi y arduino nano.

Figura 5

Diagrama algoritmo (ESP8266) mini laboratorio de física MRU, MRUV

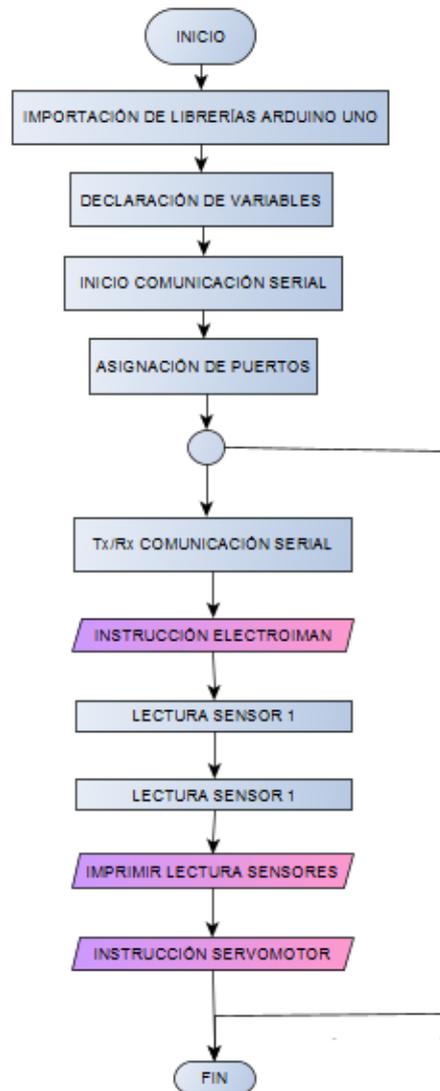


Fuente: Autor.

El algoritmo en Arduino IDE en el movimiento MRU y MRUV consta de las siguientes etapas: importación de librerías necesarias para el sensor VL53L0X, posteriormente se realizó la declaración de las variables. En la comunicación serial se configuró la misma velocidad que tenemos en la Raspberry Pi (9600 baudios) para no presentar errores de sincronización, posteriormente habilitamos los puertos de entradas y salidas; se ejecutan las instrucciones en un bucle infinito mediante la activación del servo motor el cual desplaza el cuerpo a una cierta velocidad para la práctica de laboratorio obteniendo valores de lectura de distancia y tiempo los cuales serán almacenados en variables para su posterior transmisión en tiempo real a la página web de los valores obtenidos para cada tipo de movimiento a estudiarse.

Figura 6

Diagrama algoritmo CAIDA LIBRE DE CUERPOS.



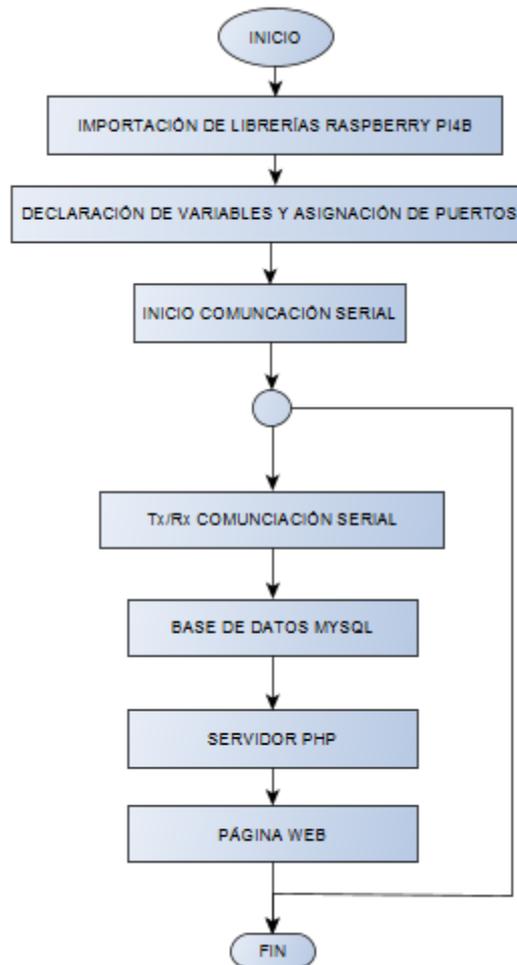
Fuente: Autor.

El algoritmo en Arduino para el movimiento CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS consta de las siguientes etapas: importación de librerías necesarias, posteriormente se realizó la declaración de las variables. En la comunicación serial se configuró la misma velocidad que tenemos en la Raspberry Pi (9600 baudios) para no presentar errores de sincronización, habilitamos los puertos de entradas y salidas para la activación de los actuadores (servo motor cc, electro imán), se ejecutan las instrucciones en un bucle infinito para activación del electro imán el cual soltará el cuerpo desde una altura ya establecida obteniendo valores

de lectura tiempo los cuales serán almacenados en variables para su posterior transmisión mediante la programación realizada correspondiente para este movimiento.

Figura 7

Diagrama algoritmo servidor PHP mini laboratorio de física



Fuente: Autor.

El algoritmo en PHP consta de las siguientes etapas: importación de librerías para el funcionamiento en la Raspberry pi4 b, declaración de variables (entradas y salidas), establecimiento de la comunicación serial (9600 baudios), transmisión de datos provenientes del Arduino nano, creación de base de datos en MySQL, servidor PHP, pagina web, todo el

algoritmo garantiza un correcto funcionamiento asegurando los datos provenientes desde el Arduino en tiempo real.

3.1.7.3. Simulación en Cinema 4D de los módulos MRU, MRUV y Caída libre de los cuerpos.

Se realizó la simulación en el software Cinema 4D del diseño propuesto para los dos módulos que conforman el mini laboratorio de física tal como se muestra en la figura 20 y figura 21, las medidas son:

Tabla 4

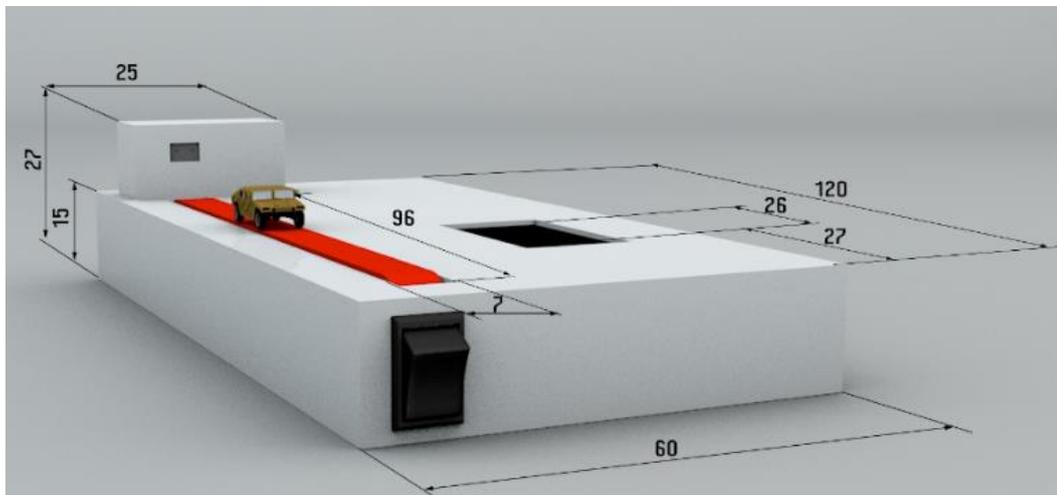
Dimensiones módulos MRU, MRUV, CAIDA DE LOS CUERPOS

	MÓDULO MRU, MRUV	MÓDULO CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS
Largo (cm.)	12	10
Ancho (cm.)	6	5
Espesor (cm.)	2,7	10

Fuente: Autor.

Figura 8

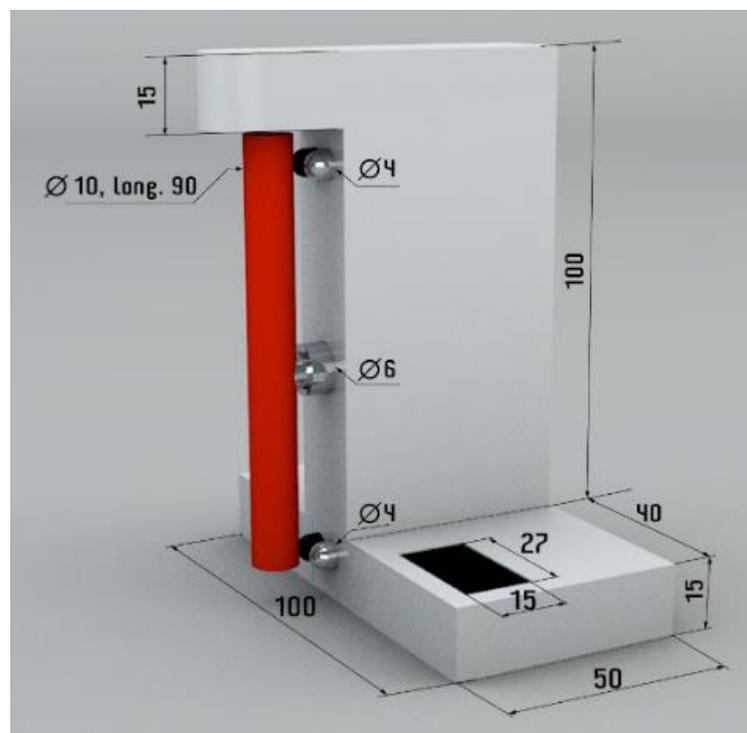
Simulación módulo MRU, MRUV



Fuente: Autor.

Figura 9

Simulación módulo CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS



Fuente: Autor.

3.1.7.4. Procedimiento desarrollo práctica de laboratorio.

Se desarrolló la guía de práctica (**Anexo 1**) con 104 estudiantes mediante el desarrollo teórico de 3 ejercicios de cinemática mru, mruv y caída libre de los cuerpos. Primero se realizó la resolución de la práctica de laboratorio de manera teórica (Aplicación de fórmulas) y posteriormente usando el mini laboratorio de física; se realizó una comparativa de los resultados obtenidos con las dos formas de resolución y finalmente se aplicó una valoración a la población total por medio de kPI's con ciertos indicadores puntuales que validen el prototipo evaluando la precisión, funcionamiento y portabilidad que presenta el mini laboratorio. También se indujo una encuesta de nivel de satisfacción (SATISFACTORIO O NO SATISFACTORIO) a los estudiantes que realizaron dicha práctica.

Figura 10

Encuesta nivel de satisfacción de los prototipos del mini laboratorio de física



Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se indican los resultados obtenidos en el desarrollo del presente proyecto investigativo: se diseñó, construyó e implementó un mini laboratorio de física para el análisis de cinemática con acceso remoto para comparar las mediciones captadas por el prototipo y los valores obtenidos mediante calculo teórico.

4.1.1. Ventajas y desventajas del mini laboratorio de física

A continuación, se muestra una comparativa del prototipo para del mini laboratorio de física para el análisis de la cinemática con acceso remoto comparándolo con un laboratorio convencional de cinemática.

Tabla 5

Comparativa mini laboratorio vs laboratorio convencional.

MINI LABORATORIO DE FÍSICA	LABORATORIO DE FÍSICA TRADICIONAL
Portabilidad absoluta	Poca o casi nula portabilidad
Conectividad con dispositivos a la red de internet.	Nula conectividad a la red de internet.
Mejor captación de aprendizaje por parte del usuario, al interactuar con nueva tecnología.	Menor aprendizaje del usuario, ya que se sigue usando el aprendizaje convencional
Costo de adquisición relativamente bajo.	Elevado costo comercial.
Optimización en espacio de almacenamiento	Ocupa demasiado espacio.

Fuente: Autor.

4.1.2. Sistema electrónico modular del mini laboratorio de física para el análisis de cinemática.

En el diseño del mini laboratorio de física se usaron varios componentes y dispositivos electrónicos que se integran en un Raspberry Pi 4 b, todos estos elementos ensamblados en una carcasa de pvc y madera, mecanismo móvil y pantalla lcd para visualización directa. Obteniendo tres módulos, uno para cada movimiento (MRU, MRUV, CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS).

Figura 11

Módulo MRU, MRUV



Fuente: Autor.

El primer módulo (**Figura 11**) consta de la tarjeta arduino nano, sensor de distancia VL53L0X, Micro servo sg 90, mecanismo móvil, cuerpo para el análisis; todos estos dispositivos conforman el módulo que se conecta vía comunicación serial con la Raspberry pi 4b.

Figura 12

Módulo caída libre los cuerpos



Fuente: Autor.

El segundo módulo (**Figura 12**) consta de la tarjeta arduino nano, Sensor IR FC51, Electroimán, cavidad de caída y cuerpo para el análisis de masa; todos estos dispositivos conforman el módulo que se conecta vía comunicación serial con la Raspberry pi 4b.

4.1.3. Interfaz gráfica (página web) para el monitoreo en tiempo real del mini laboratorio de física

Para la interfaz gráfica de la página web del sistema se instaló un paquete PHP en la Raspberry pi 4b, mediante funciones sistemáticas las que permiten desarrollar los procesos en un entorno gráfico y fácil de comprender para el usuario. Como se muestra en la figura 13 en el entorno de la página web el usuario tendrá que iniciar sesión e introducir la contraseña.

Figura 13

Página web entorno para la autenticación y contraseña

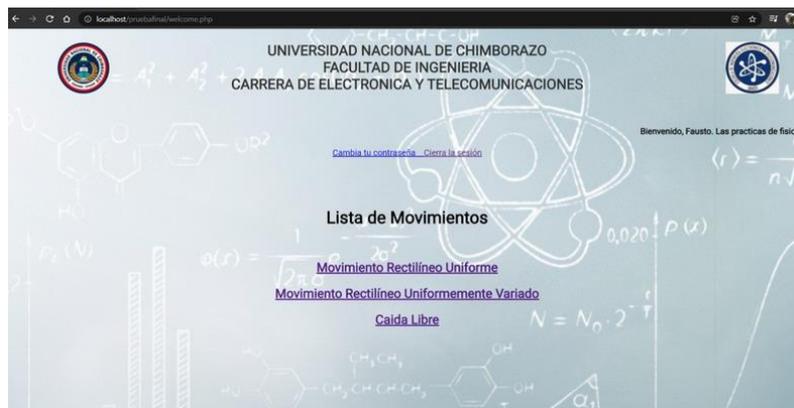


Fuente: Autor.

Posteriormente se abrirá una interfaz en la cual se elegirá el tipo de movimiento a ser analizado en el prototipo de mini laboratorio de física tal como se muestra en la figura 14.

Figura 14

Página web entorno para la selección de movimientos



Fuente: Autor.

Finalmente, después de seleccionar el tipo movimiento a analizarse se observa la interfaz (figura 15 y figura 16) con los datos obtenidos de distancia y tiempo en el módulo respectivo perteneciente al mini laboratorio de física los cuales se almacenarán en una base de datos para su posterior análisis.

Figura 15

Página web entorno M.R.U



Fuente: Autor.

Figura 16

Página web entorno M.R.U.V



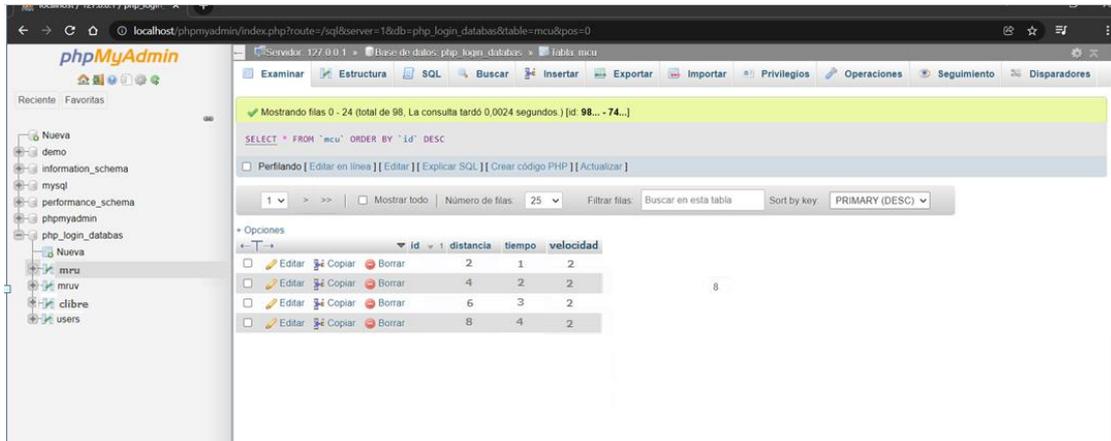
Fuente: Autor.

4.1.4. Almacenamiento de datos mediante MYSQL

El dispositivo mini laboratorio de física posee un proceso de almacenamiento de datos, cada vez que se realice una lectura de datos para los diferentes tipos de movimiento realizado en las prácticas de laboratorio almacenando las variables de tiempo, distancia y velocidad mediante la base de datos en Mysql.

Figura 17

Base de datos php



Fuente: Autor.

4.1.5. Aplicación de KPI's

Tabla 6

Objetivos estratégicos.

ÁREA	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
FÍSICA – MATEMÁTICA	Consolidar un prototipo mini laboratorio de física para análisis de cinemática en una dimensión. Mediante indicadores que permitirá medir el nivel de satisfacción del usuario, así como también se prospectar la optimización del prototipo.

Fuente: Autor.

Tabla 7

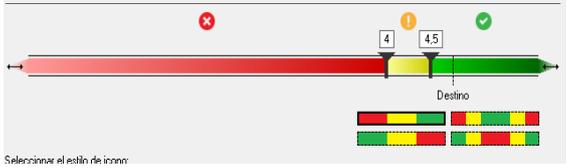
Desarrollo KPI's

N°	KPI's	OBJETIVOS	META
1	Precisión	Obtener mediciones lo más próximas a valores teóricos o calculados con la ejecución de prácticas de laboratorio en el mini laboratorio prototipo.	>95%
2	Funcionamiento	Comprobar el total funcionamiento del prototipo de mini laboratorio de física con aplicación de prácticas de cinemática sobre el modulo	>95%
3	Portabilidad	Implementar un mini laboratorio para análisis de cinemática 1D de dimensiones sumamente reducidas en relación con laboratorios convencionales, que permita la portabilidad y movilidad del mismo en forma absoluta y simple.	>95%

Fuente: Autor.

Tabla 8

Metas y Límites

N°	KPI's	Límites %	Metas % (Power Pivot)
1	Precisión	<85 	>= 95 
2	Funcionamiento	<85 	>= 95
3	Portabilidad	<85 	>= 95

Fuente: Autor.

Tabla 9

KPI Precisión

KPI	PRECISIÓN						
Objetivo	Medir variables físicas como: velocidad, aceleración y distancia lo más exactas posible con experimentos de cinemática aplicando prácticas de laboratorio en el prototipo mini laboratorio de física.						
Medida	%						
Formula de calculo	$\frac{\text{Promedio sumatoria} \times 100}{5}$						
Fuente de optencion	Tabla de calificación de usuarios al usar el prototipo mini laboratorio de física para análisis de cinemática.						
Meta	5 %						
Limites de ccumplimiento	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">ROJO</td> <td style="background-color: yellow; color: black; text-align: center;">AMARILLO</td> <td style="background-color: green; color: black; text-align: center;">VERDE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><85%</td> <td></td> <td style="text-align: center;">>90%</td> </tr> </table>	ROJO	AMARILLO	VERDE	<85%		>90%
ROJO	AMARILLO	VERDE					
<85%		>90%					

Fuente: Autor.

- **Justificación.**

En la tabla 9 se mide la capacidad del prototipo con respecto a la sensibilidad de captar variables físicas y procesarla la información recibida por medio de sensores .

Tabla 10*KPI Funcionamiento*

KPI	FUNCIONAMIENTO						
Objetivo	Cuantificar la operación de trabajo del prototipo mini laboratorio de física, mediante practicas de laboratorio de cinematica.						
Medida	%						
Formula de calculo	$\frac{\text{Promedio sumatoria} \times 100}{5}$						
Fuente de optencion	Tabla de calificacion de usuarios al usar el prototipo mini laboratorio de fisica para analisis de cimemática.						
Meta	95 %						
Limites de ccumplimiento	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ROJO</th> <th>AMARILLO</th> <th>VERDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><85%</td> <td></td> <td>>95%</td> </tr> </tbody> </table>	ROJO	AMARILLO	VERDE	<85%		>95%
ROJO	AMARILLO	VERDE					
<85%		>95%					

Fuente: Autor.

- **Justificación.**

En la tabla 10, se busca evaluar que el prototipo sea funcional y esté en óptimas condiciones de trabajo; así como también su construcción, material, modularidad y optimización de recursos en la integración de elementos que constituyen el prototipo mini laboratorio de física.

Tabla 11*KPI Portabilidad*

KPI	PORTABILIDAD
Objetivo	Evaluar las dimensiones del prototipo que lo hacen totalmente portable.

Medida	%		
Formula de calculo	$\frac{\text{Promedio sumatoria} \times 100}{5}$		
Fuente de optencion	Tabla de calificacion de usuarios al usar el prototipo mini laboratorio de fisica para analisis de cimemática.		
Meta	95 %		
Limites de ccumplimiento	ROJO	AMARILLO	VERDE
	<85%		>95%

Fuente: Autor.

- **Justificación.**

En la tabla 11, se pondrá en cuestión de los usuarios las dimensiones del prototipo mini laboratorio de física para análisis de cinemática. Mostrando lo diminuto del equipo y la funcionalidad de movilidad que presta en su constitución.

Prueba KPI's

Tabla 12

Prueba KPI 1

KPI	Precisión	Meta	95%
Medida	%	Advertencia	<=90%
Calculo	$\frac{\text{Promedio sumatoria} \times 100}{5}$		

Fuente: Autor.

Tabla 13

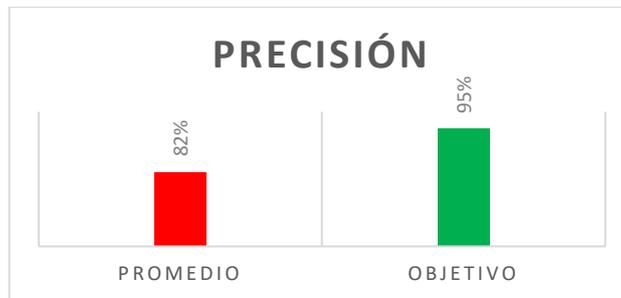
Resultados KPI 1

Indicador	Precisión
Valor promedio /5 – Porcentual %	4,10 – 82%
KPI	

Fuente: Autor.

Figura 18

Resultados KPI 1



Fuente: Autor

- **Interpretación.**

Según la tabla13, se puede asimilar de los resultados obtenidos en el indicador de precisión que se encuentra por debajo del rango aceptable. Existen factores de construcción o de sensores que deben someterse a revisión.

- **Medidas.**

Según la figura 18, se debe corregir la calibración de sensores para alcanzar los niveles objetivo o meta propuestos.

Tabla 14

Prueba KPI 2

KPI	Funcionamiento	Meta	95%
Medida	%	Advertencia	<=85%
Calculo	$\frac{\text{Promedio sumatoria} \times 100}{5}$		

Fuente: Autor.

Tabla 15

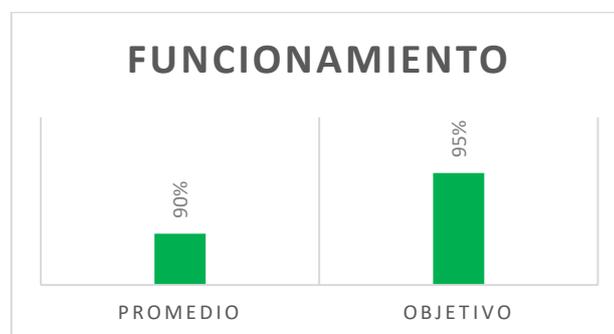
Resultados KPI 2

Indicador	Funcionamiento
Valor promedio /5 – Porcentual %	4,48 – 90%
KPI	

Fuente: Autor.

Figura 19

Resultados KPI 2



Fuente: Autor.

- **Interpretación.**

Según la tabla 15, donde se muestran los resultados del KPI para este indicador se muestra que está dentro del rango permisible.

- **Medidas.**

Según la figura 19, aunque el KPI demuestra que se puede aceptar los porcentajes de funcionamiento se debe mejorar la constitución del prototipo base hasta llegar al objetivo.

Tabla 16

Prueba KPI 3

KPI	Portabilidad	Meta	95%
Medida	%	Advertencia	<=90%
Calculo	$\frac{\text{Promedio sumatoria} \times 100}{5}$		

Fuente: Autor.

Tabla 17

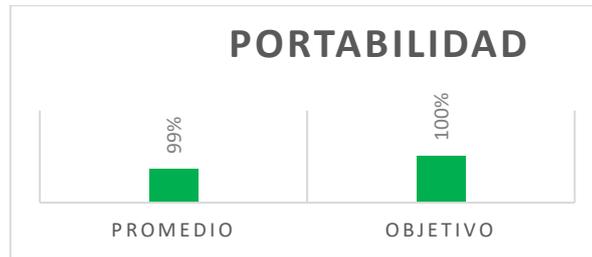
Resultados KPI 3

Indicador	Funcionamiento
Valor promedio /5 – Porcentual %	4,93 – 99%
KPI	

Fuente: Autor.

Figura 20

Resultados KPI 3



Fuente: Autor.

- **Interpretación.**

La tabla 17, refleja los que este indicador cumple con altos niveles de aceptación.

- **Medidas.**

La figura 20, muestra que no aplica al modelo el indicador está por sobre el valor objetivo.

Tabla 18

Balance general KPI's

INDICADOR	PROMEDIO	OBJETIVO
P. General	● 90%	● 95%

Fuente: Autor.

Según la tabla 18, el balance general del promedio de KPI's nos lleva a concluir que el prototipo mini laboratorio de física para análisis de cinemática está dentro de los parámetros adecuados para su validación, así como también se aprecia que hay indicadores donde se podría optimizar los rangos de aplicación para proyectar un mejor alcance en los objetivos delimitados.

Tabla 19

Ponderación general

INDICADOR	PROMEDIO %
-----------	------------

P. General KPI's	90
Encuesta	96

Fuente: Autor.

De la tabla 19 se puede apreciar que los porcentajes generales son del 90% hacia arriba, lo que conduce a validar la viabilidad del prototipo prospectando que se podría optimizar ciertos indicadores, cabe recalcar que es un prototipo experimental en vías de desarrollo.

Para la valoración se optó por la implementación de Key Performance Indicators (KPI) de sus siglas en inglés, se determinó las capacidades del prototipo con indicadores específicos que demuestran la operatividad, funcionalidad y portabilidad del equipo mostrando una evaluación con ponderación general del 90 % de cumplimiento dentro de rangos objetivo planteados en los KPI's, llegando a concluir que es viable; tomando en cuenta que, el lineamiento de precisión está con semáforo rojo o crítico, donde se pudiere rectificar este indicador mediante calibración de sensores y mejor calidad de iluminación del ambiente en el área de ejecución de prácticas de laboratorio pudiendo llegar a alcanzar valores aceptables en el KPI en relación a las variables calculadas de forma teórica. Con relación a la funcionalidad se evidencia que los valores porcentuales están dentro de los límites de aplicación con una media del 90 % dentro de los rangos y señalización verde, pero también se podría llegar a la meta propuesta mediante cambios en el material de construcción y un servidor de paga que garantice la velocidad de transmisión de datos. En cuanto a la portabilidad se aprecia que supera la meta con una media de 99 %, siendo este identificador el que más resalta, evidentemente por sus minúsculas dimensiones de construcción y gracias a la integración electrónica de vanguardia existente en el mercado tecnológico.

4.1.6. Encuesta nivel de satisfacción

Se recolectaron datos de 104 estudiantes de entre 14 a 18 que están cursando el bachillerato en la Unidad Educativa Puruha y Colegio de Música Rodrigo Barreno Cobo (Parroquia Quimiag); a los cuales se les formuló 3 preguntas relacionadas con el nivel de satisfacción obtuvieron al usar el dispositivo prototipo del mini laboratorio de física. Obteniendo los siguientes resultados (**Anexo 2**).

Figura 19

Porcentaje de selección nivel de satisfacción



Fuente: Autor.

4.1.7. Estadísticos descriptivos encuesta nivel de satisfacción

Tal como se observa en la tabla 20 los resultados obtenidos en el análisis estadístico realizado en una población de 104 estudiantes de bachillerato, mediante software de análisis estadístico complementario de office excel.

Tabla 20

Estadísticos descriptivos encuestas

SATISFACTORIO		NO SATISFACTORIO	
Media	2,875	Media	0,125
Error típico	0,03533553	Error típico	0,03533553
Mediana	3	Mediana	0
Moda	3	Moda	0
Desviación estándar	0,36035312	Desviación estándar	0,36035312
Varianza de la muestra	0,12985437	Varianza de la muestra	0,12985437
Curtosis	8,40279148	Curtosis	8,40279148
Coefficiente de asimetría	-2,91541044	Coefficiente de asimetría	2,91541044
Rango	2	Rango	2
Mínimo	1	Mínimo	0
Máximo	3	Máximo	2
Suma	299	Suma	13
Cuenta	104	Cuenta	104

Fuente: Autor.

4.1.8. Resultados y discusión encuesta de satisfacción.

Prueba de hipótesis

- **SATISFACCIÓN USUARIOS**

Ho= Con una significancia del 5% se puede afirmar que el nivel de satisfacción

“satisfactorio” de los usuarios alcanzado (NS) es menor o igual al nivel de satisfacción “no satisfactorio” (NNS). Ho: $NS \leq NNS$.

H1= Con una significancia del 5% se puede afirmar que el nivel de satisfacción

“satisfactorio” de los usuarios alcanzado (NS) es mayor al nivel de satisfacción “no satisfactorio” (NNS). H1: $NS > NNS$.

Tabla 21*Datos estadísticos nivel de satisfacción*

NIVEL SATISFACCIÓN	Media (\bar{x})	Desviación estándar (S)	Muestra(n) (Población)
SATISFACTORIO	2,875	0,36	104
NO SATISFACTORIO	0,125	0,36	104

Fuente: Autor.

Significancia del 5% por lo tanto $Z_c=1,64$.

$$Z_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n} + \frac{s_2^2}{n}}}$$

$$Z_p = \frac{2,875 - 0,125}{\sqrt{\frac{0,36^2}{104} + \frac{0,36^2}{104}}}$$

$$Z_p = 55,08$$

Como $Z_p= 55,08$ se encuentra en la región a la derecha del valor crítico $Z_c=1,64$. ($Z_p > Z_c$), con el nivel de significancia 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula $H_0: NS \leq NNS$ y se acepta la hipótesis alternativa $H_1: NS > NNS$.

4.1.6. Análisis de los resultados

La razón por la cual se implementó el prototipo de mini laboratorio de física con acceso remoto mediante una interfaz amigable con el usuario pudiendo acceder de forma remota, la base de datos muestra las variables físicas de distancia, tiempo y velocidad (**Anexo 3**), mediante la realización de una práctica de laboratorio con estudiantes de bachillerato donde se usó el dispositivo prototipo en el desarrollo de la mismas comprobando la eficiencia y buen funcionamiento del dispositivo; se realizó una encuesta con una de satisfacción en el uso del dispositivo a los estudiantes que lo usaron obteniendo un 95,83% de selección para

la opción satisfactorio frente a un 4,16 % para la opción de no satisfactorio, también mediante el cálculo del error relativo porcentual de una comparativa de resultados obtenidos en la resolución de la práctica de laboratorio obteniendo resultados inferiores a 5% ; finalmente se realizó la validación estadística de los datos obtenido en la encuesta realizando una prueba de hipótesis nula con resultado de $Z_p = 55,08$ y $Z_c = 1,64$ ($Z_p > Z_c$) validando los datos de la encuesta realizada obteniendo una enorme ventaja para la opción de SATISFACTORIO en el uso del dispositivo prototipo, se obtuvieron resultados positivos en el aprendizaje en la cátedra de física mejorando el aprendizaje y pudiendo brindar la posibilidad del uso de tecnología desarrollada de forma local y llegando a zonas remotas donde la capacidad de adquirir un laboratorio es casi nula.

Del análisis estadístico descriptivo por medio de una encuesta realizada a estudiantes de bachillerato de entre 14 a 18 años de nivel superior sobre el nivel de satisfacción al usar dicho prototipo en la resolución de una práctica de laboratorio de física, encontrando niveles estadísticos que elevan el proyecto de investigación notando como los usuarios convergen en total acreditación del prototipo en cuestión. Esto para cumplir correctamente los objetivos propuestos del proyecto investigativo.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1.1. Conclusiones

- El desarrollo e implementación de un mini laboratorio como método complementario de enseñanza postula una gran opción para mejorar el proceso de aprendizaje en estudiantes de todo nivel académico. Esto permitirá que, mediante el empleo de este prototipo (mini laboratorio), los docentes y estudiantes puedan innovar los procesos de estudio y análisis, además que, apertura el uso de tecnología generada de forma local para el entorno actual.
- El mini laboratorio de física para el análisis de cinemática con acceso remoto está integrado por dispositivos electrónicos, sensores de distancia y actuadores. Este sistema genera una base de datos (MySQL) de las variables físicas como distancia, tiempo y velocidad mediante un servidor PHP con una interfaz gráfica (página web) para la conexión desde un dispositivo remoto, cumpliendo con todos los objetivos propuestos en el presente proyecto de investigación.
- Mediante la realización de una práctica de laboratorio usando los dos métodos (método teórico y usando el sistema prototipo del mini laboratorio de física), se realizó una encuesta del nivel de satisfacción en estudiantes de secundaria a nivel superior que muestra la aceptación del método propuesto para estudio en este caso de cinemática. Finalmente, con análisis estadístico y una prueba de hipótesis de los de datos obtenidos (tiempo y distancia) se determinó que el nivel "SATISFACTORIO" fue totalmente superior que el "NO SATISFACTORIO".

5.1.2. Recomendaciones

- La principal recomendación implica en la réplica del método, es decir, generar más mini laboratorios aplicados a diferentes campos para mejorar la infraestructura educativa sobre todo en zonas de difícil acceso a tecnología para la educación de vanguardia con fines de mejorar la calidad de educación y aprendizaje.
- Se recomienda también la socialización a los docentes y estudiantes sobre la microelectrónica disponible en el mercado para, mediante su integración ser generadores de prototipos acorde a las necesidades actuales y globales del sistema educativo, así como también el mejoramiento del prototipo.

6. BIBLIOGRAFÍA

Antonio Benites, J. M. (2015). Diseño y Construcción de un Módulo Didáctico para la Comprobación del Movimiento Rectilíneo uniformemente Variado y Plano Inclinado. Guayaquil, Ecuador.

Arduino. (2021). SOFTWARE. Obtenido de <https://www.Arduino.cc/en/software>

Cardosa, D. G. (02 de Octubre de 2020). Observatorio de Innovación Educativa. Obtenido de Tecnológico de Monterrey.

Carlos Calderon, P. I. (2019). Desarrollo e implementación de un entorno virtual y laboratorio remoto para el aprendizaje de la cátedra de teoría electromagnética. Riobamba, Ecuador.

Chasallet, S. (2016). Python 3 Los fundamentos del Lenguaje. España: ENI Ediciones.

Edinburgh, N. C. (2019). Arduino Applied: Comprehensive Projects for Everyday Electronics. New York, NY: Apress.

Francis, T. &. (2018). A Hands-On Course in Sensors Using the Arduino and Raspberry Pi. Broken Sound Parkway NW: CRC Press.

Giancoki., D. (2006). FÍSICA. Principios con aplicaciones. Volumen 1. México: PEARSON EDUCACIÓN.

HETPRO. (2021). Microcos. Obtenido de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/category/microcontroladores/>

Isidro Calvo, E. Z. (2012). Laboratorios Remotos y Virtuales en Enseñanzas Técnicas y Científicas. Bogota, Colombia.

Javed, A. (2016). Building Arduino Projects for the Internet of Things: Experiments with Real-World Applications. Lake Zurich, Illinois, USA: press.

Javier Vargas, J. C. (2020). Laboratorios Remotos e IOT una oportunidad para la formación en ciencias e ingeniería en tiempos del COVID-19: Caso de Estudio en Ingeniería de Control. Espacios, 188-193.

Jody Culkin, E. H. (2017). Learn Electronics An Illustrated Beginner's. San Francisco USA: Maker Media.

Loza, J. ALGORITMO DE ACCESO AL MEDIO EN CAPA APLICACIÓN PARA TECNOLOGÍA SENSOR NODE DEVICE (MOTE), APLICADO A ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN RF, ZIGBEE, WIFI Y BLUETOOTH[Tesis Ingeniería, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional.

Mayta, V. (04 de Abril de 2017). Protocolos IoT. Obtenido de APRENDIENDO ARDUINO MQTT.

Musa, R. Z. (2010). Laboratorios Remotos, Análisis, Características y Sus Desarrollos. Revista Inge-CUC, 1-6.

Olmedo, S. (2012). MANUAL DE CINEMÁTICA Y DINÁMICA. Cuenca: Universitaria Abya-Yala.

Palacios, A. (2015). DISPOSITIVO DIDÁCTICO PARA LABORATORIO DE CINEMÁTICA. Bogotá D.C, Coombia.

Pérez R, R. F. (2017). Evaluación de la calidad del agua en un humedal de agua salada del Caribe. Revista INGENIERÍA UC, 417-427.

Raymond A. Serway, J. W. (2019). Física para ciencias e ingeniería Décima edición. Ciudad de México: Cengage.

Revuelta, M. (2016). Laboratorio Remoto en un Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje. Buenos Aires, Argentina.

Serna Ruíz Antonio, R. G. (2010). Guía Práctica de Sensores. España: Creaciones Copyright.

William Mancera, C. M. (2017). Plano Inclinado con dos sensores para la enseñanza del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Revista ESPACIOS, 1-8.

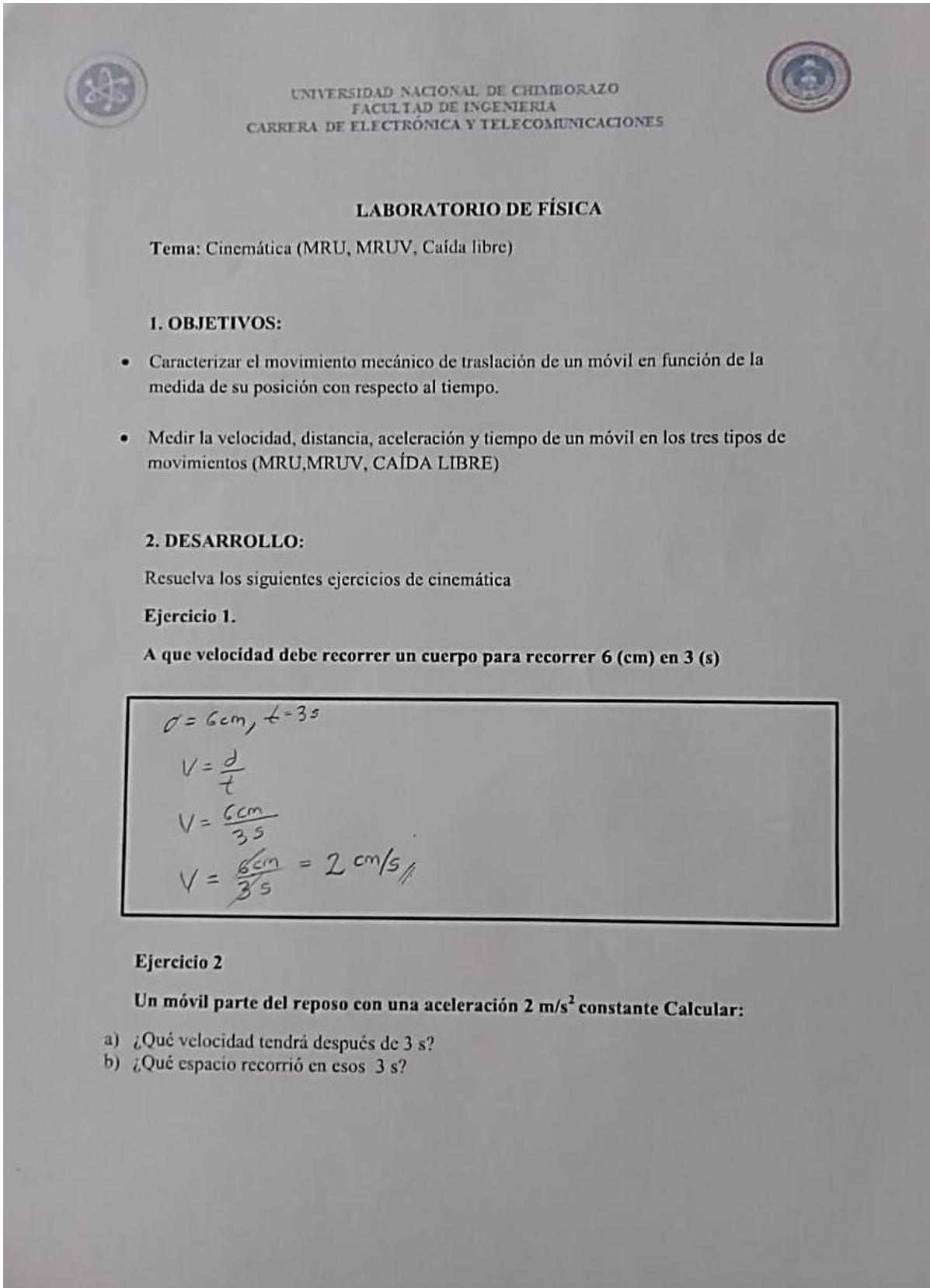
Wolfram, S. (2015). An Elementary Introduction to the Wolfram Language. Manitoba, Canada: Friesen.

Xataka. (2019). Ordenadores. Recuperado el 2019, de <https://www.xataka.com/ordenadores/Raspberry-pi-4-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones>

Yeimmy Londoño, J. A. (2017). DISEÑO, CONSTRUCCION E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO EN EL LABORATORIO. momento, 59-72.

ANEXOS

Anexo 1. Guía de práctica de laboratorio Física y encuesta nivel satisfacción



The image shows a laboratory guide for Kinematics. At the top, it features the logos of the Universidad Nacional de Chimborazo and the Facultad de Ingeniería, Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones. The title is 'LABORATORIO DE FÍSICA' and the topic is 'Cinemática (MRU, MRUV, Caída libre)'. The objectives are to characterize mechanical motion and measure velocity, distance, acceleration, and time. The development section includes two exercises. Exercise 1 asks for the velocity of a body that travels 6 cm in 3 seconds, with a handwritten solution showing the calculation $V = \frac{6\text{ cm}}{3\text{ s}} = 2\text{ cm/s}$. Exercise 2 asks for the velocity and distance of a body starting from rest with a constant acceleration of 2 m/s^2 after 3 seconds.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

LABORATORIO DE FÍSICA

Tema: Cinemática (MRU, MRUV, Caída libre)

1. OBJETIVOS:

- Caracterizar el movimiento mecánico de traslación de un móvil en función de la medida de su posición con respecto al tiempo.
- Medir la velocidad, distancia, aceleración y tiempo de un móvil en los tres tipos de movimientos (MRU, MRUV, CAÍDA LIBRE)

2. DESARROLLO:

Resuelva los siguientes ejercicios de cinemática

Ejercicio 1.

A que velocidad debe recorrer un cuerpo para recorrer 6 (cm) en 3 (s)

$$d = 6\text{ cm}, t = 3\text{ s}$$
$$V = \frac{d}{t}$$
$$V = \frac{6\text{ cm}}{3\text{ s}}$$
$$V = \frac{6\text{ cm}}{3\text{ s}} = 2\text{ cm/s}$$

Ejercicio 2

Un móvil parte del reposo con una aceleración 2 m/s^2 constante Calcular:

- ¿Qué velocidad tendrá después de 3 s?
- ¿Qué espacio recorrió en esos 3 s?



$$V_0 = 0$$
$$a = 3 \text{ cm/s}^2$$
$$t = 3 \text{ s}$$

$$V_f = V_0 + at$$

$$V_f = 3 \text{ cm/s}^2 \cdot 3 \text{ seg}$$

$$V_f = 9 \text{ cm/s}$$

$$X = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$X = \frac{3 \text{ cm/s}^2 \times 4 \text{ seg}}{2}$$

$$X = 6 \text{ cm.}$$

Ejercicio 3

Se deja caer una esfera desde una altura de 7,5 cm Calcular:

- El tiempo que demora en caer
- La velocidad con la que llega al suelo

$$h = 7,5 \text{ cm} \rightarrow h = 0,075 \text{ m}$$
$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = V_0 \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2(0,075 \text{ m})}{9,8 \text{ m/s}^2}}$$

$$t = 0,123 \text{ seg}$$

$$V_f = V_0 + gt$$

$$V_f = (9,8 \text{ m/s}^2)(0,123 \text{ s})$$

$$V_f = 1,205 \text{ m/s}$$



3. COMPARATIVA DE RESULTADOS OBTENIDOS

EJERCICIO M.R.U

	Distancia	Tiempo	Velocidad
VALORES TEÓRICOS	6 cm	3 seg	2 cm/s
VALORES MINI LABORATORIO	6 cm	3 seg	2 cm/s

EJERCICIO M.R.U.V

	Distancia	Tiempo	Velocidad
VALORES TEÓRICOS	6 cm	3 seg	9 cm/s
VALORES MINI LABORATORIO	6 cm	3 seg	8,8 cm/s

EJERCICIO CAÍDA LIBRE

	Distancia	Tiempo	Velocidad
VALORES TEÓRICOS	7,5 cm	0,123 seg	1,205 m/s
VALORES MINI LABORATORIO	7,5 cm	0,119 seg	1,180 m/s

4. CALCULARA EL ERRO RELATIVO PORCENTUAL PARA CADA MOVIMIENTO MEDIANTE LA SIGUIENTE FÓRMULA.

EJERCICIO M.R.U

Velocidad

$$Er = \frac{\text{Valor real} - V \text{ exp}}{\text{Valor real}} \times 100$$

$$Er = \frac{2 - 2}{2} \times 100$$

$$Er = 0\%$$



EJERCICIO M.R.U.V

Velocidad, Distancia

$$Er = \frac{\text{Valor real} - V \text{ exp}}{\text{Valor real}} \times 100$$

$$\begin{aligned} Er_v &= \frac{9 - 8,8}{9} \times 100 \\ Er_v &= 2,2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Er_d &= \frac{6 - 6}{6} \times 100 \\ Er_d &= 0\% \end{aligned}$$

EJERCICIO CAÍDA LIBRE

Velocidad final, Tiempo

$$Er = \frac{\text{Valor real} - V \text{ exp}}{\text{Valor real}} \times 100$$

$$\begin{aligned} Er_v &= \frac{1,205 - 1,180}{1,205} \times 100 \\ Er_v &= 2,074 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Er_t &= \frac{0,123 - 0,119}{0,123} \times 100 \\ Er_t &= 3,25\% \end{aligned}$$

5. CONCLUSIONES:

ENCUESTA NIVEL DE SATISFACCIÓN

Marque con una X en los casilleros:

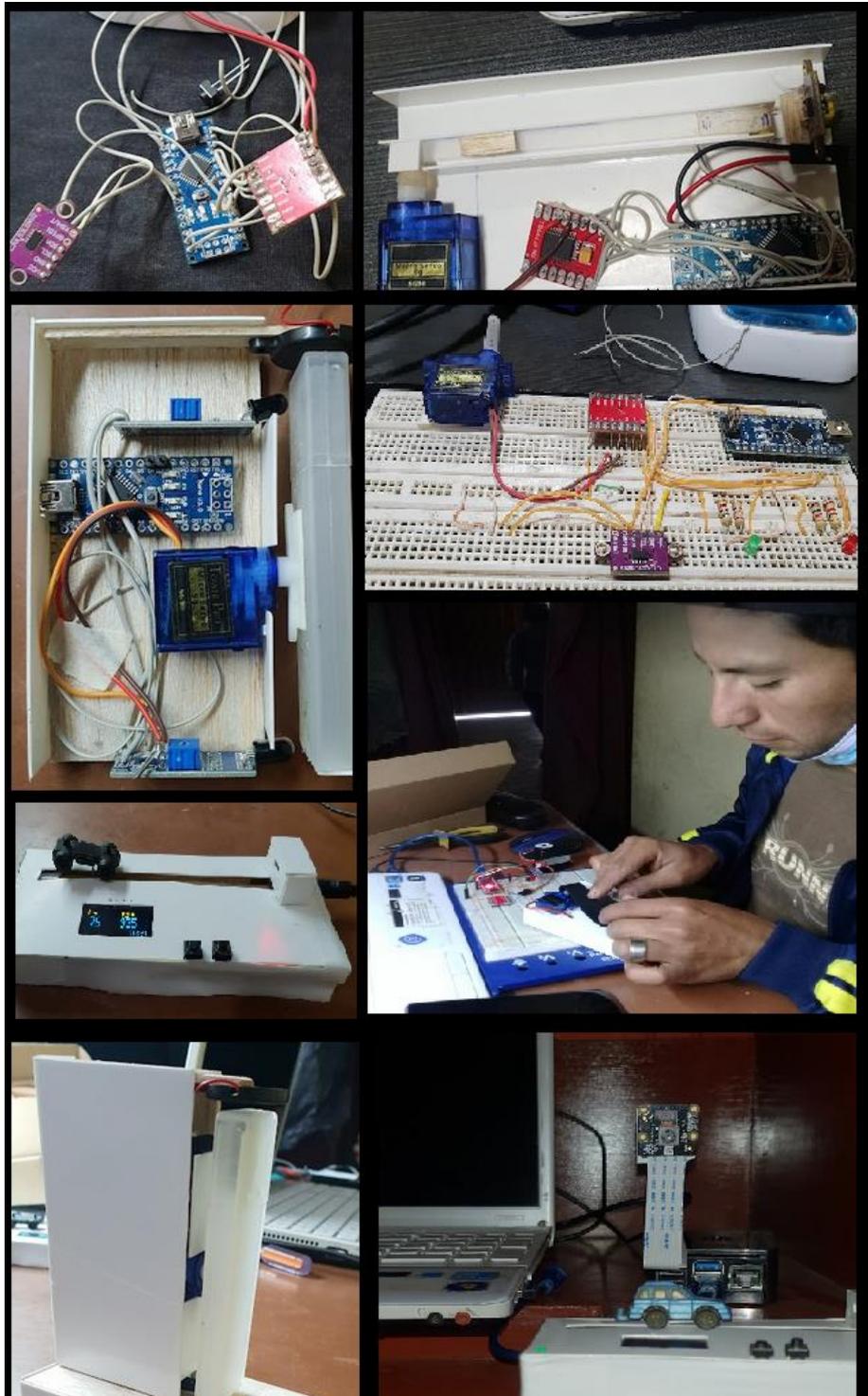
	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO
¿CONSIDERA SATISFACTORIO QUE EN LA REALIZACIÓN DE ESTA PRÁCTICA DE CINEMÁTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MINI MÓDULO M.R.U SE FACILITÓ EL DESARROLLO DE LA MISMA Y SI MEJORÓ SUSTANCIALMENTE EL APRENDIZAJE DEL FENÓMENO FÍSICO ANALIZADO?	X	
¿CONSIDERA SATISFACTORIO QUE EN LA REALIZACIÓN DE ESTA PRÁCTICA DE CINEMÁTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MINI MÓDULO M.R.U.V SE FACILITÓ EL DESARROLLO DE LA MISMA Y SI MEJORÓ SUSTANCIALMENTE EL APRENDIZAJE DEL FENÓMENO FÍSICO ANALIZADO?	X	
¿CONSIDERA SATISFACTORIO QUE EN LA REALIZACIÓN DE ESTA PRÁCTICA DE CINEMÁTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MINI MÓDULO CAÍDA LIBRE SE FACILITÓ EL DESARROLLO DE LA MISMA Y SI MEJORÓ SUSTANCIALMENTE EL APRENDIZAJE DEL FENÓMENO FÍSICO ANALIZADO?	X	

Anexo 2.

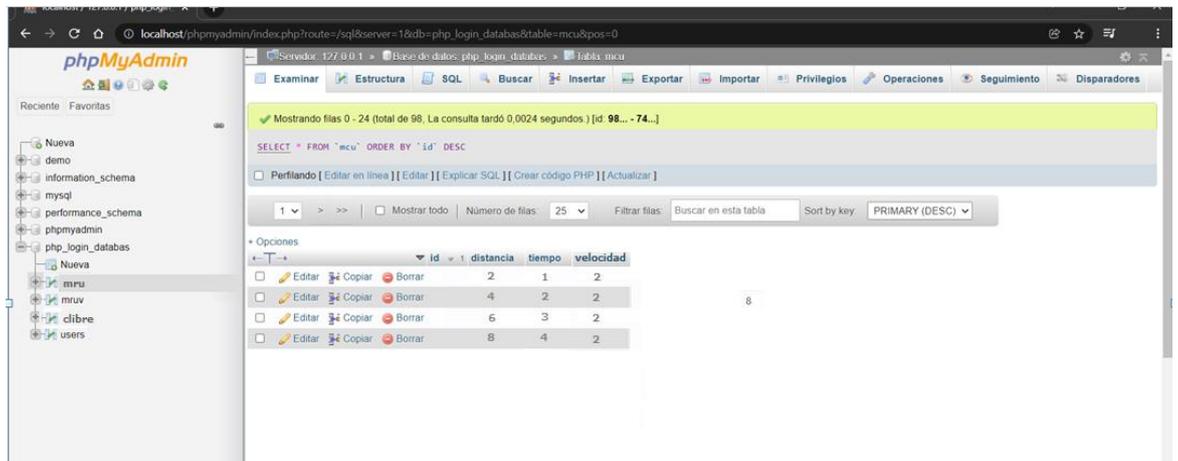
Resultados encuestas nivel de satisfacción

ESTUDIANTES	¿CONSIDERA SATISFACTORIO QUE EN LA REALIZACIÓN DE ESTA PRÁCTICA DE CINEMÁTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MINI MÓDULO M.R.U SE FACILITÓ EL DESARROLLO DE LA MISMA Y SI MEJORÓ SUSTANCIALMENTE EL APRENDIZAJE DEL FENÓMENO FÍSICO ANALIZADO?		¿CONSIDERA SATISFACTORIO QUE EN LA REALIZACIÓN DE ESTA PRÁCTICA DE CINEMÁTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MINI MÓDULO M.R.U.V SE FACILITÓ EL DESARROLLO DE LA MISMA Y SI MEJORÓ SUSTANCIALMENTE EL APRENDIZAJE DEL FENÓMENO FÍSICO ANALIZADO?		¿CONSIDERA SATISFACTORIO QUE EN LA REALIZACIÓN DE ESTA PRÁCTICA DE CINEMÁTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MINI MÓDULO CAÍDA LIBRE SE FACILITÓ EL DESARROLLO DE LA MISMA Y SI MEJORÓ SUSTANCIALMENTE EL APRENDIZAJE DEL FENÓMENO FÍSICO ANALIZADO?	
	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO
1	X		X		X	
2	X		X		X	
3	X		X		X	
4	X		X		X	
5	X		X		X	
6	X		X		X	
7	X		X		X	
8	X		X		X	
9	X		X		X	
10	X		X		X	
11	X		X		X	
12	X		X		X	
13	X		X		X	
14	X		X		X	
15	X			X	X	
16	X		X		X	
17		X	X		X	
18	X		X		X	
19	X		X		X	
20	X		X		X	
21	X		X		X	
22	X		X		X	
23	X		X		X	
24	X		X		X	
25	X		X		X	
26	X		X		X	
27	X		X		X	
28	X		X		X	
29		X		X	X	
30	X		X		X	
31	X		X		X	
32	X		X		X	
33	X		X		X	
34	X		X		X	
35	X		X		X	
36	X		X		X	
37	X		X		X	
38	X		X		X	
39	X		X		X	
40	X		X		X	
41	X	X	X		X	
42	X		X		X	
43	X		X		X	
44	X		X		X	
45	X		X		X	
46		X	X		X	
47	X		X		X	
48	X		X		X	
49	X		X		X	
50	X		X		X	
51	X		X		X	
52	X		X		X	
53		X	X		X	
54		X	X		X	
55	X	X	X		X	
56	X		X		X	
57	X		X		X	
58	X		X		X	
59	X		X		X	
60	X			X	X	
61	X		X		X	
62	X		X		X	
63	X		X		X	
64	X		X		X	
65	X		X		X	
66	X		X		X	
67	X		X		X	
68		X	X			X
69	X		X		X	
70	X		X		X	
71	X		X		X	
72	X		X		X	
73	X		X		X	
74	X		X		X	
75	X		X		X	
76	X		X		X	
77	X		X		X	
78	X		X		X	
79	X		X		X	
80	X		X		X	
81	X		X		X	
82	X		X		X	
83	X		X		X	
84	X		X		X	
85	X		X		X	
86	X		X		X	
87	X		X		X	
88		X	X		X	
89	X		X		X	
90	X		X		X	
91	X		X		X	
92	X		X		X	
93	X		X		X	
94	X		X		X	
95	X		X		X	
96		X	X		X	
97	X		X		X	
98	X		X		X	
99	X		X		X	
100	X		X		X	
101	X		X		X	
102	X		X		X	
103	X		X		X	
104	X		X		X	

Anexo 3. Desarrollo del proyecto

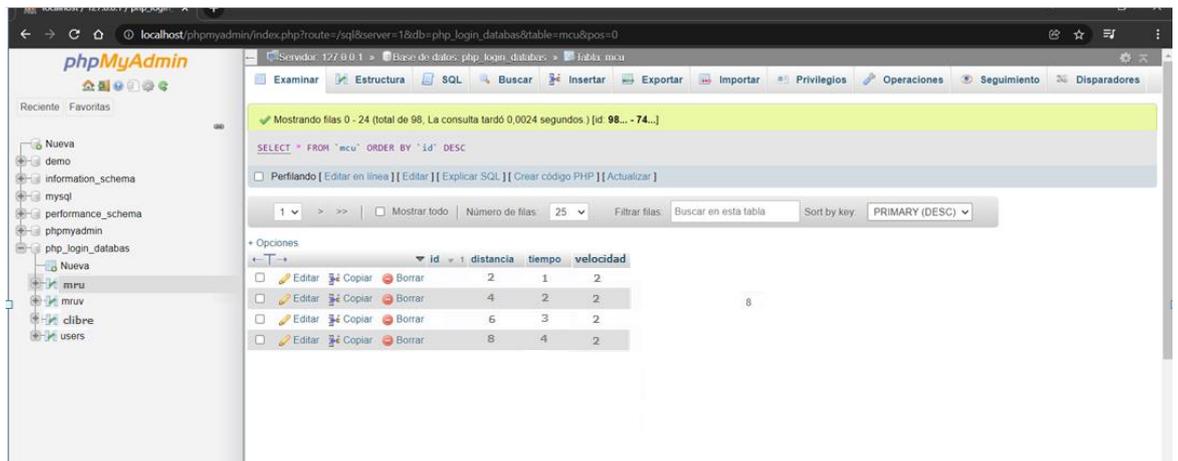


Anexo 4. Base de datos



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database. The left sidebar displays a tree view of databases and tables, with 'php_login_databases' selected. The main area shows the 'tbl_mcu' table structure and data. The SQL query is 'SELECT * FROM `tbl_mcu` ORDER BY `id` DESC'. The table has 24 rows, with the first four rows visible. The columns are 'id', 'distancia', 'tiempo', and 'velocidad'.

id	distancia	tiempo	velocidad
2	1	2	
4	2	2	
6	3	2	8
8	4	2	



This screenshot is identical to the one above, showing the phpMyAdmin interface for the 'tbl_mcu' table. The SQL query is 'SELECT * FROM `tbl_mcu` ORDER BY `id` DESC'. The table has 24 rows, with the first four rows visible. The columns are 'id', 'distancia', 'tiempo', and 'velocidad'.

id	distancia	tiempo	velocidad
2	1	2	
4	2	2	
6	3	2	8
8	4	2	

Anexo 5. Instalación y configuración PhpMySql en Raspberry Pi.

- Comenzamos editando el fichero /etc/dhcpd.conf y el ingreso de la IP_estática.

Figura 19

Comando para editar fichero dhcpd.conf

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo nano /etc/dhcpd.conf
```

Fuente: Autor.

- Obteniendo el código para poner la ip estática

Figura 20

Código IP estática.

```
interface eth0
static ip_address=192.168.1.51/24
static routers=192.168.1.1
static domain_name_servers=192.168.1.1
```

Fuente: Autor

Dónde:

static routers: Dirección del gateway (del router)

static domain_name_servers: Dirección del servidor DND (normalmente la del router).

Interface: Nombre de la interface que queremos configurar

static ip_address: Dirección fija que queremos.

- Reiniciamos la Raspberry Pi mediante el comando sudo reboot

Figura 21

Reiniciar Raspberry Pi.

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo nano /etc/dhcpd.conf
pi@raspberrypi:~ $ sudo reboot
```

Fuente: Autor.

- Posteriormente instalamos Apache2 mediante el comando `sudo apt install apache2 -y`.

Figura 22

Instalación Apache2.

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt install apache2 -y
```

Fuente: Autores

- Cambiamos directorio

Figura 23

Cambiar de directorio

```
pi@raspberrypi:~ $ cd /var/www/html
```

Fuente: Autor.

- Instalamos php en la Raspberry pi y reiniciamos el servidor Apache2.

Figura 24

Instalación PHP

```
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo apt install php -y
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo service apache2 restart
```

Fuente: Autor

- Instalamos MySQL (MariaDB Server), mediante la instalación segura

Figura 25

Código de aseguración de instalación.

```
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo mysql_secure_installation
```

Fuente: Autor.

- Ingresamos la contraseña actual para root o se puede conservar la misma que viene por defecto y otras configuraciones como usuarios anónimos, inicio de sesión de forma remota y base datos.

Figura 26

Finalización de instalación

```
- Removing privileges on test database...  
... Success!  
  
Reloading the privilege tables will ensure that all changes made so  
will take effect immediately.  
  
Reload privilege tables now? [Y/n] y  
... Success!  
  
Cleaning up...  
  
All done! If you've completed all of the above steps, your MariaDB  
installation should now be secure.  
  
Thanks for using MariaDB!  
pi@raspberrypi:/var/www/html $ █
```

Fuente: Autor.

- Creamos el nuevo usuario admin y contraseña e instalamos phpMyAdmin

Figura 27

Creación de usuario

```
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo mysql --user=root --password
> create user admin@localhost identified by 'your_password';
> grant all privileges on *.* to admin@localhost;
> FLUSH PRIVILEGES;
> exit;

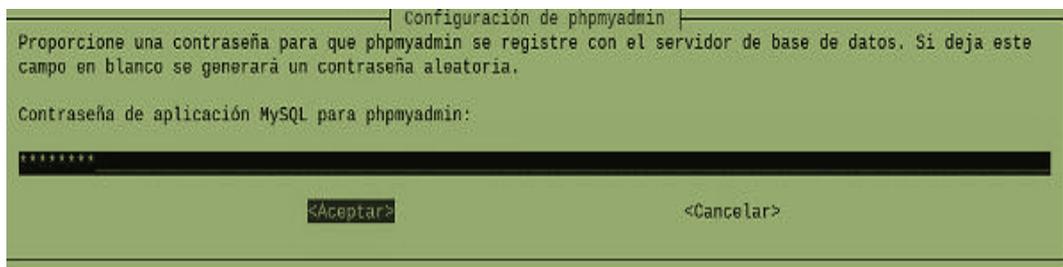
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo apt install phpmyadmin -y
```

Fuente: Autor.

- Configuramos phpmyadmin y contraseña base de datos MySQL, escribimos la contraseña y presionamos Aceptar

Figura 28

Configuración phpadmin y contraseña MySQL



Configuración de phpmyadmin

Proporcione una contraseña para que phpmyadmin se registre con el servidor de base de datos. Si deja este campo en blanco se generará un contraseña aleatoria.

Contraseña de aplicación MySQL para phpmyadmin:

<Aceptar> <Cancelar>

Fuente: Autor.

- Habilitamos la extensión PHP MySQLi y reiniciamos Apache2.

Figura 29

Extensión PHP MySQLi

```
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo phpenmod mysqli
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo service apache2 restart
```

Fuente: Autor.

- Cambiamos los permisos de la carpeta html.

Figura 30

Cambios permisos html

```
pi@raspberrypi:~$ ls -lh /var/www/
total 4,0K
drwxr-xr-x 2 root root 4,0K abr 16 23:48 html
pi@raspberrypi:~$ sudo chown -R pi:www-data /var/www/html/
pi@raspberrypi:~$ sudo chmod -R 770 /var/www/html/
pi@raspberrypi:~$ ls -lh /var/www/
total 4,0K
drwxrwx--- 2 pi www-data 4,0K abr 16 23:48 html
```

Fuente: Autor.

- Finalmente se carga la página web y se ve la interfaz web php MyAdmin, para posteriormente ser configurada y crear la interfaz de acuerdo a las necesidades del usuario.

Figura 31

Página web e interfaz web phpMyAdmin



Fuente: Autor.

Anexo 6. Código Arduino IDE

```
**** MRU ****

#include <Wire.h>
#include "Adafruit_VL53L0X.h"
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

Adafruit_SSD1306 display = Adafruit_SSD1306();

Adafruit_VL53L0X lox = Adafruit_VL53L0X();

#if (SSD1306_LCDHEIGHT != 32)
#error("Height incorrect, please fix Adafruit_SSD1306.h!");
#endif

unsigned long milisegundos = 0;

//boton1
const int pinMotor=4;
const int pinBoton=5;
int estado;
int encender=0;
int anterior=0;

//Boton2
const int pinMotor2=11;
const int pinBoton2=12;
int estado2;
int encender2=0;
int anterior2=0;

//tb6612
int ADN1=8;
int ADN2=9;
int STBY=10;
int PWMA=3; // enable pin 1
//on
int onn=13;

void setup()
{
  pinMode(onn,OUTPUT);
  //boton1
  pinMode(pinBoton,INPUT);
  pinMode(pinMotor,OUTPUT);
```

```

pinMode(pinMotor2, OUTPUT);

Serial.begin(9600);

display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); // initialize with the I2C
addr 0x3C (for the 128x32)
// init done
display.display();
delay(1000);

Wire.begin();

if(!I2x.begin()) {
  Serial.println(F("Failed to boot VL53L0X"));
  while(1);
}

void loop()
{
  digitalWrite(onn, HIGH);
  VL53L0X_RangingMeasurementData_t measure;
  int m=measure.RangeMilliMeter;
  estado =digitalRead(pinBoton);

  if(estado && anterior==0)
  {
    encender=1-encender;
    delay(30);
  }
  anterior=estado;
  if(encender)
  {
    boolean inPin1 = LOW;
    boolean inPin2 = HIGH;
    analogWrite(PWMA, 100);
    digitalWrite(STBY, HIGH);
    digitalWrite(pinMotor, HIGH);
    digitalWrite(AN1, HIGH);
    digitalWrite(AN2, LOW);
    digitalWrite(AN1, inPin1);
    digitalWrite(AN2, inPin2);
  }
  else
  {
    digitalWrite(pinMotor, LOW);
    digitalWrite(STBY, LOW);
  }
}

```

Activar Window
Ir a Configuración d

```

estado1 = digitalRead(pinBoton1);
if(estados1 && anterior1 == 0)
{
  encender1=1-encender1;
  delay(30);
}
anterior1=estado1;
if(encender1)
{
  boolean inPin1 = LOW; // creamos la variable booleana (solo puede ser
HIGH/LOW) inpin1
  boolean inPin2 = HIGH;
  analogWrite(PWMA, 150);
  digitalWrite(STBY, HIGH);
  digitalWrite(pinMotor2, HIGH);
  digitalWrite(AN1, LOW);
  digitalWrite(AN2, HIGH);
  digitalWrite(AN2, inPin1);
  digitalWrite(AN1, inPin2);
}
else
{
  digitalWrite(pinMotor2, LOW);
  //digitalWrite(STBY, LOW);
}
  if(m>100 || m<=45 )
  {
    digitalWrite(STBY, LOW);
  }

  lox_rangingTest(&measure, false); // pass in 'true' to get debug data printout!

  if (measure.RangeStatus != 4) { // phase failures have incorrect data

    Serial.print(" distancia = ");
    Serial.println(measure.RangeMilliMeter);

    // Serial.print(" tiempo = ");
    // Serial.println((millis()/1000));

    display.clearDisplay();
    display.setCursor(0,0);
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.print(" L = ");
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(5,8);
    display.print(measure.RangeMilliMeter);

    //display.clearDisplay();

```

```

display.setCursor(70,0);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("t(s)=");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(70,8);
display.print(millis()/1000);

//display.print("mm");
display.display();
Serial.println();
delay(50);
} else {
display.display();
display.clearDisplay();
return;
}
}

*****MRUV*****

#include <Wire.h>
#include "Adafruit_VL53L0X.h"
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

Adafruit_SSD1306 display = Adafruit_SSD1306();

Adafruit_VL53L0X lox = Adafruit_VL53L0X();

#if (SSD1306_LCDHEIGHT != 32)
#error("Height incorrect, please fix Adafruit_SSD1306.h!");
#endif

unsigned long milisegundos = 0;
//boton1
const int pinMotor=4;
const int pinBoton=5;
int estado;
int encender=0;
int anterior=0;

//Boton2
const int pinMotor2=11;
const int pinBoton2=12;
int estado2;
int encender2=0;
int anterior2=0;

```

Acti
Ir a C

```

//fb6612
int ADN1=8;
int ADN2=9;
int STBY=10;
int PWMA=3;// enable pin 1
int i;

void setup()
{
    //boton1
    pinMode(pinBoton,INPUT);
    pinMode(pinMotor,OUTPUT);

    //boton2
    pinMode(pinBoton2,INPUT);
    pinMode(pinMotor2,OUTPUT);

    Serial.begin(9600);

    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); // initialize with the I2C
addr 0x3C (for the 128x32)
    // init done
    display.display();
    delay(1000);

    Wire.begin();

    if(!I2C.begin()) {
        Serial.println(F("Failed to boot VL53L0X"));
        while(1);
    }
}

void loop()
{
    for (int i=0;i<250;i+=5){

        analogWrite(pinMotor,i);
        VL53L0X_RangingMeasurementData_t measure;
        int m=measure.RangeMilliMeter;
        estado =digitalRead(pinBoton);

        if(estado && anterior==0)

```

```

    {
    encender=1-encender;
    delay(30);
    }
    anterior=estado;
    if(encender)
    {

    boolean inPin1 = LOW;
    boolean inPin2 = HIGH;
    analogWrite(PWMA,1);
    digitalWrite(STBY,HIGH);
    digitalWrite(pinMotor,HIGH);
    digitalWrite(ADN1,HIGH);
    digitalWrite(ADN2,LOW);
    digitalWrite(ADN1,inPin1);
    digitalWrite(ADN2,inPin2);

    }
    else
    {
    digitalWrite(pinMotor,LOW);
    digitalWrite(STBY,LOW);
    }

    //Boton2
    estado2 =digitalRead(pinBoton2);
    if(estado2 && anterior2 ==0)
    {
    encender2=1-encender2;
    delay(30);
    }
    anterior2=estado2;
    if(encender2)
    {
    boolean inPin1 = LOW; // creamos la variable booleana (solo puede ser
HIGH LOW) inpin1
    boolean inPin2 = HIGH;
    analogWrite(PWMA,1);
    digitalWrite(STBY,HIGH);
    digitalWrite(pinMotor2,HIGH);
    digitalWrite(ADN1,LOW);
    digitalWrite(ADN2,HIGH);
    digitalWrite(ADN2,inPin1);
    digitalWrite(ADN1,inPin2);

    }
    else
    {
    digitalWrite(pinMotor2,LOW);

```

Activar
Ir a Config

```

//digitalWrite(STBY,LOW);
}
if(m>100 || m<=45 )
{
digitalWrite(STBY,LOW);
}

lox.rangingTest(&measure, false); // pass in 'true' to get debug data printout!

if(measure.RangeStatus != 4) { // phase failures have incorrect data

Serial.print("distancia = ");
Serial.println(measure.RangeMilliMeter);
display.clearDisplay();
display.setCursor(0,0);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("L =");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(5,8);
display.print(measure.RangeMilliMeter);

//display.clearDisplay();
display.setCursor(70,0);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("t(s)=");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(70,8);
display.print(millis()/1000);
//display.print("mm");
display.display();
Serial.println();
delay(50);
} else {
display.display();
display.clearDisplay();
return;
}
}

***** CAIDA LIBRE *****

#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_VL53L0X.h"
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

```

```

if(SSD1306_LCDHEIGHT != 32)
  #error("Height incorrect, please fix Adafruit_SSD1306.h");
#endif
Adafruit_SSD1306 display = Adafruit_SSD1306();
Servo motor1; // DECLARAR SERVO 1
int grados1 = 0;

int bobina=10;
const int led=3;
int inicio=12;
int fin=11;
unsigned long t1=0;
unsigned long t2=0;
unsigned long tt=0;
unsigned long g;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(inicio,INPUT);
  pinMode(fin,INPUT);
  motor1.attach(6);
  pinMode(led,OUTPUT);
  pinMode(bobina,OUTPUT);
}

void loop() {
  grados1 = 0;
  motor1.write(grados1);
  delay(1000);
  digitalWrite(bobina,HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(bobina,LOW);
  //sensors

  if(digitalRead(inicio)==LOW&&digitalRead(fin)==HIGH){
    t1=millis();
    delay(300);
    Serial.print("t inicial: ");
    Serial.println(t1/100);
  }
  if(digitalRead(fin)==LOW&&digitalRead(inicio)==HIGH){
    t2=millis();
    delay(300);
    Serial.print("t final: ");
    Serial.println(t2/100);
    tt=(t2-t1);
    Serial.print("t Total: ");
    Serial.println(tt);
  }
}

```

Activar Window
Ir a Configuración de

```

delay(5000);
digitalWrite(bobina,HIGH);
grados1 = 180;
motor1.write (grados1);
delay(2000);
grados1 = 0;
motor1.write (grados1);
display.clearDisplay();
display.setCursor(0,0);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("T1 =");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(5,8);
display.print(measure.RangeMilliMeter);
display.setCursor(70,0);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("t2=");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(70,8);
display.print("g" (g));
}

////PHP//

<?php

$servername = "localhost";

// REPLACE with your Database name
$dbname = "php_login_databas";
// REPLACE with Database user
$username = "root";
// REPLACE with Database user password
$password = "";

// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
// Check connection
if($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
} else {
    echo("¡¡¡");
}

echo "1";

//Seri_key= $sensor = $location = $value1 = $value2 = $value3 = "";

```

Anexo 7. Presupuesto

PRESUPUESTO MINI LABORATORIO DE FÍSICA PARA EL ANÁLISIS DE CINEMÁTICA CON ACCESO REMOTO				
DESCRIPCIÓN ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PRECIO	
Raspberry Pi 4b.	1		150	150
ESP 8266	2		30	60
Módulo cámara web para Raspb	1		50	50
Sensor de distancia VL53L0X.	2		20	40
Micromotor cc	2		20	40
Micro servo sg 90	2		20	40
Sensor IR FC51	2		30	60
Electroiman	2		30	60
Extras	1		300	300
			PRECIO TOTAL (USD.)	800