

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de:

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

TRABAJO DE TITULACIÓN

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL Y LABORATORIO
REMOTO PARA EL APRENDIZAJE DE LA CÁTEDRA DE TEORÍA
ELECTROMAGNÉTICA

Autores:

Carlos Rodolfo Calderón Ruiz
Pamela Jacqueline Inca Ortiz

Tutor:

Mgs. José Luis Jinez Tapia

Riobamba – Ecuador

Año 2019

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL Y LABORATORIO REMOTO PARA EL APRENDIZAJE DE LA CÁTEDRA DE TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA**, presentado por: **Carlos Rodolfo Calderón Ruiz y Pamela Jacqueline Inca Ortiz**, dirigida por **Mgs. José Luis Jinez Tapia**.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual consta el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firma

PhD. Leonardo Rentería

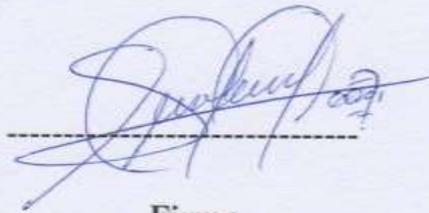
Presidente del Tribunal



Firma

Dr. César Palacios

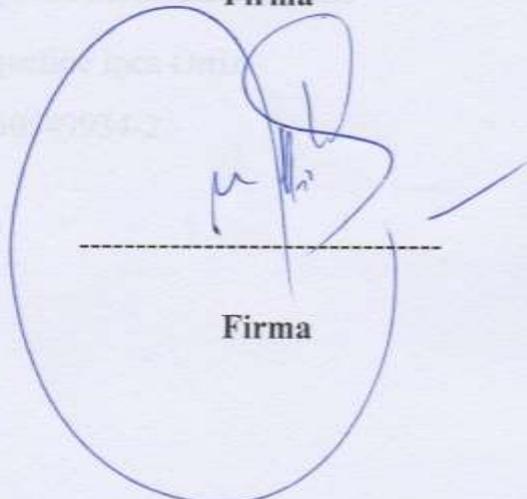
Miembro del Tribunal



Firma

Dr. Marlon Basantes

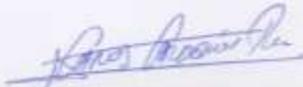
Miembro del tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación corresponde exclusivamente a **Carlos Rodolfo Calderón Ruiz, Pamela Jacqueline Inca Ortiz, Mgs. José Luis Jinez Tapia**; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Carlos Rodolfo Calderón Ruiz
C.I. 060403010-6



Pamela Jacqueline Inca Ortiz
C.I. 060549934-2

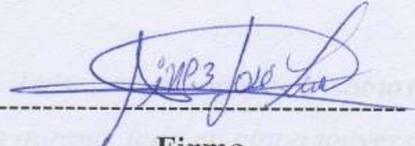
DEDICATORIA

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

En calidad de tutor del tema de investigación: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL Y LABORATORIO REMOTO PARA EL APRENDIZAJE DE LA CÁTEDRA DE TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA**, Realizado por el Sr. **Carlos Rodolfo Calderón Ruiz** y la Srta. **Pamela Jacqueline Inca Ortiz**, para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, considero que reúnen los requisitos y méritos suficientes para ser sustentada públicamente y evaluada por el jurado examinador que se designe.

Riobamba, 01 de Agosto de 2019

Mgs. José Luis Jinez Tapia
C.I 060289900-7
TUTOR


Firma

DEDICATORIA

*“Si no puedes volar entonces corre, sino puedes correr entonces camina, sino puedes caminar entonces arrástrate, pero sea lo que sea que hagas, sigue moviéndote hacia delante – **Martin Luthr King. Jr**”*

A Dios, a la Virgencita del Rosario de Agua Santa, por su infinita bondad, por guiar cada paso que doy en mi vida y sobre todo por brindarme el privilegio de tener a mis padres a mí lado.

A mi padre Ángel y María por el apoyo incondicional, el esfuerzo imparable que hicieron para ayudarme a culminar esta etapa de mí vida. Por ser quienes siempre me han guiado y me han formado como una persona de superación a pesar de las adversidades que se me han presentado en el transcurso del proceso de formación estudiantil me han enseñado a salir adelante.

A mi hermano Rodolfo que, aunque no pudo estar presente físicamente conmigo siempre lo tuve presente en mi corazón. A mis hermanas Mariana y Yessenia quienes siempre estuvieron conmigo apoyándome para salir adelante

A mi tío Luis por el apoyo y sabios consejos brindados durante toda mi etapa universitaria

Carlos

DEDICATORIA

*“Un triunfador es aquel que se levanta y busca las circunstancias que desea y si no las encuentra las fabrica- **George Bernard Shaw**”*

Este proyecto va dedicado principalmente a Dios por ser quien siempre me guía por el camino del bien, y por darme el privilegio de tener a mi familia junto a mi durante todo mi proceso estudiantil.

A mis padres Fausto G. Inca y Nancy M. Ortiz quienes han sido mi pilar fundamental ya que han estado conmigo en las buenas y en las malas dándome ánimos para nunca rendirme y lograr mis objetivos. Además, porque han sido quienes han luchado para que nunca me falte nada y me han enseñado a ser una persona con valores y gracias a ellos soy la persona que soy.

A mis hermanos Lore, Vero Pato que son las personas con quienes he compartido tantos momentos felices y tristes, pero siempre estando juntos. Me han apoyado siempre que he necesitado sin importar ni la hora ni el lugar donde se encuentren.

A mis sobrinos Alex, Arianita, Valentina, Belencita y Camilita que, aunque son los más pequeñitos de la casa son mi adoración.

A Carlitos Aimacaña por ser una persona que siempre supo darme un consejo en el momento adecuado.

Pame

AGRADECIMIENTO

Le agradecemos a Dios por darnos la vida y la sabiduría para seguir adelante y poder culminar una etapa más de nuestras vidas

A nuestros padres por su apoyo incondicional y por ser nuestro ejemplo de perseverancia y sacrificio. Por ser quienes nos han inculcado buenos valores y enseñado a luchar siempre para conseguir nuestras metas.

A nuestros hermanos por ser nuestros cómplices y compartir con nosotros todo este largo proceso que hemos vivido.

Por la ayuda brindada sin ningún interés a cambio agradecemos a la Empresa MaxxNet.ec por facilitarnos el acceso a utilizar sus instalaciones y de manera especial al Ing. Leonardo Benalcázar e Ing. Fausto Cevallos.

Por la paciencia y el tiempo brindado agradecemos a nuestro tutor Mgs. José Luis Jinez Tapia que sin escatimar esfuerzo alguno estuvo siempre a nuestro lado brindándonos su apoyo incondicional para culminar con éxito el desarrollo de nuestro proyecto.

A los Doctores César Palacios, Marlon Basantes y Ulises Sánchez por habernos brindado una sugerencia adecuada en cada una de sus respectivas áreas

Carlos y Pamela

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE TABLAS.....	XV
RESUMEN	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
1. OBJETIVOS.....	4
1.1. GENERAL	4
1.2. ESPECÍFICOS	4
CAPITULO II.....	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.2. LABORATORIOS REMOTOS	5
2.2.1. Arquitectura del Laboratorio Remoto.....	6
2.2.1.1. La arquitectura básica de un Laboratorio Remoto es la siguiente: ..	7
2.2.2. Características	7
2.2.3. Elemento a utilizar en el lado del cliente:	8
2.2.4. Elemento a utilizar en el lado del servidor:	8
2.3. MÓDULO KY-024 (SENSOR DE CAMPO MAGNÉTICO).....	9
2.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	9
2.4. MÓDULO PUENTE H L298N	10
2.4.1. CARACTERÍSTICAS	10
2.4.2. FORMA DE ALIMENTAR EL MÓDULO	11
2.5. MOTOR REDUCTOR DE DOBLE EJE	11
2.5.1. CARACTERÍSTICAS	12
2.6. IMANES.....	12
2.6.1. Imán de Ferrita.....	12
2.6.2. Imán Neodimio	13
2.7. ELECTROIMÁN	14
2.7.1. PARTES DE UN ELECTROIMÁN	14
2.7.2. ¿CÓMO FUNCIONA EL ELECTROIMÁN?.....	14
2.7.3. VENTAJAS DEL ELECTROIMÁN.....	15
2.8. MÓDULO ARDUINO UNO.....	15
2.8.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	16
2.9. RASPBERRY PI 3 Model B+	16
2.9.1. ARQUITECTURA DE LA RASPBERRY PI 3 Model B+	17
2.9.2. CÁMARA RASPBERRY PI 3 MODEL B+.....	18

2.9.2.1. CARACTERÍSTICAS	18
CAPÍTULO III	19
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.1.1. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	19
3.1.2. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL	19
3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	19
3.2.1. MÉTODO CIENTÍFICO	19
3.3. TÉCNICAS	20
3.3.1. OBSERVACIÓN	20
3.3.2. FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	20
3.4. INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.5. HIPÓTESIS	21
3.6. IDENTIFICACION DE VARIABLES	21
3.6.1. Variable Independiente	21
3.6.2. Variable Dependiente	21
3.7. DESARROLLO	21
3.7.1. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA	22
3.7.2. DISEÑO DE LA CAJA DE ENGRANAJE	22
3.7.3. COMUNICACIÓN ENTRE RASPBERRI PI 3 MODEL B+, MÓDULO DE CÁMARA Y ARDUINO UNO	23
3.7.3.1. RASPBERRY PI 3 MODEL B+	24
3.5.3.1.1 Configuración del sensor Hall (KY-024)	24
3.5.3.1.2 Configuración de la cámara de la Raspberry Pi	25
3.5.3.1.3 Configuración del motor	25
3.7.4. VPN CON CONEXIÓN A INTERNET	26
3.7.4.1. Configuración de VPN en el router Mikrotik ubicado en la UNACH.	27
3.7.4.2. Tabla de IP de conexión de VPN	28
3.7.5. CONFIGURACION DEL SERVIDOR	28
3.7.6. REGISTRO DE DATOS PARA LOS DIVERSOS LABORATORIOS. 29	29
3.7.7. REGISTRO DE DATOS PARA LOS USUARIO	29
3.7.8. REGISTRO DE DATOS DE LOS SCRIPT	30
3.7.9. VISUALIZACION DE ESTUDIANTES QUE AN UTULIZADO LOS LABORATORIOS	31
3.7.10. CREACION DEL ENTORNO VIRTUAL MOODLE	32

3.7.10.1. Creación de actividades del curso para el Entorno Virtual.....	32
3.7.10.2. Subida de información a cada una de las unidades con sus respectivos temas.....	33
3.7.10.3. Creación de Test para simular pruebas pilotos	34
3.7.10.4. Creación de Chat interactivo.....	35
3.7.10.5. Inserción de videos respecto a temas de cada unidad	35
3.7.10.6. Guías de prácticas de los Laboratorios Remotos y ejercicios en Matlab	36
CAPITULO IV.....	37
4. RESULTADOS	37
4.1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	37
4.1.1. Estructura Interna del Laboratorio Remoto 1 (Campo Magnético).....	37
4.1.2. Estructura Externa del Laboratorio 1 (Campos Magnético).....	38
4.1.3. Estructura Interna del Laboratorio Remoto 2 (Bobina de Helmholtz) ..	39
4.1.4. Estructura Externa del Laboratorio 2 (Bobina de Helmholtz).....	40
4.2. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS LABORATORIOS REMOTOS	41
4.2.1. LABORATORIO 1 (ESTUDIO DEL CAMPO MAGNETICO DE LOS IMANES)	41
4.2.1.1. RESULTADO DE MEDICIONES DEL LABORATORIO 1	43
4.2.1.2. CÁLCULOS DEL LABORATORIO 1	46
4.2.1.3. VALIDACION DE DATOS MEDIDOS Y DATOS CALCULADOS	50
4.2.1.4. PRUEBAS REALIZADAS CON LOS ESTUDIANTES	51
4.2.2. LABORATORIO 2 (ESTUDIO DEL CAMPO MAGNETICO LAS BOBINAS DE HELMHOLTZ)	53
4.2.2.1. RESULTADO DE MEDICIONES DEL LABORATORIO 2	54
4.2.2.2. CÁLCULOS DEL LABORATORIO 2.....	57
4.2.2.3. VALIDACION DE DATOS MEDIDOS Y DATOS CALCULADOS	59
4.2.2.4. PRUEBAS REALIZADAS CON LOS ESTUDIANTES	60
4.2.3. GUÍAS DE PRÁCTICAS	63
4.2.3.1. GUÍA DE PRACTICA 1.- Medición de campo magnético de imanes y electroimán.	63
4.2.3.2. GUÍA DE PRACTICA 1.- Medición de campo magnético de las bobinas de Helmholtz.	70
CAPITULO V	77
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1. CONCLUSIONES.....	77

5.2. RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFIA	79
ANEXOS	81

ÍNDICE FIGURAS

<i>Fig. 1</i> Arquitectura para la construcción de los laboratorios remotos	6
<i>Fig. 2</i> Elementos de comunicación cliente/servidor	8
<i>Fig. 3</i> Módulo Efecto Hall KY-024	9
<i>Fig. 4</i> Módulo Puente H L298N	10
<i>Fig. 5</i> Motor Reductor de Doble eje.....	11
<i>Fig. 6</i> Imán de Ferrita.....	13
<i>Fig. 7</i> Imán de Neodimio.....	13
<i>Fig. 8</i> Electroimán.....	14
<i>Fig. 9</i> Arduino uno	15
<i>Fig. 10</i> Raspberry Pi 3 Model B+	16
<i>Fig. 11</i> Arquitectura Raspberry pi 3 Model B+	17
<i>Fig. 12</i> Arquitectura Raspberry pi 3 Model B+	18
<i>Fig. 13</i> Diagrama de bloques generar del sistema	22
<i>Fig. 14</i> Diseño de engranaje y barra en 3D	23
<i>Fig. 15</i> Diseño de comunicación.....	23
<i>Fig. 16</i> Diagrama de conexión Raspberry Pi, Arduino Uno y Sensor Hall.....	24
<i>Fig. 17</i> Conexión de la cámara a la Raspberry Pi.....	25
<i>Fig. 18</i> Conexión del motor a la Raspberry Pi	26
<i>Fig. 19</i> Conexión del motor a la Raspberry Pi	26
<i>Fig. 20</i> Esquema de configuración de VPN	27
<i>Fig. 21</i> Creación de VPN	27
<i>Fig. 22</i> Rutas VPN.....	27
<i>Fig. 23</i> Verificación de conexión al servidor	28
<i>Fig. 24</i> Configuración del servidor	28
<i>Fig. 25</i> Ejemplo de registro de datos de los laboratorios.....	29
<i>Fig. 26</i> Ejemplo de registro de datos de los usuarios	30
<i>Fig. 27</i> Ejemplo de registro de datos de los scripts	30
<i>Fig. 28</i> Ingreso a registro de estudiantes.....	31
<i>Fig. 29</i> Registro de estudiantes	31
<i>Fig. 30</i> Creación de entorno virtual.....	32
<i>Fig. 31</i> Ejemplo de creación de carpetas.....	33

<i>Fig. 32 Ejemplo de la subida de información de cada unidad</i>	33
<i>Fig. 33 Ejemplo de preguntas para pruebas pilotos</i>	34
<i>Fig. 34 Modelo de calificación de pruebas pilotos</i>	34
<i>Fig. 35 Modelo de chat interactivo</i>	35
<i>Fig. 36 Ejemplo de video por cada unidad</i>	36
<i>Fig. 37 Guías de prácticas y ejercicios de Matlab</i>	36
<i>Fig. 38 Parte interna del Laboratorio Remoto 1</i>	37
<i>Fig. 39 Parte externa del Laboratorio Remoto 1</i>	38
<i>Fig. 40 Parte interna Laboratorio Remoto 2</i>	39
<i>Fig. 41 Parte externa Laboratorio Remoto 2</i>	40
<i>Fig. 42 Pantalla de autenticación</i>	41
<i>Fig. 43 Pantalla de selección del laboratorio 1</i>	41
<i>Fig. 44 Inicialización de la cámara</i>	42
<i>Fig. 45 Mensaje de carga</i>	43
<i>Fig. 46 Gráfica final</i>	43
<i>Fig. 47 Descarga de datos en Excel del Laboratorio 1</i>	44
<i>Fig. 48 Código en Matlab</i>	46
<i>Fig. 49 Ingreso de datos en Matlab</i>	47
<i>Fig. 50 Resultado del cálculo realizado en Matlab</i>	47
<i>Fig. 51 Código en Matlab</i>	48
<i>Fig. 52 Ingreso de datos en Matlab</i>	48
<i>Fig. 53 Resultado del cálculo realizado en Matlab</i>	48
<i>Fig. 54 Código en Matlab</i>	49
<i>Fig. 55 Ingreso de datos en Matlab</i>	49
<i>Fig. 56 Resultado del cálculo realizado en Matlab</i>	50
<i>Fig. 57 Gráfica en Matlab</i>	51
<i>Fig. 58 Preparación de fuentes para alimentación de laboratorio 1</i>	51
<i>Fig. 59 Pruebas del laboratorio 1</i>	52
<i>Fig. 60 Visualización de resultados en la pantalla</i>	52
<i>Fig. 61 Pantalla de selección del laboratorio 2</i>	53
<i>Fig. 62 Inicialización de la cámara</i>	53
<i>Fig. 63 Gráfica medición campo magnético de bobinas de Helmholtz</i>	54
<i>Fig. 64 Descarga de datos en Excel del Laboratorio 2</i>	55
<i>Fig. 65 Código en Matlab</i>	57

<i>Fig. 66 Ingreso de datos en Matlab</i>	58
<i>Fig. 67 Resultado del cálculo realizado en Matlab</i>	58
<i>Fig. 68 Resultado del cálculo realizado en Matlab</i>	58
<i>Fig. 69 Resultado del cálculo realizado en Matlab</i>	59
<i>Fig. 70 Gráfica en Matlab</i>	60
<i>Fig. 71 Implementación del laboratorio 2</i>	60
<i>Fig. 72 Prueba de funcionamiento de bobinas de Helmholtz</i>	61
<i>Fig. 73 Prueba del laboratorio 2 con los estudiantes</i>	61
<i>Fig. 74 Prueba del laboratorio 2 con los docentes</i>	62
<i>Fig. 75 Revisión del laboratorio 2 con el docente tutor</i>	62
<i>Fig. 76 Script de Python para sensor hall ky-024</i>	81
<i>Fig. 77 Script de Python para motor</i>	82
<i>Fig. 78 Script de Python para electroimán</i>	82
<i>Fig. 79 Script de Python para la Cámara</i>	83
<i>Fig. 80 Página de acceso al Moodle</i>	84
<i>Fig. 81 Carpetas que contienen la materia de la unidad I y II</i>	84
<i>Fig. 82 Carpetas que contienen la materia de la unidad III y IV</i>	85
<i>Fig. 83 Materia subida por cada unidad</i>	85
<i>Fig. 84 Test para cada unidad</i>	86
<i>Fig. 85 Modelo de preguntas</i>	86
<i>Fig. 86 Modelo de calificación de preguntas</i>	87
<i>Fig. 87 Ejemplo de video subido para las unidades</i>	87
<i>Fig. 88 Chat por cada unidad</i>	88
<i>Fig. 89 Chat por cada unidad</i>	88
<i>Fig. 90 Enlaces de los Laboratorios Remotos</i>	89
<i>Fig. 91 Guías y programas en Matlab</i>	89

ÍNDICE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Especificaciones Técnicas del módulo KY-024	9
<i>Tabla 2</i> Especificaciones del módulo Puente H L298N.....	10
<i>Tabla 3</i> Especificaciones del motor doble eje.....	12
<i>Tabla 4</i> Especificaciones Arduino Uno.....	16
<i>Tabla 5</i> IP para Laboratorios	28
<i>Tabla 6</i> Equivalencias de Valor Medido.....	44
<i>Tabla 7</i> Equivalencias de Valor Medido.....	44
<i>Tabla 8</i> Datos medidos por el sensor de campo magnético.....	45
<i>Tabla 9</i> Comparación de datos de campo magnético	50
<i>Tabla 10</i> Equivalencias de Valor Medido.....	54
<i>Tabla 11</i> Equivalencias de Valor Medido.....	54
<i>Tabla 12</i> Datos medidos por el sensor de campo magnético.....	56
<i>Tabla 13</i> Comparación de datos de campo magnético	59

RESUMEN

El presente proyecto realiza el diseño e implementación de laboratorios remotos y un entorno virtual para que los estudiantes de la materia de Teoría Electromagnética de la Universidad Nacional de Chimborazo puedan realizar sus prácticas de una manera virtual y además puedan tener accesos durante todo el tiempo a información subida a la plataforma.

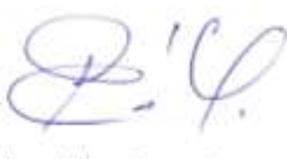
Los Laboratorios Remotos se encuentran compuestos por un servidor con conexión a la nube, al cual se puede acceder mediante una página web realizada en el lenguaje PHP (Hypertext Preprocessor), la misma que facilitará a los estudiantes el acceso a la utilización de los laboratorios.

Para la comunicación server-laboratorios utilizamos una VPN (Virtual Private Network) con protocolo SSTP (Secure Socket Tunneling Protocol) en un RouterOS de MicroTik el cual nos permite comunicar uno o más laboratorios a una red privada desde diversos lugares.

Para el ingreso tanto a la página web de los laboratorios remotos como a la página del entorno virtual los estudiantes deberán acceder con su usuario y contraseña. En la página de los laboratorios remotos encontrarán el acceso a cada uno ellos y además su respectiva gráfica resultante, los datos tomados podrán ser descargados en una tabla de Excel los mismos que nos servirán para realizar los respectivos cálculos. Mientras que en la página del entorno virtual se visualizará el contenido acerca de la materia dictada en clases, pruebas pilotos, guías de prácticas y videos referentes a la materia.

Abstract

This project carries out the design and implementation of remote laboratories and a virtual environment so that the students of the subject of Electromagnetic Theory of the Universidad Nacional de Chimborazo can carry out their practices in a virtual way and also, they can have access around the clock to information from the platform. The remote laboratories are composed of a server hosted in the cloud which can be accessed through a web page made in the Html language, it will provide students access to the use of laboratories. For communication server-laboratories we use a VPN with SSTP protocol (secure socket tunneling protocol) in a MicroTik RouterOS which allows us to communicate one or more laboratories to a private network from different places. For the login to both, the web page of the remote laboratories and the page of the virtual environment, students must access with their username and password. In the page of the remote laboratories they will find the access to each of them and in addition their corresponding graph, the data gathered can be downloaded in an Excel table, they will help us to perform the corresponding calculations. While on the page of the virtual environment the content about the subject taught in classes, pilot tests, practice guides and videos referring to the subject will be displayed.



Reviewed by: Armas Geovanny, Mgs.
Linguistic Competences Professor

INTRODUCCIÓN

Formulación del Problema

En este proyecto de investigación se elaboró el diseño e implementación de laboratorios remotos para realizar la medición del campo magnético de un imán de ferrita, imán neodimio, electroimán y bobinas de Helmholtz, del laboratorio de electro magnetismo, conjuntamente con la implementación de un entorno virtual donde se podrá observar las respectivas guías de práctica, materia referente a cada capítulo, pruebas piloto y ejercicios en Matlab.

Justificación del Problema

El presente proyecto surge de la necesidad de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo de no contar con la disponibilidad de espacios físicos para realizar prácticas de manera remota, por lo que se realizó el diseño e implementación de Laboratorios Remotos, los mismos que son usados para la medición del campo magnético de un imán de ferrita, imán de neodimio, electroimán y Bobinas de Helmholtz del laboratorio de electro magnetismo. Para la adquisición de datos se utilizó un módulo Raspberry Pi 3 Model B+, módulo de Arduino Uno y un sensor efecto Hall KY-024. Para el recorrido del sensor por cada uno de los objetos se utilizó un sistema de engranaje lineal con un motor paso a paso que fue diseñado mediante el software de simulación SOLIDWORK. Adicionalmente se implementó un entorno virtual sobre la plataforma MOODLE (Modular Object -Oriented Dynamic Learning Enviroment) en el cual se podrá observar información específica acerca de la cátedra dictada por el docente, guías de práctica, pruebas pilotos y simulaciones en Matlab.

ESTADO DEL ARTE

La Escuela Superior Politécnica del Litoral, desarrolló un laboratorio con experiencias reales accesibles a través del internet para facilitar a los estudiantes la utilización de equipos a los que habitualmente tienen acceso únicamente en horarios restringidos o dependen de la disposición de la persona que maneja los laboratorios. Utilizando herramientas de hardware (equipos físicos), software que se encuentran dentro del servidor, MSP (Matlab Server Pages), MAX (Measurement and Automation Explorer) y tecnologías que se utilizan para ejecutar los laboratorios, logrando con esto reducir costos en los recursos para la enseñanza y sobre todo aprovechar el tiempo para el uso de dichos recursos. (Humberto Aguilar, 2010)

El proyecto desarrollado por la Universidad del Azuay diseñó un sistema de Laboratorio Remoto para realizar prácticas virtuales de control y automatización de procesos, utilizando un sistema de acceso a través de Internet donde los estudiantes y profesores puedan programar en PLC Simatic S7-1200, monitorear y controlar las prácticas a través del sistema SCADA desarrolladas en LabVIEW. Obteniendo como resultado que este sistema puede ser implementado también para controlar otros tipos de plataformas como microcontroladores, sistemas robóticos entre otros. (Diego Alvarado, 2011)

Por otro lado, José Raúl Castro Mendieta de la Universidad Técnica Particular de Loja implementó nuevas infraestructuras para que varias carreras nuevas especialmente del área técnica se incluyan como estudios a distancia, dichas infraestructuras van a solicitar el ingreso al sistema, validar su ingreso, realizar talleres prácticos y permitir el uso más continuo de los laboratorios, utilizando software como LabVIEW, equipos ELVIS etc. Llegando a lograr con esto que los estudiantes puedan trabajar desde su casa a cualquier hora, disponer de infraestructura actualizada, y no depender de la presencia de un docente para poder realizar sus prácticas, además de la disminución de costos. (Castro Mendieta, 2010)

Otro ejemplo es el trabajo de Jesús Luis Muros realizó un sistema que permite acceder y monitorizar los instrumentos de forma remota para facilitar la tarea de investigadores,

profesores y estudiantes a la hora de acceder a los instrumentos y experimentar con ellos. Utilizando tecnologías de impresiones 3D, simulaciones en Simulink entre otros softwares consiguió mejorar el acceso de los usuarios de una manera más fácil, disminuir costos y obtener una infraestructura más moderna. (Muros, 2017)

El proyecto desarrollado por Carlos Alberto Arguedas Matarrita muestra el diseño para el desarrollo de un Laboratorio Remoto que reúna características educativas y tecnológicas y que permitan integrar estrategias didácticas para promover el aprendizaje de la física mediante una muestra de 172 estudiantes. Logrando con esto permitir que los estudiantes realicen el trabajo experimental sin la necesidad de asistir al recinto donde se ubica el laboratorio. (Arguedas, 2017)

CAPÍTULO I

1. OBJETIVOS

1.1. GENERAL

- Diseño e implementación de entorno virtual y laboratorio remoto para el aprendizaje de la cátedra de teoría electromagnética

1.2. ESPECÍFICOS

- Implementar un entorno virtual que contenga las guías de prácticas, simulaciones en Matlab de los Laboratorios Remotos.
- Crear pruebas pilotos, prácticas, simulaciones y laboratorios remotos para reforzar el conocimiento de los estudiantes.
- Implementar laboratorios remotos para la cátedra de Teoría Electromagnética.
- Realizar una página web en PHP para el manejo de los laboratorios remotos y el control de sus diferentes elementos.
- Medir el campo magnético del imán de ferrita, imán de neodimio, electroimán y bobinas de Helmholtz mediante el sensor de efecto hall KY-024.
- Realizar una comparación entre los valores leídos por el sensor y los valores calculados, utilizando el software de Matlab.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Hoy en día las plataformas virtuales se encuentran bastante avanzadas y muy ligadas al desarrollo de la humanidad, tratando de adaptarse a las necesidades de los seres humanos, además la implementación de laboratorios remotos en la actualidad aporta a los estudiantes de ingeniería más tiempo de trabajo experimental con dispositivos físicos reales desde cualquier lugar en que se encuentren y les permite trabajar con un repertorio variado de prácticas.

Los Laboratorios Remotos son herramientas tecnológicas formadas por software y hardware

los mismos que permiten a los estudiantes realizar sus prácticas de una manera remota como si estuvieran en un Laboratorio tradicional, usualmente el acceso se realiza mediante internet o una red académica de alta velocidad. (Musa, 2012)

Los laboratorios remotos utilizan técnicas modernas de ingeniería (Técnica de recolección de datos, Técnica de análisis e interpretación de datos) para lograr la teleoperación de equipos y dispositivos que se encuentran en un sitio remoto desde cualquier lugar con acceso a Internet. (Musa, 2012)

2.2. LABORATORIOS REMOTOS

Un laboratorio remoto en su definición más simple es una aplicación basada en un entorno cliente – servidor, donde los clientes (estudiantes o investigadores desde un sitio remoto), solicitan servicios o contactan a un servidor (equipo de cómputo, software de acceso, dispositivos a manipular), a través de distintos medios de interconexión (Intranet). (Musa, 2012)

2.2.1. Arquitectura del Laboratorio Remoto

Los Laboratorios Remotos (LR) buscan responder a la necesidad de no alejar la práctica de laboratorio de la realidad, como requerimiento fundamental en la formación del Ingeniero, pero sin la demanda de desplazamientos físicos que generan pérdida de tiempo para el usuario y costos significativos. (Esneider, 2018)

Se exige una infraestructura tecnológica, por lo que se hace necesario diseñar una arquitectura que defina unas unidades funcionales, redes de telecomunicaciones, protocolo de comunicación y desarrollo de un software que permita la integración del sistema y el ambiente de interacción usuario – LR., de manera transparente y en tiempo real. (Esneider, 2018)



Fig. 1 Arquitectura para la construcción de los laboratorios remotos

Fuente: (Isidro Calvo)

2.2.1.1. La arquitectura básica de un Laboratorio Remoto es la siguiente:

- **Cliente:** Representa al alumno o usuario que hace uso del Laboratorio. Se compone de un computador que ejecuta la aplicación web mostrada en forma de interfaces, que permiten la interacción necesaria. (Arrieta Zapata, 2015)
- **Servidor Web:** Constituye el hardware y software en el que se analiza y procesa la información enviada por el cliente, en el que se generan y distribuyen las páginas web, mediante el uso de un software especializado. Además, aquí podemos diseñar, insertar y distribuir las diferentes aplicaciones necesarias para el uso del laboratorio, y como una parte importante este servidor se enlaza a una base de datos para permitir el acceso del usuario. (Arrieta Zapata, 2015)

2.2.2. Características

Los Laboratorios Remotos son laboratorios reales formados por una capa de software y otra capa de hardware, cuyos equipos e instrumentos son configurados y las lecturas de sus instrumentos de medida observadas de forma remota mediante el uso del internet. (Loro, 2018)

- Están compuestos por equipos, instrumentos, componentes y sistemas reales. Por lo cual se requiere tener un espacio físico para su implementación.
- Emplean interfaces graficas para la manipulación de los equipos e instrumentos utilizados.
- Son accesibles y manipulables desde el internet. Permiten un acceso sin restricciones en cualquier momento y en cualquier lugar incluso cuando las instalaciones del centro se encuentran cerradas.
- Dotan de un entorno de laboratorio seguro al estudiante.
- Los experimentos requieren de un diseño e implementación correcta por parte de los equipos del administrador.
- En aquellos laboratorios remotos que emplean webcam para la captura de video requieren de una correcta definición de los formatos para poder obtener una correcta visualización de manera síncrona a los sucesos. (Loro, 2018)

2.2.3. Elemento a utilizar en el lado del cliente:

- Aplicación invasiva o intrusiva: se establecen permisos para acceder al equipo del usuario o para poder establecer las diferentes conexiones
- Proveedores: factibilidad de poder usar herramientas de distintos proveedores.
- Aplicación Multiplataforma: aplica diversos sistemas operativos.
- Instalaciones requeridas: instalación de los diferentes drivers, librerías, plugin etc.
- Ancho de banda: de acuerdo a las necesidades de la aplicación.
- Soporte de video para la aplicación.

2.2.4. Elemento a utilizar en el lado del servidor:

El Server está conformado por un servidor de laboratorio remoto y un servidor Web, además presenta diversas características en el entorno de los laboratorios remotos, como son los siguientes:

- Autenticación
- Disponibilidad
- Interfaz para el usuario
- Base de datos

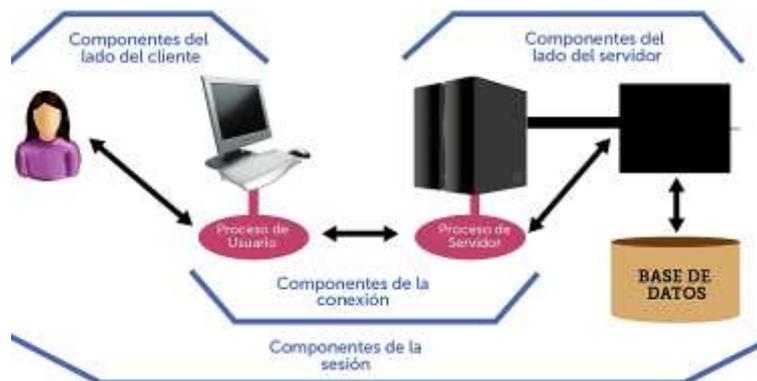


Fig. 2 Elementos de comunicación cliente/servidor

Fuente: (Sánchez, 2016)

2.3. MÓDULO KY-024 (SENSOR DE CAMPO MAGNÉTICO)

El sensor KY-024 basa su principio de funcionamiento en el Efecto Hall, que es cuando se ejerce un campo magnético de manera transversal, a un conductor a través del cual circula una corriente, lo que hace que las cargas sean impulsadas hacia un lado del conductor y se genere en el voltaje denominado Voltaje Hall o voltaje transversal. Es muy útil en proyectos de electrónica ya que tiene una amplia gama de aplicaciones, cuenta con un led indicador de voltaje de alimentación y otro led de indicador de activación. (Electrocomponentes, 2019)



Fig. 3 Módulo Efecto Hall KY-024

Fuente: (Electrocomponentes, 2019)

Dispone de una salida digital que puede ser utilizado como señal digital además de contar con una señal analógica que puede ser utilizada como medida de fuerza del campo magnético. (Electrocomponentes, 2019)

2.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de Sensor	Efecto Hall
Voltaje de funcionamiento	3,3v - 24v.
Comparador	LM393.
Led 1	Indicador alimentación.
Led 2	Indicador salida sensor digital.
Salidas	Analógica y digital.
Salida digital	A través de amplificador operacional

Tabla 1 Especificaciones Técnicas del módulo KY-024

Fuente (Electrocomponentes, 2019)

2.4. MÓDULO PUENTE H L298N

El módulo controlador de motores L298N nos permite controlar la velocidad y la dirección de 2 motores de corriente ya sea continua o un motor paso a paso de manera sencilla.

Es un componente con 4 transistores que nos permite invertir el sentido de la corriente por lo que nos permite invertir el giro del motor. (Prometec, 2019)

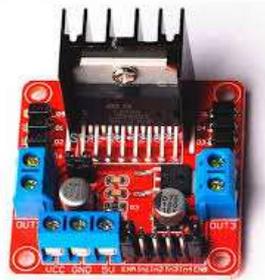


Fig. 4 Módulo Puente H L298N

Fuente: (ElectroPro-Piura, 2017)

El rango de tensiones en la que funciona este módulo varío de 3V hasta 35V, con una intensidad de hasta 2A. Al alimentarlo se debe tener en cuenta que la electrónica del módulo consume 3V, por lo que los motores reciben 3V menos que la tensión con la que el módulo es alimentado. (Prometec, 2019)

2.4.1. CARACTERÍSTICAS

Chip	L298N
Canales	2 (2 motores DC y 1 motor PAP)
Voltaje lógico	5 voltios
Voltaje de potencia	5V-35V DC
Consumo de corriente	0 – 36 Ma
Capacidad de corriente	2 ^a
Potencia Máxima	25W
Peso	30g
Dimensiones	43*43*27 mm

Tabla 2 Especificaciones del módulo Puente H L298N

Fuente: Autores

2.4.2. FORMA DE ALIMENTAR EL MÓDULO

- Usando 1 sola fuente, se conecta a la entrada de 12 voltios y con el jumper para habilitar el regulador, teniendo en cuenta que el voltaje de la fuente es aquel que soporta el motor. De tal manera que la entrada de 5 voltios no debe estar conectada a ninguna fuente. (Mechatronics, 2018)
- Usando 2 fuentes, una de 5 voltios conectada en la entrada de 5 voltios y otra de las fuentes con el valor que tiene el voltaje con el que trabaja el motor, conectado al pin de 12 voltios. (Mechatronics, 2018)

2.5. MOTOR REDUCTOR DE DOBLE EJE

Con el motor reductor de doble eje se puede realizar proyectos de electrónica, este motor puede trabajar a 3 o 6 Vcc llegando a alcanzar hasta 200RPM. El motor al ser doble eje puede dar movimiento al mismo tiempo a dos objetos, por lo que será perfecto para aplicaciones que se necesite colocar llantas, engranajes o poleas etc. (Stereon, s.f.)



Fig. 5 Motor Reductor de Doble eje

Fuente: (Electronilab, 2016)

2.5.1. CARACTERÍSTICAS

Caja reductora	1:48 con piñonera plástica
Rango de voltaje de operación	3V a 6V
Eje	Biaxial
Corriente sin carga	3V: 120mA
Dimensiones	6.92 cm x 2.25 cm x 1.88 cm
Peso aproximado	35 g
Velocidad sin carga	3V: 110 rpm
Motor DC de imán	Permanente y escobillas de carbón

Tabla 3 Especificaciones del motor doble eje

Fuente: Autores

2.6. IMANES

Los imanes son minerales de hierro de color negrozco, opaco, que tiene la propiedad de atraer el hierro, el acero y otros cuerpos en menor medida. (Rodríguez, 2018) Tienen una propiedad característica llamada magnetismo, esta es la fuerza de atracción que tiene sobre otros cuerpos los mismos que poseen propiedades semejantes a las del hierro.

Los imanes se pueden atraerse o repelerse entre sí de la misma forma que lo hacen dos cuerpos electrizados, ya que poseen dos polos llamados: norte y sur, los polos iguales se rechazan y los polos contrarios se atraen. (Básicos, 2017)

2.6.1. Imán de Ferrita

Los imanes de ferrita son económicos y de buena calidad, estos imanes pueden ser isótopos o anisótropos, para calidades anisotrópicas se produce un alineamiento de partículas en una sola dirección con lo cual se obtiene mejores características magnéticas. Se puede llegar aplicar sin problema alguno hasta una temperatura de -40°C y 250°C aproximadamente (Magnosphere, 2016)



Fig. 6 Imán de Ferrita

Fuente: (Magnosphere, 2016)

2.6.2. Imán Neodimio

Los imanes de neodimio están realizados de neodimio, hierro y boro y son los imanes más potentes que existen en la actualidad. El producto energético de estos imanes es ocho veces mayor al de los imanes de ferrita y poseen una muy buena resistencia mecánica. Su desventaja radica en su sensibilidad al calor manipulación cuidadosa que estos exigen (Magnosphere, 2016)



Fig. 7 Imán de Neodimio

Fuente: (Magnosphere, 2016)

2.7. ELECTROIMÁN

El electroimán es un tipo de imán artificial que posee las mismas características que un imán convencional, que es atraer objetos metálicos. La ventaja que posee este imán es activarse y desactivarse cuando sea necesario (Mecafenix, 2018)

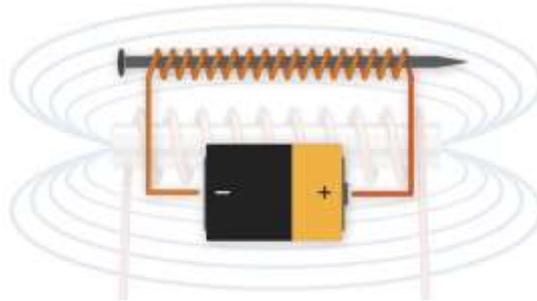


Fig. 8 Electroimán

Fuente: (Balone, 2014)

2.7.1. PARTES DE UN ELECTROIMÁN

El electroimán consta de las siguientes partes:

- **Bobina.** – se encarga de generar y potenciar el magnetismo.
- **Núcleo conductor magnético.** – la bobina es puesta sobre dicho material para que el magnetismo tome igual sentido que el núcleo. (Mecafenix, 2018)

2.7.2. ¿CÓMO FUNCIONA EL ELECTROIMÁN?

La corriente recorre por un alambre por lo cual se genera magnetismo a su alrededor. Para que este efecto se desarrolle debemos enrollar el alambre en forma espiral para que así el recorrido del corriente más largo a distancias menores, además requerimos de un núcleo magnético para que la dirección vaya en el sentido que esta el núcleo. (Mecafenix, 2018)

2.7.3. VENTAJAS DEL ELECTROIMÁN

El electroimán posee dos grandes ventajas que son:

- **Campo magnético variable.** - si cambiamos el paso de la corriente eléctrica, de la misma manera cambiara el sentido del magnetismo.
- **Capacidad de activarse y desactivarse.** – el electroimán puede activarse y desactivarse las veces que sea necesario, solo depende de interrumpir o no el paso de la corriente. (Mecafenix, 2018)

2.8. MÓDULO ARDUINO UNO

Arduino UNO es una placa basada en el microcontrolador ATmega328P. Posee 14 pines de entrada y salida digital, 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión USB (Universal Serial Bus), conector Jack de alimentación, terminales para conexión ICSP (Int Circuit Serial Programming), y un botón de reseteo. Tiene toda la electrónica necesaria para que el microcontrolador opere, solamente se debe conectarlo a la energía por el puerto USB. (Arduino.cl, s.f.)

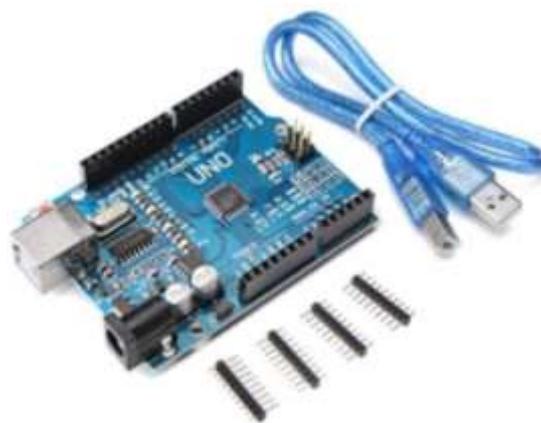


Fig. 9 Arduino uno

Fuente: (Balone, 2014)

2.8.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 -12V
Voltaje de entrada (Límite)	6 -20V
Pines para entrada – salida digital	14
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHZ

Tabla 4 Especificaciones Arduino Uno

Fuente: (Arduino, s.f.)

2.9. RASPBERRY PI 3 Model B+

Este microordenador ha supuesto un nuevo rediseño absoluto de la placa, su procesador funciona a 1.4 GHz, y además elimina el cuello de botella de la conectividad incluyendo Bluetooth 4.2, BLE (Bluetooth Low Energy), Wi-Fi a doble banda 2.4 GHz y 5 GHz y además la tarjeta de red, Gigabit Ethernet, ya no está limitada a los 100 Mbps, sino que es capaz de alcanzar los 300 Mbps al funcionar sobre USB 2.0. (Zone, s.f.)



Fig. 10 Raspberry Pi 3 Model B+

Fuente: (Zone, s.f.)

2.9.1. ARQUITECTURA DE LA RASPBERRY PI 3 Model B+

Posee una fila de pines GPIO (General Purpose Input/Output) a lo largo del borde superior de la placa. Un encabezado GPIO de 40 pines que se encuentran en las Raspberry Pi actuales.

La numeración de los pines GPIO no se encuentran ubicados en un orden numérico. Los pines GPIO 0 y 1 se encuentran presentes en la placa del Raspberry (Pines físicos 27 y 28) pero se encuentran reservados para un uso avanzado. (Ciencia, 2018)

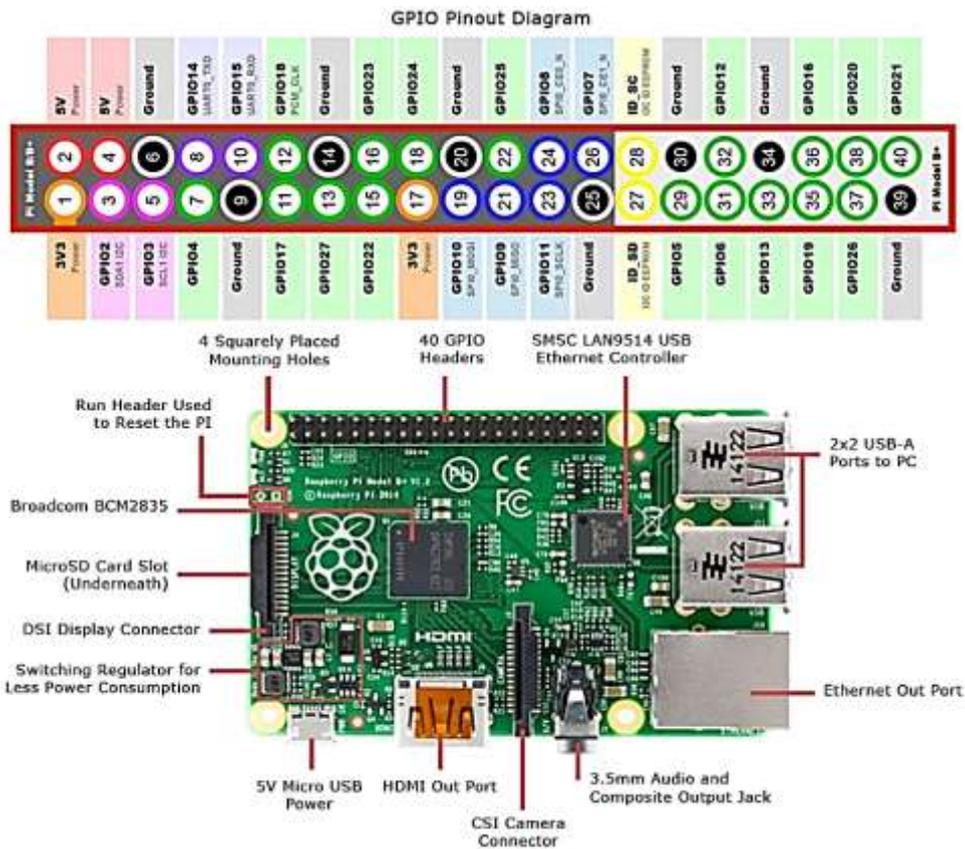


Fig. 11 Arquitectura Raspberry pi 3 Model B+

Fuente: (Ciencia, 2018)

2.9.2. CÁMARA RASPBERRY PI 3 MODEL B+

Esta es una cámara compatible con cualquier versión de la Raspberry Pi.

2.9.2.1. CARACTERÍSTICAS

- Sensor de imagen: Sony IMX219
- Resolución máxima fotográfica: 3280x2464 pixel
- Resoluciones de video: 1080p30, 720p60 y 640x480p90
- Dimensiones físicas de la tarjeta: 25mm x 23mm x 9mm. (330ohms, 2019)
- Interfaz: conector CSI (Camera Serial Interface)
- Sistema operativo: Raspbian (330ohms, 2019)

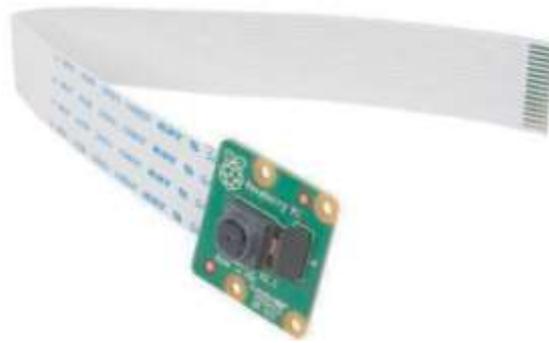


Fig. 12 Arquitectura Raspberry pi 3 Model B+

Fuente: (330ohms, 2019)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA.

En esta investigación se necesitó recopilar información de trabajos ya realizados referentes al tema de Laboratorios Remotos y Entornos virtuales con la finalidad de buscar la manera de mejorar las implementaciones ya existentes y brindar a los usuarios un mejor ambiente de trabajo y mayor accesibilidad al uso de los laboratorios de manera remota.

3.1.2. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

En la presente investigación se realizó varias pruebas de medición del campo magnético de un imán de ferrita, imán neodimio, electroimán y bobinas de Helmholtz, obteniendo en una tabla de Excel los datos medidos , con los que pudimos realizar una comparación y análisis entre los datos obtenidos con la medición del sensor KY-024 y los datos calculados mediante el software de Matlab. Permittiéndonos así comprobar la funcionalidad correcta de nuestra implementación de Laboratorios Remotos

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. MÉTODO CIENTÍFICO

Esta investigación se realizó teniendo los conocimientos claros de la funcionalidad de los laboratorios remotos y entornos virtuales para así poder realizar de manera correcta las pruebas necesarias de mediciones e ir comprobando paso a paso la funcionalidad correcta de la implementación y finalmente tener resultados coherentes que hayan sido comprobados mediante cálculos y simulaciones.

3.3. TÉCNICAS

3.3.1. OBSERVACIÓN

La técnica de la observación son un conjunto tanto de herramientas y técnicas que se enfocan en evaluar un fenómeno, un individuo. En este proyecto podemos evidenciar varios parámetros como son: la medición del campo magnético del imán de ferrita, imán neodimio, electroimán y bobinas de Helmholtz, creación de servidores con conexión a internet, estructura de comunicación bidireccional entre servidor y cliente, implementación de una base de datos para el almacenamiento de registros y control de lectura de datos de los sensores de los laboratorios remotos, diseño e implementación del entorno virtual y página web.

3.3.2. FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para este trabajo de investigación se obtuvo información de diferentes fuentes como : páginas web, paper, libros, documentos web, revistas, software de diseño para la parte física de los laboratorios remotos, lenguajes de programación, servidores de dominio gratuito, datasheet de sensores utilizados, las mismas que fueron obtenidas en el Internet ya que en la actualidad es una de las herramientas más utilizadas para encontrar información actualizada y de mucha utilidad para este tipo de investigaciones.

3.4. INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los instrumentos utilizados en esta investigación son:

- **Análisis de documentos.** – se analizó documentos de proyectos ya realizados de Laboratorios Remotos y Entornos Virtuales para obtener información que nos pueda ayudar a tener un panorama claro sobre el tema.
- **Análisis de datos.** – se realizó la recopilación de datos medidos del campo magnético mediante el sensor de efecto hall KY-024 a los diferentes objetos, para con ello poder realizar los cálculos necesarios.
- **Procesos experimentales.** – se realizó varias pruebas de funcionamiento de los Laboratorios Remotos tanto de la parte de hardware (funcionamiento del motor paso a paso y el mecanismo de engranajes), como del funcionamiento de software (ejecución correcta de los scripts, obtención de datos medidos por el sensor, ejecución de cámara web).

3.5. HIPÓTESIS

Diseñar e implementar un entorno virtual y Laboratorios Remotos para ayudar a mejorar el acceso de los estudiantes a realizar sus prácticas de manera remota.

3.6. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.6.1. Variable Independiente

Diseño e Implementación de un Entorno Virtual y Laboratorios Remotos

3.6.2. Variable Dependiente

Permitir el acceso a los estudiantes a los Laboratorios Remotos de manera no presencial y dar acceso a la información del entorno virtual durante todo el tiempo.

Obtención de datos del campo magnético del imán de ferrita, imán neodimio, electroimán y bobinas de Helmholtz.

3.7. DESARROLLO

El diseño e implementación de Laboratorios Remotos y Entorno Virtual está conformado por el bloque correspondiente al SERVIDOR donde se encuentra alojada la página web de los laboratorios remotos diseñada en PHP y el entorno virtual desarrollado en la plataforma Moodle. El bloque de LABORATORIOS REMOTOS donde se encuentra el router Mikrotik de borde y los diferentes dispositivos utilizados para la implementación de los laboratorios. En el bloque final del USUARIO se permite el acceso a las plataformas para la realización de las prácticas de los Laboratorios Remotos.

3.7.1. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

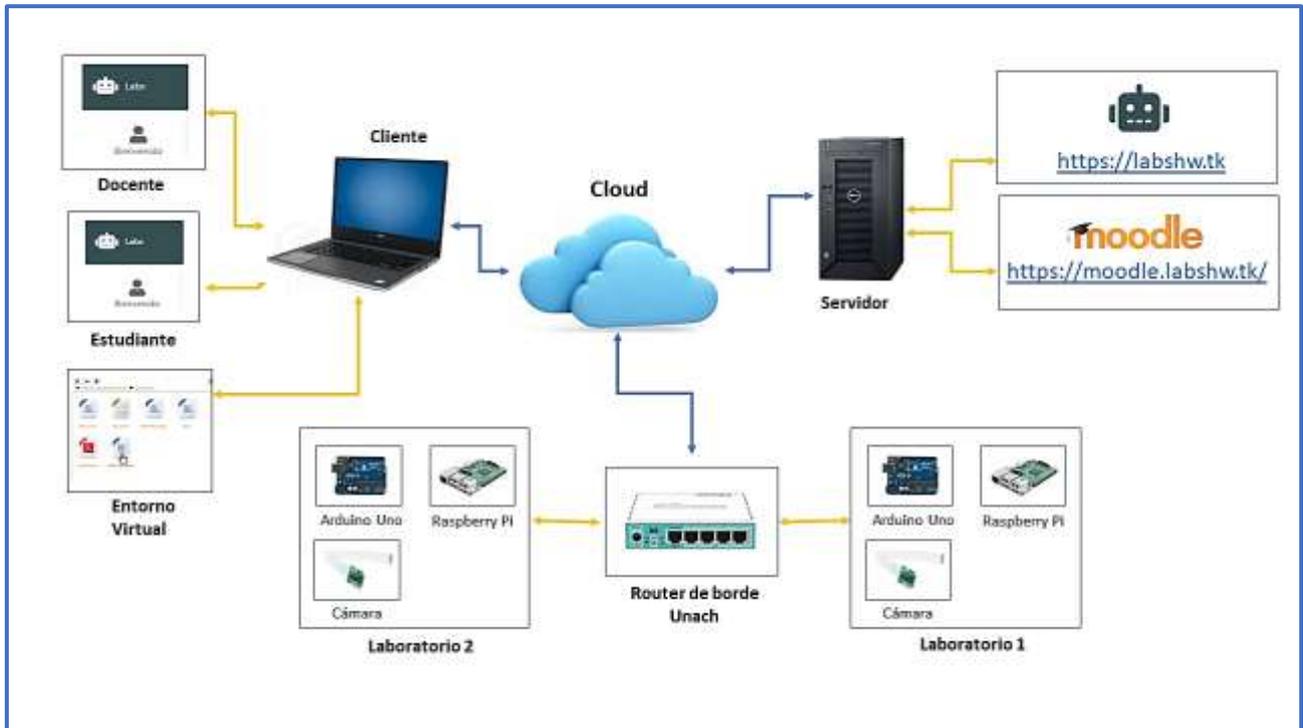


Fig. 13 Diagrama de bloques generar del sistema

Fuente: Autores

3.7.2. DISEÑO DE LA CAJA DE ENGRANAJE

Para realizar los engranajes se utilizó el software SolidWorks para el diseño, el mismo que fue impreso en una impresora 3D utilizando material termoplástico, con la finalidad de obtener un mejor funcionamiento mecánico para el desplazamiento del sensor. La barra transportadora de los engranajes fue diseñada en el mismo software, su corte se realizó sobre material de madera utilizando una máquina de corte a láser.



Fig. 14 Diseño de engranaje y barra en 3D

Fuente: Autores

3.7.3. COMUNICACIÓN ENTRE RASPBERRI PI 3 MODEL B+, MÓDULO DE CÁMARA Y ARDUINO UNO

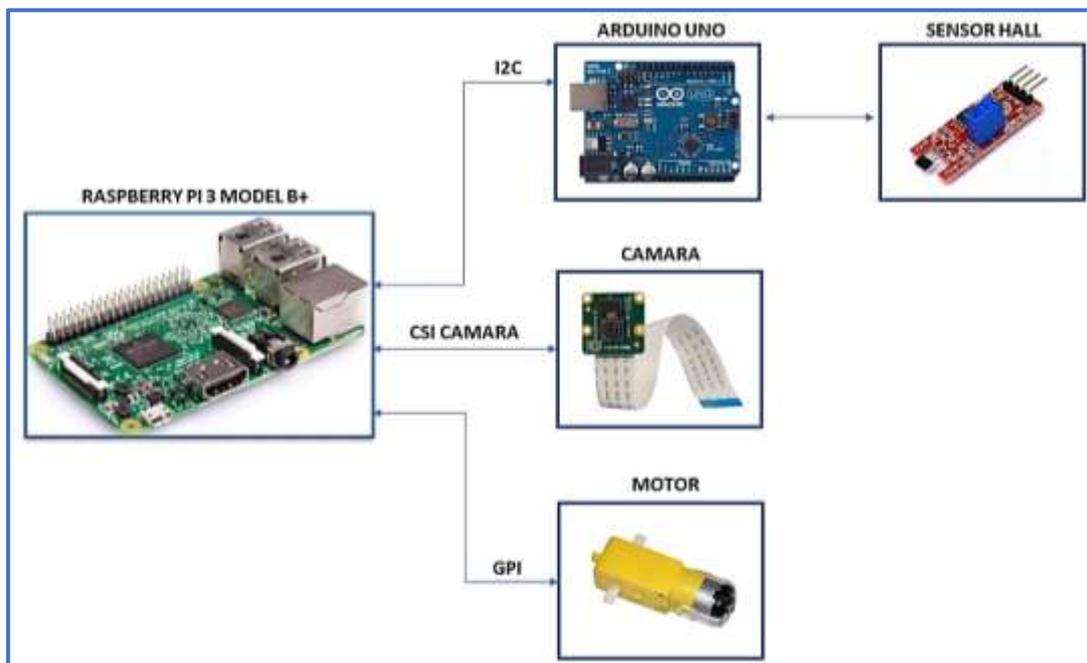


Fig. 15 Diseño de comunicación

Fuente: Autores

3.7.3.1. RASPBERRY PI 3 MODEL B+

Inicialmente actualizamos el software de nuestra Raspberry Pi, que en nuestro caso es Ubuntu Mate 16.04 en nuestra tarjeta de memoria.

3.5.3.1.1 Configuración del sensor Hall (KY-024)

Para la comunicación entre la Raspberry Pi y el sensor tipo Hall utilizamos la comunicación I2C entre la Raspberry y el Arduino Uno, los datos recibidos del sensor al Arduino son analógicos.

- Para activar la comunicación serial se necesita dar los siguientes permisos en el terminal: **sudo chmod 777 /dev/ttyACM0**.
- Para realizar la comunicación debemos instalar la librería Python Serial (**sudo apt-get install python-serial**).
- Utilizamos el comando **import serial** para poder utilizar el puerto serial.
- Introducimos **python sensorcmc.py** para poder ejecutar el script.



Fig. 16 Diagrama de conexión Raspberry Pi, Arduino Uno y Sensor Hall

Fuente: Autores

3.5.3.1.2 Configuración de la cámara de la Raspberry Pi

- Conectamos el módulo de la cámara en el puerto J3 el mismo que cuenta con una serigrafía en el PCB (Printed Circuit Board).
- Una vez que la cámara se encuentre correctamente conectada encendemos el Raspberry Pi, y en la consola ejecutamos el comando **sudo raspi-config**.
- Para ejecutar el script de la cámara usamos el comando **sudo python3 appCam.py**



Fig. 17 Conexión de la cámara a la Raspberry Pi

Fuente: Autores

3.5.3.1.3 Configuración del motor

Para esta conexión se utilizó un puente H que posee un circuito integrado L298N que nos permite controlar el motor en ambas direcciones, este se encuentra alimentado por una fuente externa de 12 voltios. A la cual va conectado un motor DC (Direct Current) el mismo que está controlado por el script de la Raspberry

La velocidad del motor se encuentra controlada mediante la modulación de ancho de pulso (PWM) que se encarga de controlar la potencia, la utilizamos para controlar la cantidad de energía que va hacia el motor y a la vez la rapidez con que gira el motor.

- Para la ejecución del motor utilizamos el comando **python motor2.py**

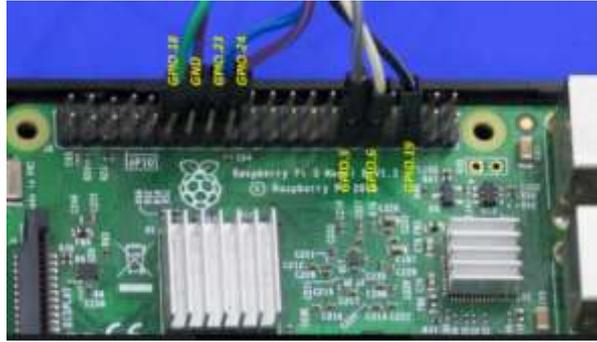


Fig. 18 Conexión del motor a la Raspberry Pi

Fuente: Autores



Fig. 19 Conexión del motor a la Raspberry Pi

Fuente: Autores

3.7.4. VPN CON CONEXIÓN A INTERNET

Para tener salida al internet desde la Universidad Nacional de Chimborazo hacia el servidor utilizamos un túnel SSTP (Secure Socket Tunneling Protocol) ya que es uno de los protocolos más seguros para realizar la tunelización VPN, además es un protocolo muy fiable y estable. El protocolo SSTP nos puede ayudar a evitar la mayoría de los firewalls, mantener los datos fiables y tener una conexión más estable.

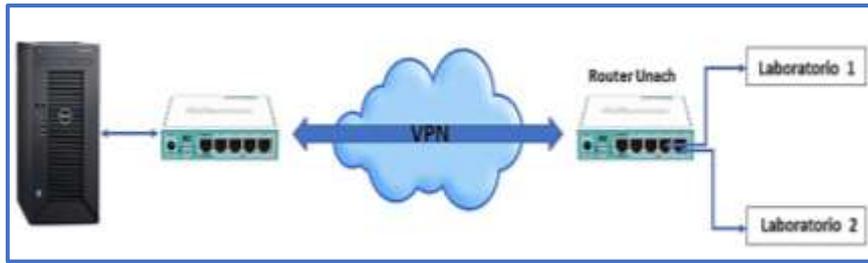


Fig. 20 Esquema de configuración de VPN

Fuente: Autores

3.7.4.1. Configuración de VPN en el router Mikrotik ubicado en la UNACH.

Creación de VPN SSTP-OUT1 desde la Universidad Nacional de Chimborazo hacia la nube.

	Address	Network	Interface
D	4.4.4.2	4.4.4.1	sstp-out 1
	172.16.88.1/24	172.16.88.0	bridge 1
D	192.168.2.102...	192.168.2.0	ether1

Fig. 21 Creación de VPN

Fuente: Autores

Rutas para la conexión de la VPN y creación de la red interna en modo bridge para que los laboratorios tengan conexión mediante la VPN

	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
DAS	0.0.0.0/0	192.168.2.1 reachable ether1	1		
DAC	4.4.4.1	sstp-out 1 reachable	0		4.4.4.2
AS	10.16.16.0/29	4.4.4.1 reachable sstp-out 1	1		
DAC	172.16.88.0/24	bridge 1 reachable	0		172.16.88.1
DAC	192.168.2.0/24	ether1 reachable	0		192.168.2.102
AS	192.168.254.33	4.4.4.1 reachable sstp-out 1	1		
AS	192.168.254.35	4.4.4.1 reachable sstp-out 1	1		

Fig. 22 Rutas VPN

Fuente: Autores

3.7.4.2. Tabla de IP de conexión de VPN

IP	MASCARA	PUERTA DE ENLACE	LABORATORIO
172.16.88.2	255.255.255.0	172.16.88.1	Laboratorio 1
172.16.88.3	255.255.255.0	172.16.88.1	Laboratorio 2

Tabla 5 IP para Laboratorios

Fuente: Autores

```
Terminal
MMM   MMM   KKKK   TTTTTTTTTT   KKKK
MMMM  MMMM  KKKK   TTTTTTTTTT   KKKK
MMM  MMMM  MMM  III  KKKK  KKKK  RRRRRR  OOOOOO   TTT   III  KKKK  KKKK
MMM  MM  MMM  III  KKKKKK  RRR  RRR  OOO  OOO   TTT   III  KKKKKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  OOO  OOO   TTT   III  KKK  KKK
MMM   MMM   III  KKK  KKK  RRR  RRR  OOOOOO   TTT   III  KKK  KKK

[admin@MikroTik] > ping 192.168.254.35
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.254.35                        56 63 36ms
1 192.168.254.35                        56 63 36ms
2 192.168.254.35                        56 63 35ms
```

Fig. 23 Verificación de conexión al servidor

Fuente: Autores

3.7.5. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR

El servidor está realizado con la distribución de Linux Server 18.04 en el cual se debe instalar el Apache y el MySQL que es la base de datos, sobre el mismo se configura la página web de los laboratorios remotos y el entorno virtual.



Fig. 24 Configuración del servidor

Fuente: Autores

3.7.6. REGISTRO DE DATOS PARA LOS DIVERSOS LABORATORIOS.

Para realizar el registro de datos ingresamos a la página <https://labshw.tk/> e ingresamos al sistema como administrador

Editar registro

* Nombre:	<input type="text" value="Bobina de Helmholtz"/>	* Estado:	<input type="text" value="Disponible"/>		
* Descripción:	<input type="text" value="Bobina de Helmholtz"/>				
* IP:	<input type="text" value="172.16.88.3"/>	Dominio:	<input type="text" value="https://lab2.labshw.tk"/>	Puerto:	<input type="text" value="22"/>
* Usuario:	<input type="text" value="laboratorio2"/>	* Clave:	<input type="text" value="Tesis2019"/>	Límite:	<input type="text" value="10:00:00"/>
<input type="button" value="EDITAR"/>		<input type="button" value="CANCELAR"/>			

Fig. 25 Ejemplo de registro de datos de los laboratorios

Fuente: Autores

3.7.7. REGISTRO DE DATOS PARA LOS USUARIO

- Para el registro de un nuevo usuario ingresamos a la página web <https://labshw.tk/> donde ingresamos nuestro usuario y contraseña.
- Luego nos dirigimos a la pestaña de USUARIO y llenamos los datos de los nuevos usuarios y a la vez escogemos la opción dependiendo de lo que se requiera (administrador, usuario, profesor)

Agregar registro

* Nombres:

* Apellidos:

* Email:

* Contraseña:

* Perfil:

- Administrador
- Administrador**
- Profesor
- Estudiante

Fig. 26 Ejemplo de registro de datos de los usuarios

Fuente: Autores

3.7.8. REGISTRO DE DATOS DE LOS SCRIPT

- Para el registro de un nuevo usuario ingresamos a la página web <https://labshw.tk/> donde ingresamos nuestro usuario y contraseña.
- A continuación, llenamos los datos respectivos de los scripts y damos clic en agregar.

Agregar registro

* Lectura de datos:

* Nombre:

* Path:

* Laboratorio:

AGREGAR CANCELAR

Fig. 27 Ejemplo de registro de datos de los scripts

Fuente: Autores

3.7.9. VISUALIZACIÓN DE ESTUDIANTES QUE UTILIZARON LOS LABORATORIOS

Para que el docente pueda observar cuáles estudiantes ingresaron a realizar las prácticas de los laboratorios remotos y a qué hora se debe ingresar a:



Fig. 28 Ingreso a registro de estudiantes

Fuente: Autores

ID	INICIO	FIN	LABORATORIO	LECTURAS	ESTUDIANTE	OPCIONES
360	16:38:26	16:38:26	Laboratorio de campo magnético	51	Carlos Calderón	

Fig. 29 Registro de estudiantes

Fuente: Autores

3.7.10. CREACIÓN DEL ENTORNO VIRTUAL MOODLE

Para la creación del entorno virtual se debe seguir los siguientes pasos:

- Seleccionamos el idioma
- Configuramos las rutas de instalación
- Seleccionamos la base de datos
- Configuramos la base de datos
- Aceptamos las condiciones de la licencia de Moodle
- Ingresamos a la página <https://moodle.labshw.tk/>
- Configuramos la cuenta de administrador
- Configuramos la página principal

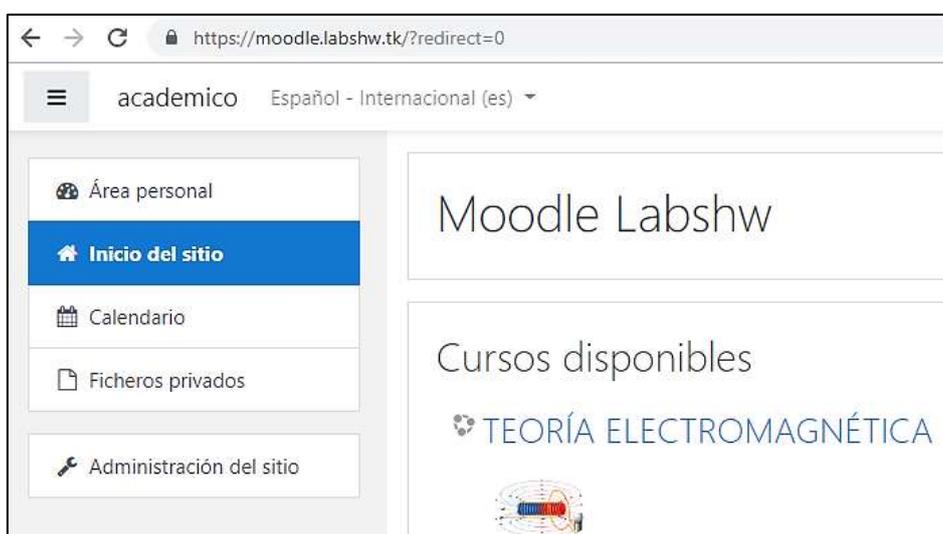


Fig. 30 Creación de entorno virtual

Fuente: Autores

3.7.10.1. Creación de actividades del curso para el Entorno Virtual

- Creación de carpetas para subir la materia respectiva de acuerdo a cada uno de los temas estipulados en el sílabo de la materia. (Ver Anexo 4)

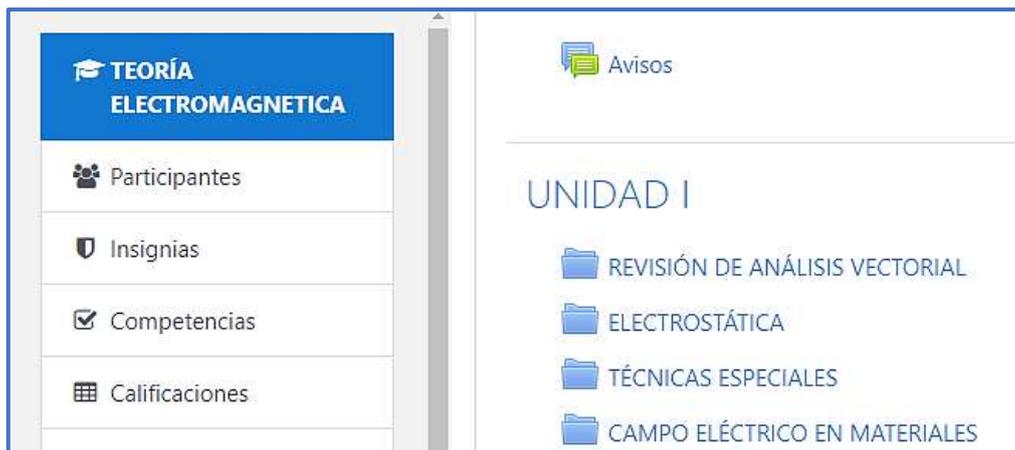


Fig. 31 Ejemplo de creación de carpetas

Fuente: Autores

3.7.10.2. Subida de información a cada una de las unidades con sus respectivos temas

En este apartado se subirá la materia de acuerdo a cada uno de los temas que se encuentren propuestos en cada una de las unidades creadas anteriormente. (Ver Anexo 4)

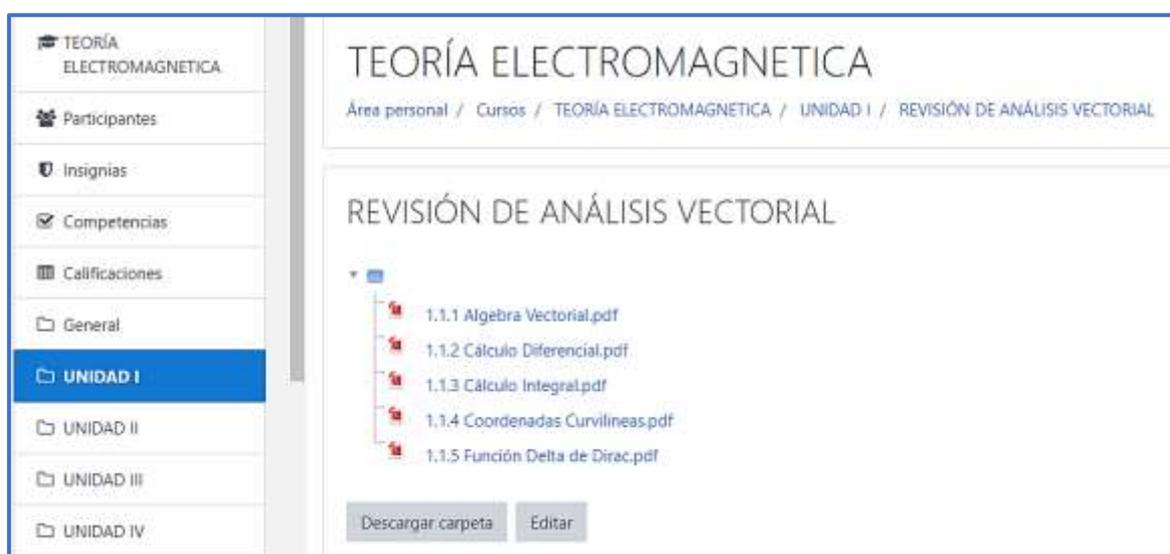


Fig. 32 Ejemplo de la subida de información de cada unidad

Fuente: Autores

3.7.10.3. Creación de Test para simular pruebas pilotos

En este apartado se realizaron varias preguntas que fueron recolectadas de la materia anteriormente subida, para realizar pruebas piloto donde los estudiantes puedan ver en qué estado de conocimientos se encuentran y por otra parte mediante estas preguntas puedan ir reforzando la materia que van revisando con el docente.

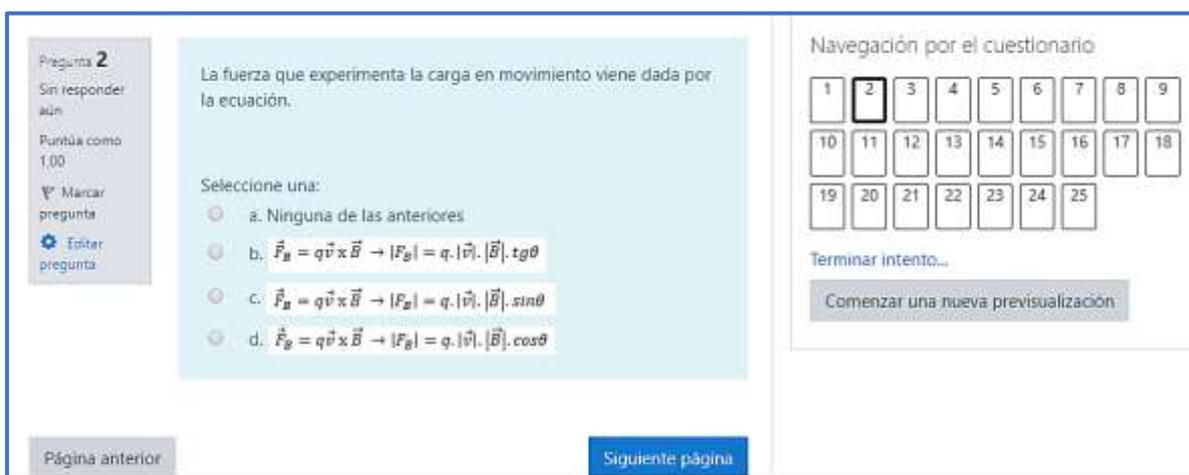


Fig. 33 Ejemplo de preguntas para pruebas pilotos

Fuente: Autores

Cada una de las preguntas tendrá su respectiva calificación y al final se obtendrá un puntaje sobre 10 puntos de acuerdo a sus aciertos



Fig. 34 Modelo de calificación de pruebas pilotos

Fuente: Autores

3.7.10.4. Creación de Chat interactivo

En esta actividad el estudiante podrá estar en contacto con el docente de la materia para resolver alguna duda que tenga o para enterarse de cualquier actividad que sea impuesta para ser realizada.

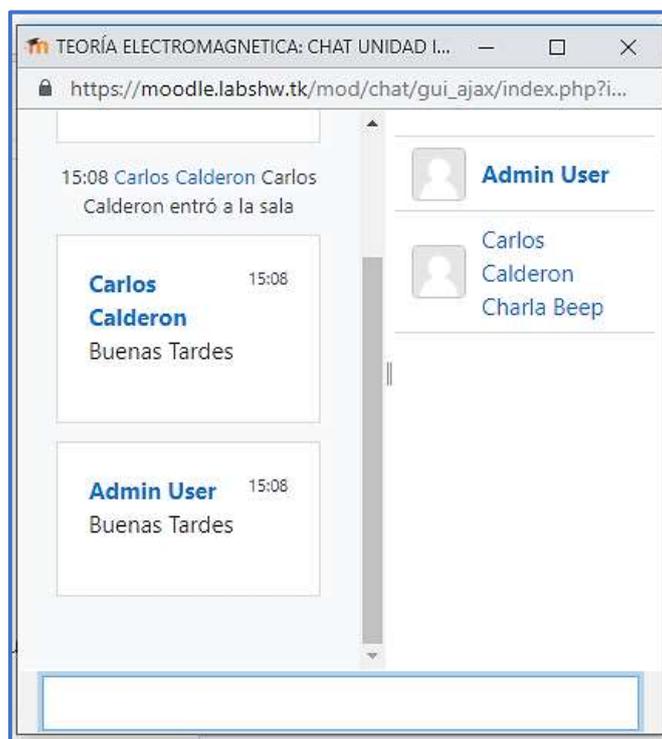


Fig. 35 Modelo de chat interactivo

Fuente: Autores

3.7.10.5. Inserción de videos respecto a temas de cada unidad

Se colocará videos en cada una de las unidades de acuerdo a los temas tratados. Los videos insertados están enlazados mediante un URL el mismo que será visualizado directamente en el entorno virtual. (Ver Anexo 4)



Fig. 36 Ejemplo de video por cada unidad

Fuente: Autores

3.7.10.6. Guías de prácticas de los Laboratorios Remotos y ejercicios en Matlab

Las guías de prácticas de cada Laboratorio Remoto serán subidas en este apartado para que los estudiantes puedan desarrollarlas de acuerdo a lo que se ha realizado en la práctica física



Fig. 37 Guías de prácticas y ejercicios de Matlab

Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

En este capítulo se muestran las diferentes pruebas realizadas sobre los laboratorios remotos, página web y entorno virtual, lo que en conjunto nos muestra la manera correcta de manipulación tanto de los laboratorios remotos como del entorno virtual.

4.1.1. Estructura Interna del Laboratorio Remoto 1 (Campo Magnético)

- 1= Raspberry Pi 3 Model B+
- 2= Conectores de alimentación Input 12V
- 3= Módulo Arduino Uno
- 4= Puente H L298N
- 5= Conector USB
- 6= Conector Serial USB Raspberry
- 7= Conector Rj45
- 8= Bus de datos del módulo de la cámara

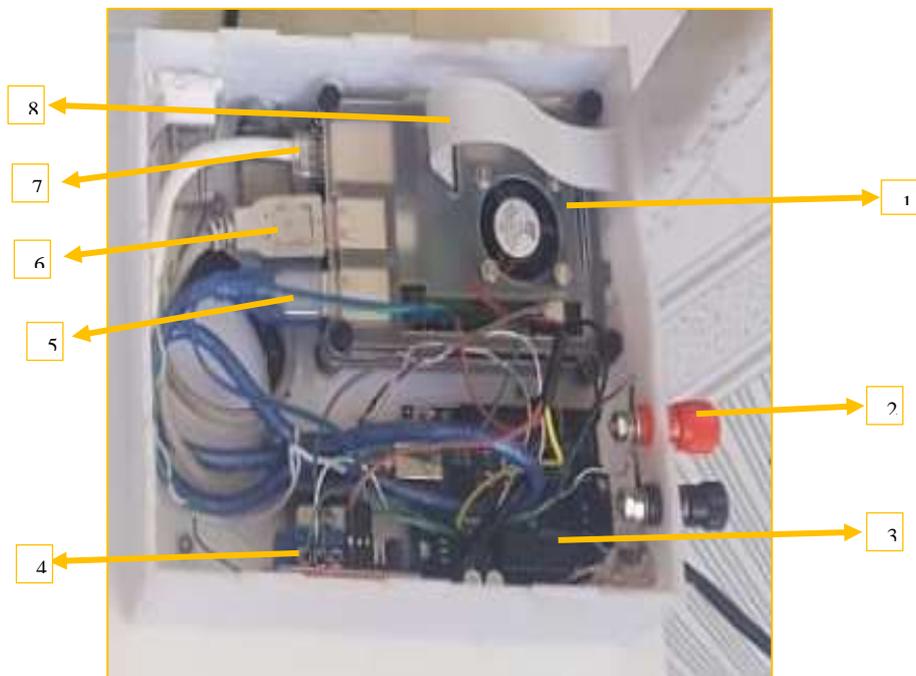


Fig. 38 Parte interna del Laboratorio Remoto 1

Fuente: Autores

4.1.2. Estructura Externa del Laboratorio 1 (Campos Magnético)

- 1= Módulo de cámara de Raspberry Pi 3 Model B+
- 2= Base para cámara
- 3= Base para motor
- 4= Motor y Engranajes
- 5= Modulo de Circuitos
- 6= Imán de Ferrita
- 7= Electroimán
- 8= Imán de Neodimio
- 9= Módulo Efecto Hall KY-024
- 10= Barra transportadora del sensor

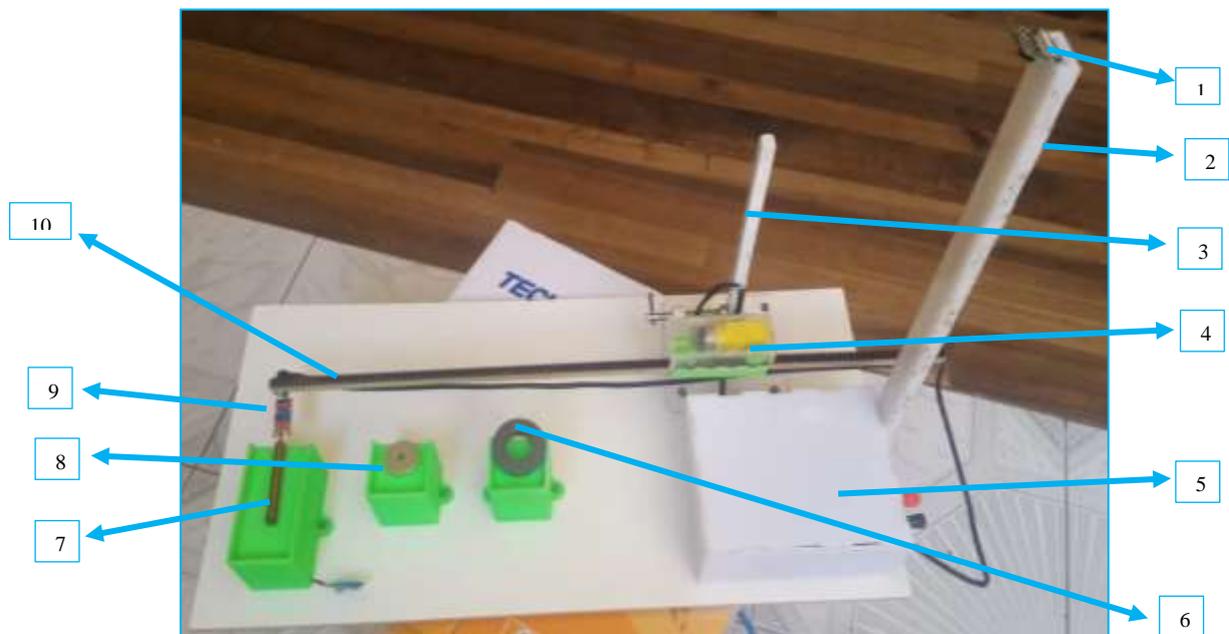


Fig. 39 Parte externa del Laboratorio Remoto 1

Fuente: Autores

4.1.3. Estructura Interna del Laboratorio Remoto 2 (Bobina de Helmholtz)

- 1= Raspberry Pi 3 Model B+
- 2= Conectores de alimentación Input 12V
- 3= Módulo Arduino Uno
- 4= Puente H L298N
- 5= Conector USB
- 6= Conector Serial USB Raspberry
- 7= Conector Rj45
- 8= Bus de datos del módulo de la cámara

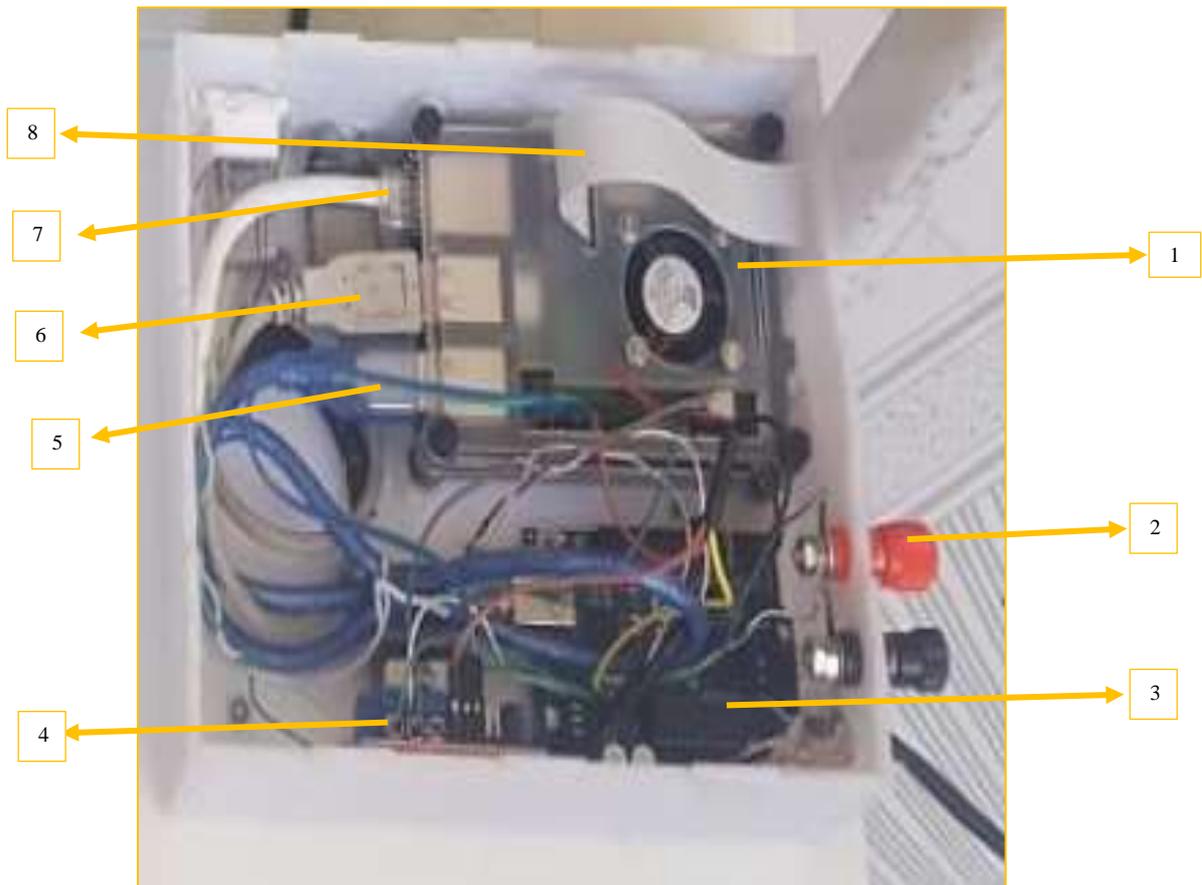


Fig. 40 Parte interna Laboratorio Remoto 2

Fuente: Autores

4.1.4. Estructura Externa del Laboratorio 2 (Bobina de Helmholtz)

- 1= Módulo de Circuitos
- 2= Motor y Engranajes
- 3= Base para motor
- 4= Barra transportadora del sensor
- 5= Módulo Efecto Hall KY-024
- 6= Bobinas de Helmholtz
- 7= Base para cámara
- 8= Módulo de cámara de Raspberry Pi 3 Model B+
- 9= Alimentación para las Bobinas de Helmholtz

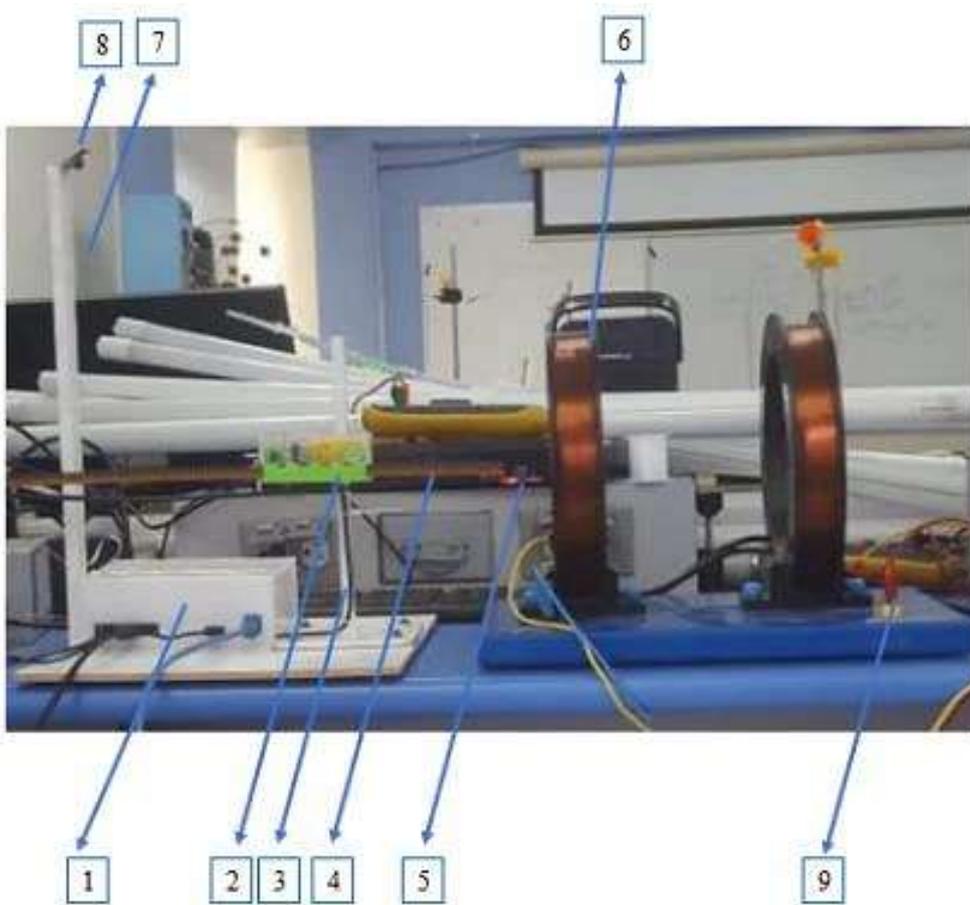


Fig. 41 Parte externa Laboratorio Remoto 2

Fuente: Autores

4.2. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LOS LABORATORIOS REMOTOS

Para ingresar a la página web de los laboratorios remotos entramos a la dirección <https://labshw.tk/> donde tendremos que ingresar nuestro usuario y contraseña para autenticarnos.

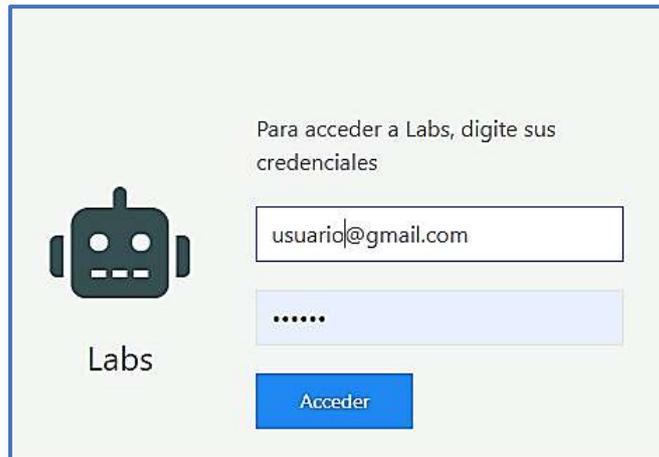


Fig. 42 Pantalla de autenticación

Fuente: Autores

4.2.1. LABORATORIO 1 (ESTUDIO DEL CAMPO MAGNÉTICO DE LOS IMANES)

- Ingresamos a la página principal donde seleccionaremos la opción de Laboratorio de campo magnético



Fig. 43 Pantalla de selección del laboratorio 1

Fuente: Autores

- Al iniciar el laboratorio seleccionado automáticamente se encenderá la cámara la misma que aparecerá al lado izquierdo de la pantalla, la cámara estará transmitiendo en **TIEMPO REAL** mientras sea realizada la práctica.

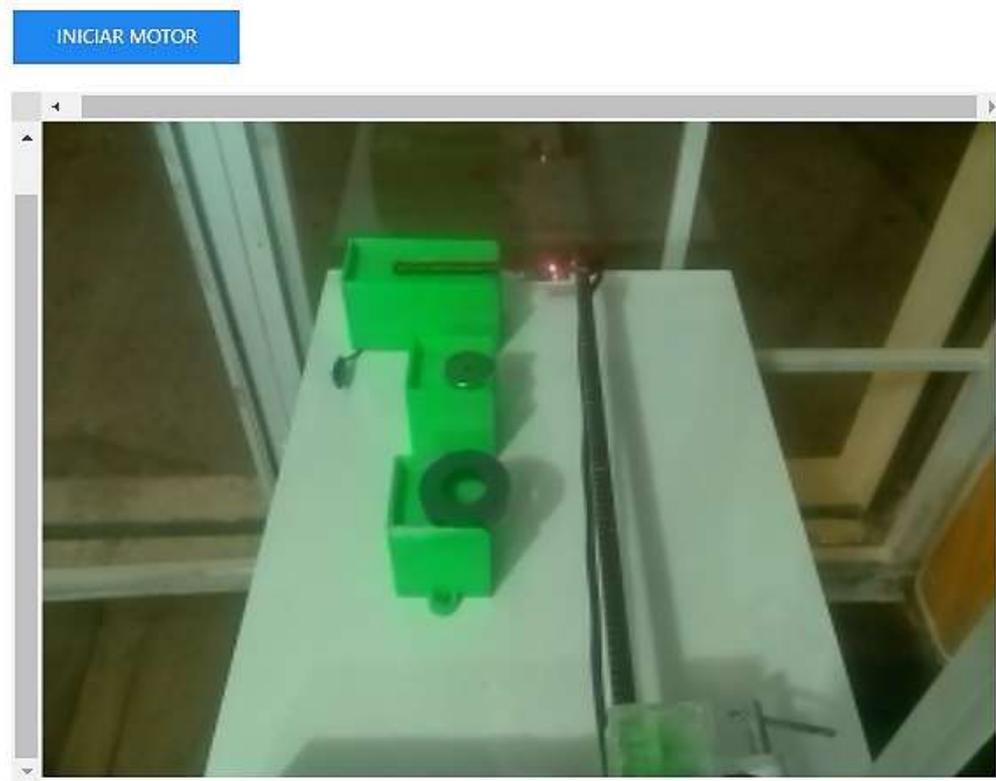


Fig. 44 Inicialización de la cámara

Fuente: Autores

- Para iniciar la toma de datos damos clic sobre el botón **Iniciar Motor**.
- Nos aparecerá un mensaje que dice Cargando el mismo que bloqueará que el usuario no pueda realizar ninguna otra acción mientras dura la toma de datos

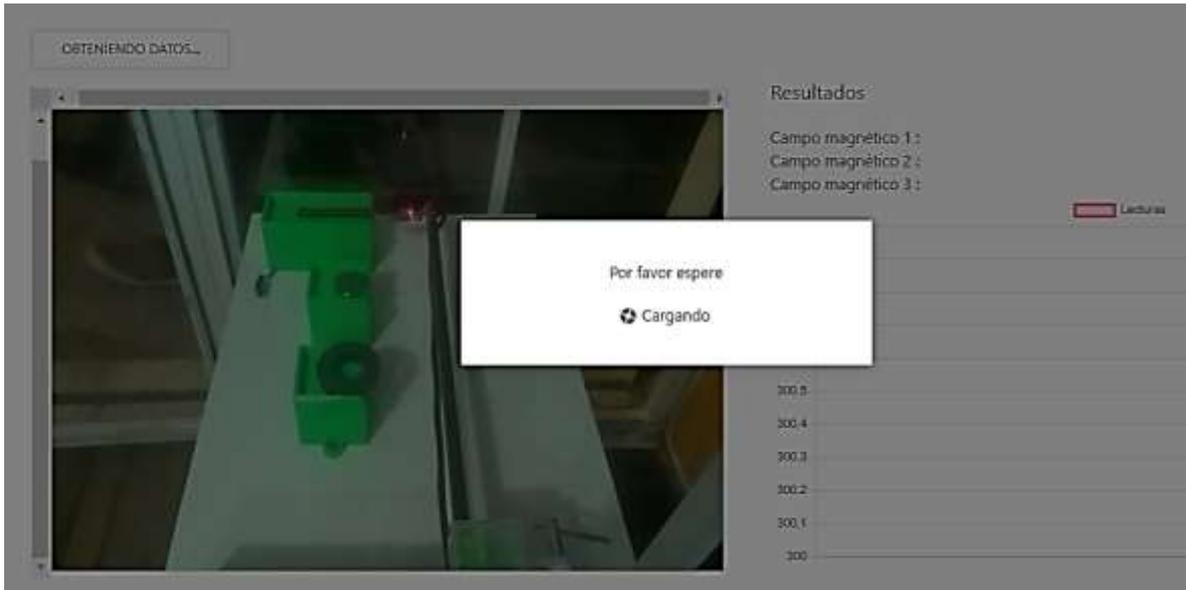


Fig. 45 Mensaje de carga

Fuente: Autores

4.2.1.1. RESULTADO DE MEDICIONES DEL LABORATORIO 1

- Obtenemos la gráfica de los datos tomados del campo magnético de los diferentes elementos.



Fig. 46 Gráfica final

Fuente: Autores

- 1= En esta tabla tenemos el valor más alto de cada Valor medido

Campo Magnético 1	Imán de ferrita	419
Campo Magnético 2	Imán de Neodimio	434
Campo Magnético 3	Electroimán	497

Tabla 6 Equivalencias de Valor Medido

Fuente: Autores

El valor medido es la diferencia entre el valor inicial menos el valor medido, entonces

Objeto	Valor inicial	Valor medido	Cálculo	Campo Magnético (Gauss)
Imán de ferrita	508	419	508-419	89
Imán de Neodimio	508	434	508-434	74
Electroimán	508	497	508-497	11

Tabla 7 Equivalencias de Valor Medido

Fuente: Autores

- Descargamos el reporte generado en una tabla de Excel que se encuentra como una opción adicional en la página web.



Fig. 47 Descarga de datos en Excel del Laboratorio 1

Fuente: Autores

- Datos obtenidos de la medición del campo magnético en el Laboratorio 1

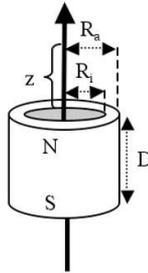
Densidad de Campo	Fecha	Hora	ID
504	2019-07-07	09:17:52	358
503	2019-07-07	09:17:52	358
505	2019-07-07	09:17:53	358
503	2019-07-07	09:17:53	358
507	2019-07-07	09:17:53	358
508	2019-07-07	09:17:53	358
509	2019-07-07	09:17:54	358
502	2019-07-07	09:17:54	358
508	2019-07-07	09:17:54	358
504	2019-07-07	09:17:54	358
507	2019-07-07	09:17:55	358
508	2019-07-07	09:17:55	358
505	2019-07-07	09:17:55	358
504	2019-07-07	09:17:55	358
508	2019-07-07	09:17:56	358
508	2019-07-07	09:17:56	358
504	2019-07-07	09:17:56	358
506	2019-07-07	09:17:56	358
503	2019-07-07	09:17:57	358
503	2019-07-07	09:17:57	358
505	2019-07-07	09:17:57	358
504	2019-07-07	09:17:57	358
504	2019-07-07	09:17:58	358
504	2019-07-07	09:17:58	358
508	2019-07-07	09:17:58	358
504	2019-07-07	09:17:58	358
506	2019-07-07	09:17:59	358
508	2019-07-07	09:17:59	358
505	2019-07-07	09:17:59	358
503	2019-07-07	09:17:59	358
506	2019-07-07	09:18:00	358
507	2019-07-07	09:18:00	358
505	2019-07-07	09:18:00	358

Tabla 8 Datos medidos por el sensor de campo magnético

Fuente: Autores

4.2.1.2. CÁLCULOS DEL LABORATORIO 1

DATOS PARA EL IMÁN DE FERRITA



$$B_r = 4100 \text{ G}$$

$$z = 5 \text{ mm}$$

$$D = 10 \text{ mm}$$

$$R_a = 22 \text{ mm}$$

$$R_i = 6 \text{ mm}$$

Mediante la ecuación $B = \frac{B_r}{2} \left[\frac{D+z}{\sqrt{R_a^2+(D+z)^2}} - \frac{z}{\sqrt{R_i^2+z^2}} - \left(\frac{D+z}{\sqrt{R_i^2+(D+z)^2}} - \frac{z}{\sqrt{R_a^2+z^2}} \right) \right]$ (Ecuación

1) y utilizando la herramienta de Matlab se realizó el cálculo matemático del flujo magnético del **imán de Ferrita**

```
1
2 - Br=input('Material del iman Br: ');
3 - z=input ('Distancia sobre el eje de simetria de una superficie polar z: ');
4 - D=input ('Espesor a lo alto del cilindro D: ');
5 - Ra=input ('Radio externo del arco Ra: ');
6 - Ri=input ('Radio interno del arco Ri: ');
7 - aux1=(z/sqrt((Ri^2)+(z^2)));
8 - aux2=(D+z)/sqrt((Ri^2)+((D+z)^2));
9 - aux3=aux2-aux1;
10 - aux4=z/sqrt((Ra^2)+(z^2));
11 - aux5=(D+z)/sqrt(Ra^2+(D+z)^2);
12 - aux6=aux5-aux4-aux3;
13 - B=((Br/2)*aux6)
```

Fig. 48 Código en Matlab

Fuente: Autores

```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> Calculo_iman
Material del iman Br: 4100
Distancia sobre el eje de simetria de una superficie polar z: 5
Espesor a lo alto del cilindro D: 10
Radio externo del arco Ra: 22
Radio interno del arco Ri: 6

```

Fig. 49 Ingreso de datos en Matlab

Fuente: Autores

```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

B =

    87.6144

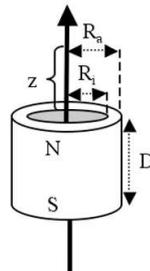
fx >>

```

Fig. 50 Resultado del cálculo realizado en Matlab

Fuente: Autores

DATOS PARA EL IMÁN DE NEODIMIO



- $B_r = 10800 \text{ G}$
- $z = 10\text{mm}$
- $D = 3\text{mm}$
- $R_a = 14\text{mm}$
- $R_i = 2.5\text{mm}$

Mediante la ecuación
$$B = \frac{B_r}{2} \left[\frac{D+z}{\sqrt{R_a^2+(D+z)^2}} - \frac{z}{\sqrt{R_a^2+z^2}} - \left(\frac{D+z}{\sqrt{R_i^2+(D+z)^2}} - \frac{z}{\sqrt{R_i^2+z^2}} \right) \right]$$

(Ecuación 2) y utilizando la herramienta de Matlab se realizó el cálculo matemático del flujo magnético del **imán de Neodimio**

```

1
2 - Br=input('Material del iman Br: ');
3 - z=input ('Distancia sobre el eje de simetria de una superficie polar z: ');
4 - D=input ('Espesor a lo alto del cilindro D: ');
5 - Ra=input ('Radio externo del arco Ra: ');
6 - Ri=input ('Radio interno del arco Ri: ');
7 - aux1=(z/sqrt((Ri^2)+(z^2)));
8 - aux2=(D+z)/sqrt((Ri^2)+((D+z)^2));
9 - aux3=aux2-aux1;
10 - aux4=z/sqrt((Ra^2)+(z^2));
11 - aux5=(D+z)/sqrt(Ra^2+(D+z)^2);
12 - aux6=aux5-aux4-aux3;
13 - B=((Br/2)*aux6)

```

Fig. 51 Código en Matlab

Fuente: Autores

```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> Calculo_iman
Material del iman Br: 10800
Distancia sobre el eje de simetria de una superficie polar z: 10
Espesor a lo alto del cilindro D: 3
Radio externo del arco Ra: 14
fx Radio interno del arco Ri: 2.5

```

Fig. 52 Ingreso de datos en Matlab

Fuente: Autores

```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

B =

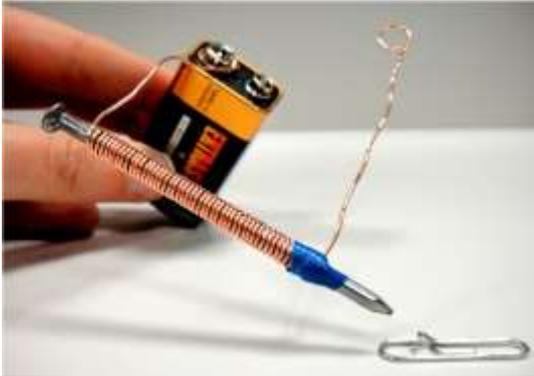
    70.7527

```

Fig. 53 Resultado del cálculo realizado en Matlab

Fuente: Autores

DATOS PARA EL ELECTROIMÁN



$$\begin{aligned}n &= 100 \\u &= 200 \\C &= 7.5 \text{ mm} \\n &= 0.1\end{aligned}$$

Mediante la ecuación $B = \frac{n^2 \cdot 1.255 \cdot 3.1416 \cdot r^2 \cdot \mu}{C \cdot 10^4}$ (Ecuación 3) y utilizando la herramienta de Matlab se realizó el cálculo matemático del flujo magnético del Electroimán

```
1
2 - n=input('numero de vueltas n: ');
3 - C=input('longitud de la bobina en cm: ');
4 - r=input('rsdio de la bobina : ');
5 - u=input('permitividad de la base :');
6 - a=(n^2*1.255*(3.1416*r^2*u))/(C*10^4)
7 - b=a*10000|
```

Fig. 54 Código en Matlab

Fuente: Autores

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> Calculo_electroiman
numero de vueltas n: 100
longitud de la bobina en cm: 200
rsdio de la bobina : 7.5
fx permitividad de la base :0.1|
```

Fig. 55 Ingreso de datos en Matlab

Fuente: Autores

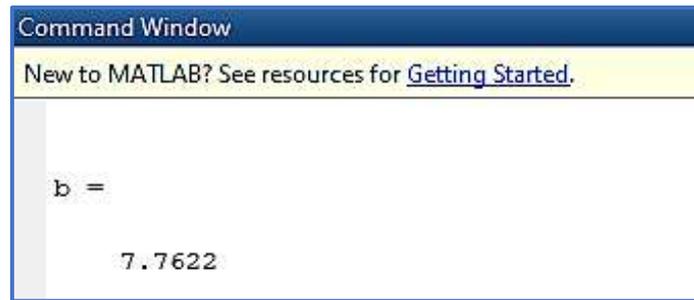


Fig. 56 Resultado del cálculo realizado en Matlab

Fuente: Autores

4.2.1.3. VALIDACIÓN DE DATOS MEDIDOS Y DATOS CALCULADOS

Realizamos una tabla de comparación entre los valores obtenidos mediante el sensor hall KY-024 y los valores obtenidos mediante el cálculo matemático utilizando el software de Matlab

OBJETO	VALOR MEDIDO(Gauss)	VALOR CALCULADO (Gauss)
Imán de Ferrita	89	87.61
Imán Neodimio	74	70.75
Electroimán	11	7.76

Tabla 9 Comparación de datos de campo magnético

Fuente: Autores

- Con el archivo descargado anteriormente generaremos una nueva gráfica utilizando el software de Matlab con la cual se podrá realizar una comparación con la gráfica anteriormente obtenida de la página web

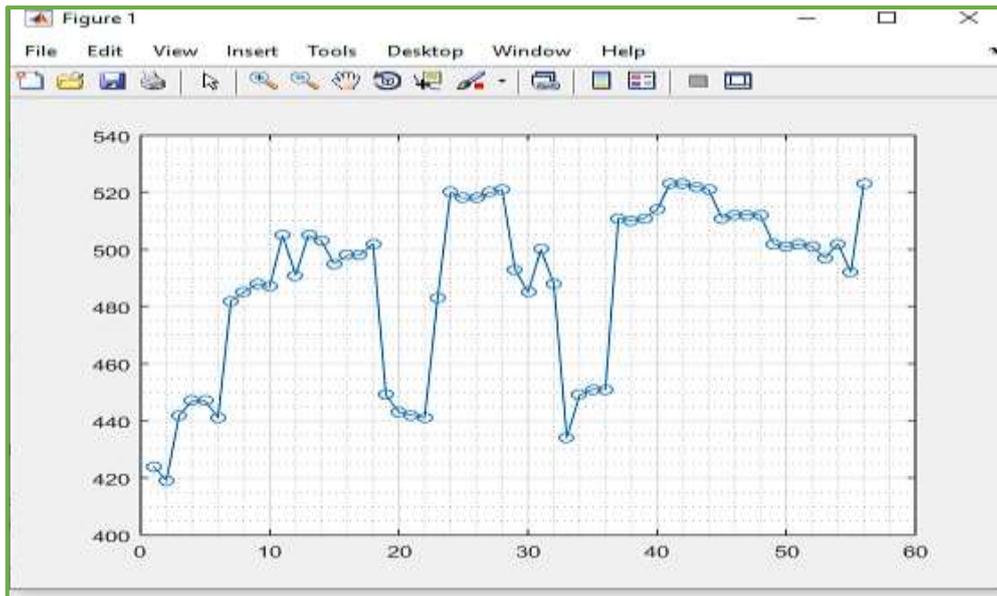


Fig. 57 Gráfica en Matlab

Fuente: Autores

4.2.1.4. PRUEBAS REALIZADAS CON LOS ESTUDIANTES

Finalmente se realizó las pruebas del laboratorio remoto 1 con la ayuda de varias personas



Fig. 58 Preparación de fuentes para alimentación de laboratorio 1

Fuente: Autores



Fig. 59 Pruebas del laboratorio 1

Fuente: Autores

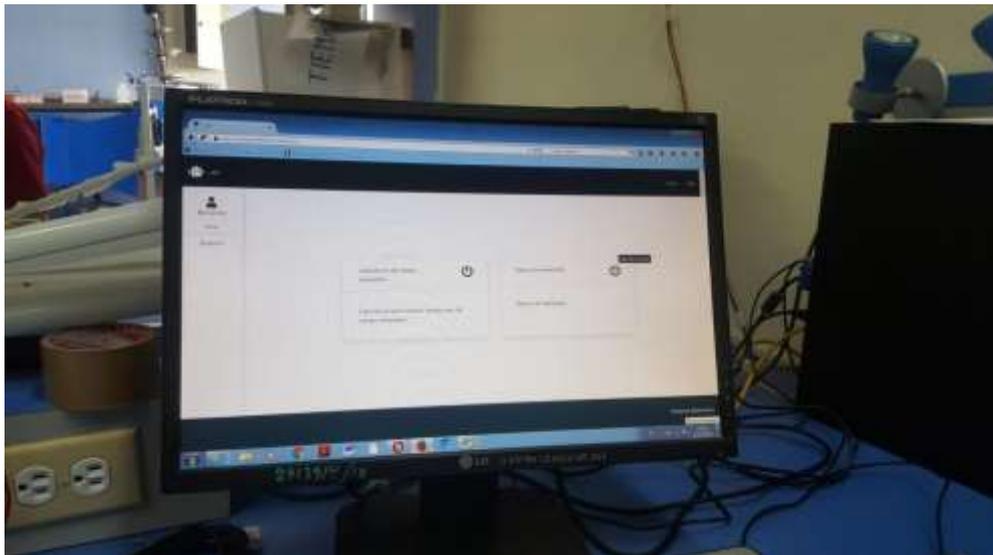


Fig. 60 Visualización de resultados en la pantalla

Fuente: Autores

4.2.2. LABORATORIO 2 (ESTUDIO DEL CAMPO MAGNÉTICO LAS BOBINAS DE HELMHOLTZ)

- Ingresamos a la página principal donde seleccionaremos la opción de Laboratorio de Bobinas de Helmholtz.

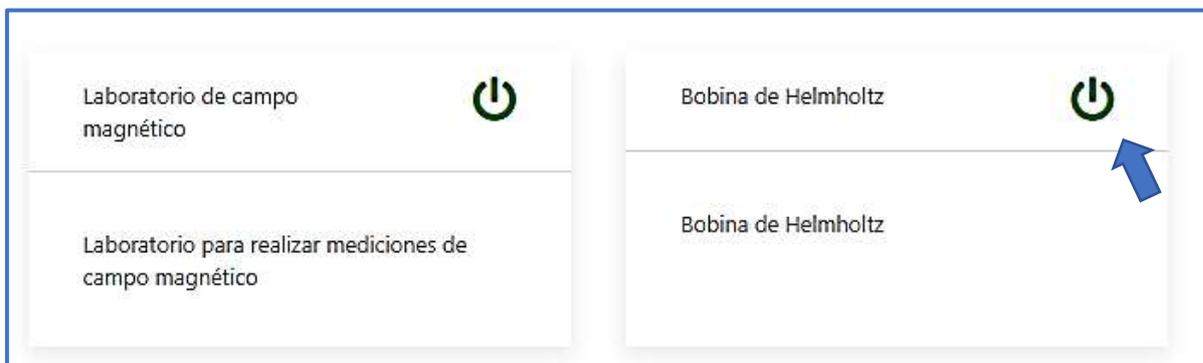


Fig. 61 Pantalla de selección del laboratorio 2

Fuente: Autores

- Al iniciar el laboratorio seleccionado automáticamente se encenderá la cámara la misma que aparecerá al lado izquierdo de la pantalla, la cámara estará transmitiendo en **TIEMPO REAL** mientras sea realizada la práctica.



Fig. 62 Inicialización de la cámara

Fuente: Autores

- Para iniciar la toma de datos damos clic sobre el botón **Iniciar Motor**.
- Nos aparecerá un mensaje que dice Cargando el mismo que bloqueara que el usuario no pueda realizar ninguna otra acción mientras dura la toma de datos

4.2.2.1. RESULTADO DE MEDICIONES DEL LABORATORIO 2

- Obtenemos la gráfica de los datos tomados del campo magnético de los diferentes elementos.



Fig. 63 Gráfica medición campo magnético de bobinas de Helmholtz

Fuente: Autores

- **1=** En esta tabla tenemos el valor más alto de cada Valor medido

Campo Magnético 3	Cuando z=0	486
Campo Magnético 2	Cuando z=9	493
Campo Magnético 1	Cuando z= 18	490

Tabla 10 Equivalencias de Valor Medido

Fuente: Autores

El valor medido es la diferencia entre el valor inicial menos el valor medido, entonces

Objeto	Valor inicial	Valor medido	Cálculo	Campo Magnético (Gauss)
Cuando z=0cm	508	489	508-489	19
Cuando z=9cm	508	493	508-493	15
Cuando z=18cm	508	490	508-490	18

Tabla 11 Equivalencias de Valor Medido

Fuente: Autores

- Descargamos el reporte generado en una tabla de Excel que se encuentra como una opción adicional en la página web.



Fig. 64 Descarga de datos en Excel del Laboratorio 2

Fuente: Autores

- Datos obtenidos de la medición del campo magnético en el Laboratorio 2

Valor medido	Fecha	Hora	ID
525	2019-07-15	11:28:29	351
525	2019-07-15	11:28:29	351
525	2019-07-15	11:28:29	351
525	2019-07-15	11:28:29	351
523	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
522	2019-07-15	11:28:29	351
515	2019-07-15	11:28:31	351
515	2019-07-15	11:28:31	351
515	2019-07-15	11:28:31	351
515	2019-07-15	11:28:31	351
513	2019-07-15	11:28:31	351
511	2019-07-15	11:28:32	351
510	2019-07-15	11:28:32	351
510	2019-07-15	11:28:32	351
510	2019-07-15	11:28:32	351
510	2019-07-15	11:28:32	351
510	2019-07-15	11:28:32	351

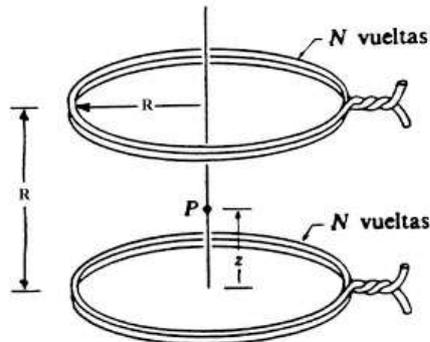
510	2019-07-15	11:28:32	351
510	2019-07-15	11:28:32	351
510	2019-07-15	11:28:32	351
511	2019-07-15	11:28:32	351
507	2019-07-15	11:28:33	351
507	2019-07-15	11:28:33	351
508	2019-07-15	11:28:33	351
519	2019-07-15	11:28:33	351
508	2019-07-15	11:28:33	351
515	2019-07-15	11:28:33	351
506	2019-07-15	11:28:33	351
510	2019-07-15	11:28:33	351
506	2019-07-15	11:28:33	351
512	2019-07-15	11:28:33	351
504	2019-07-15	11:28:34	351
504	2019-07-15	11:28:34	351
506	2019-07-15	11:28:34	351
510	2019-07-15	11:28:34	351
513	2019-07-15	11:28:34	351
504	2019-07-15	11:28:34	351
521	2019-07-15	11:28:34	351
509	2019-07-15	11:28:34	351
514	2019-07-15	11:28:34	351
505	2019-07-15	11:28:34	351
519	2019-07-15	11:28:35	351
507	2019-07-15	11:28:35	351
504	2019-07-15	11:28:35	351
510	2019-07-15	11:28:35	351
504	2019-07-15	11:28:35	351
504	2019-07-15	11:28:35	351
504	2019-07-15	11:28:35	351
506	2019-07-15	11:28:35	351
518	2019-07-15	11:28:35	351
504	2019-07-15	11:28:35	351
505	2019-07-15	11:28:36	351
515	2019-07-15	11:28:36	351
505	2019-07-15	11:28:36	351
510	2019-07-15	11:28:36	351
506	2019-07-15	11:28:36	351
506	2019-07-15	11:28:36	351
505	2019-07-15	11:28:36	351

Tabla 12 Datos medidos por el sensor de campo magnético

Fuente: Autores

4.2.2.2. CÁLCULOS DEL LABORATORIO 2

DATOS DE LAS BOBINA



- Cuando $z=0$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor inicial)
- Cuando $z=9\text{cm}$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor medio)
- Cuando $z=18\text{cm}$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor final)

Mediante la ecuación $B(z) = \frac{N\mu_0 i R^2}{2} \left[\frac{1}{(R^2+z^2)^{3/2}} + \frac{1}{[R^2+(R-z)^2]^{3/2}} \right]$ (Ecuación 4) y utilizando la herramienta de Matlab se realizó el cálculo matemático del flujo magnético de las Bobinas de Helmholtz

```
1
2 - z=input('Distancia en cm: ');
3 - r=input('Radio de las Bobinas en cm: ');
4 - N=input('Numero de Vueltas : ');
5 - R=input('Distancia entre las 2 Bobinas : ');
6 - u=input('Permitividad del Material');
7 - i=input('Corriente')
8 - ecu1=(1/(R^2+(R-z)^2)^3/2);
9 - ecu2=(1/(R^2+z^2)^3/2);
0 - ecu3=(N*u*i*R^2)/2;
1 - B=ecu3*(ecu2+ecu1)
```

Fig. 65 Código en Matlab

Fuente: Autores

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

Bobina
Distancia en cm: 0
Radio de las Bobinas en cm: 5
Numero de Vueltas : 52
Distancia entre las 2 Bobinas :18
Permitividad del Material: 1
fx Corriente: 4|
```

Fig. 66 Ingreso de datos en Matlab

Fuente: Autores

Cuando $z=0$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor inicial)

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

B =

    22.2908
```

Fig. 67 Resultado del cálculo realizado en Matlab

Fuente: Autores

Cuando $z=9\text{cm}$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor medio)

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

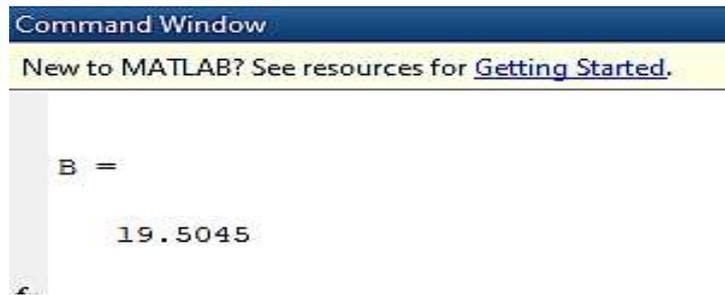
B =

    17.7534
```

Fig. 68 Resultado del cálculo realizado en Matlab

Fuente: Autores

Cuando $z=18\text{cm}$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor final)



```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

B =
    19.5045
```

Fig. 69 Resultado del cálculo realizado en Matlab

Fuente: Autores

4.2.2.3. VALIDACIÓN DE DATOS MEDIDOS Y DATOS CALCULADOS

Realizamos una tabla de comparación entre los valores obtenidos mediante el sensor hall KY-024 y los valores obtenidos mediante el cálculo matemático utilizando el software de Matlab

Objeto	Valor medido	Campo Magnético (Gauss)
Cuando $z=0\text{cm}$	19	22.29
Cuando $z=9\text{cm}$	15	17.74
Cuando $z=18\text{cm}$	18	19.50

Tabla 13 Comparación de datos de campo magnético

Fuente: Autores

- Con el archivo descargado anteriormente generaremos una nueva grafica utilizando el software de Matlab con la cual se podrá realizar una comparación con la gráfica anteriormente obtenida de la página web

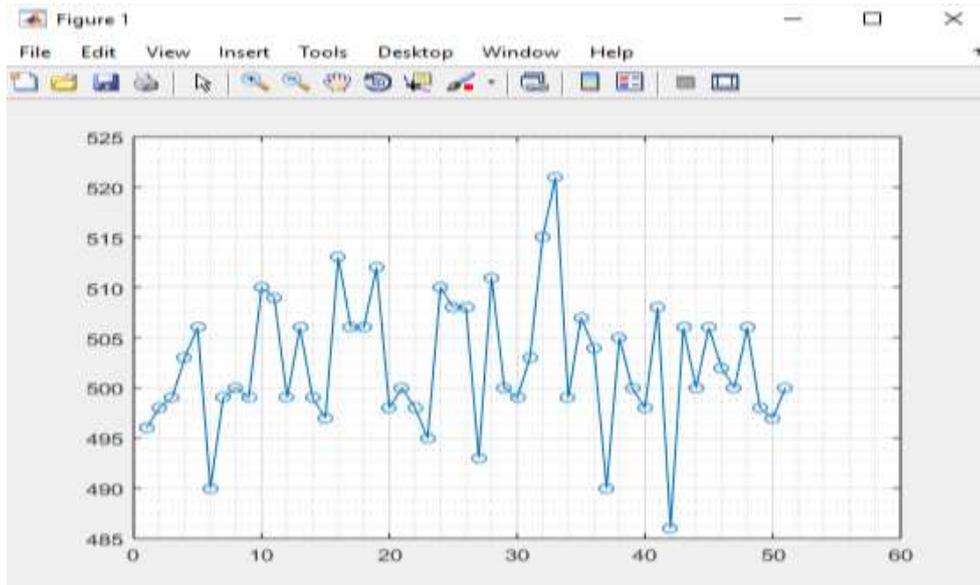


Fig. 70 Gráfica en Matlab

Fuente: Autores

4.2.2.4. PRUEBAS REALIZADAS CON LOS ESTUDIANTES

Finalmente se realizó las pruebas del laboratorio remoto 2 con la ayuda de varias personas

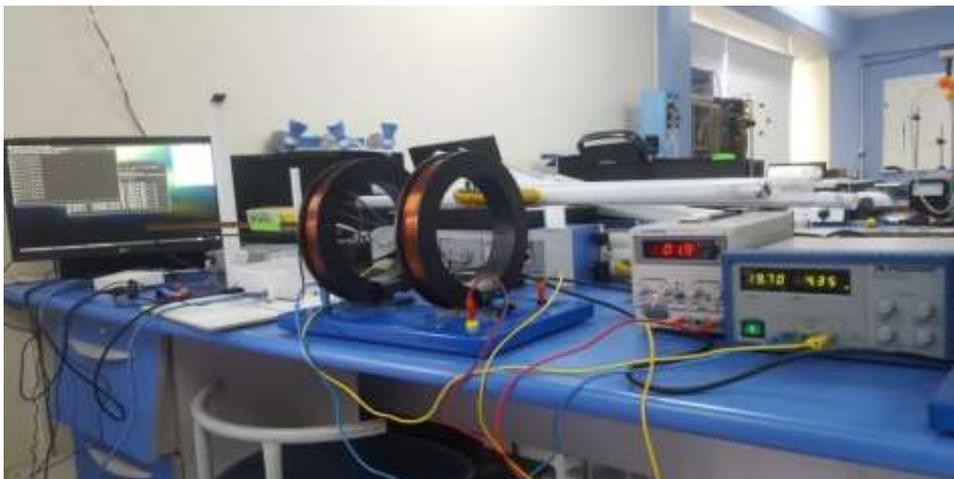


Fig. 71 Implementación del laboratorio 2

Fuente: Autores



Fig. 72 Prueba de funcionamiento de bobinas de Helmholtz

Fuente: Autores



Fig. 73 Prueba del laboratorio 2 con los estudiantes

Fuente: Autores



Fig. 74 Prueba del laboratorio 2 con los docentes

Fuente: Autores



Fig. 75 Revisión del laboratorio 2 con el docente tutor

Fuente: Autores

4.2.3. GUÍAS DE PRÁCTICAS

4.2.3.1. GUÍA DE PRÁCTICA 1.- Medición de campo magnético de imanes y electroimán.

LABORATORIO REMOTO

PRÁCTICA 1 ESTUDIO DE IMANES

1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la toma de datos de los diferentes elementos que constan el laboratorio remoto 1

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar el flujo magnético de los imanes
- Medir el flujo magnético de los imanes

2. MATERIALES

- a. 2 imanes en forma de anillo y un electroimán
- b. 1 sensor tipo Hall (KY-024)
- c. 1 motor con engranaje
- d. 1 Arduino uno
- e. 1 Raspberry pi 3 Model B+
- f. 1 batería de 9v
- g. 1 Fuente DC de 12v
- h. 1 módulo de cámara para Arduino
- i. Cables puente
- j. 1 computadora

3. PROCEDIMIENTO

NOTA: Todas las observaciones y mediciones que realice en esta práctica lo vamos hacer remotamente.

- a. Para descargar la guía de práctica del Laboratorio Remoto nos dirigimos.
 - <https://moodle.labshw.tk/>
 - Vamos al curso Teoría Electromagnética.
 - Damos clic en la pestaña de Laboratorios Remotos y descargamos lo que contiene la carpeta de Laboratorio Remoto 1.
- b. Ingresamos a la siguiente Página Web
- c. <https://labshw.tk/>
- d. Ingresamos con nuestro usuario y clave



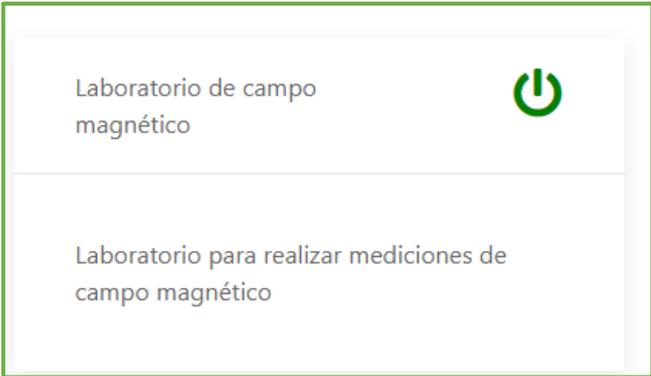
Para acceder a Labs, digite sus credenciales

carlos@gmail.com

.....

Acceder

- e. Para acceder al laboratorio 1 damos clic en el botón verde del Laboratorio de campo magnético.



Laboratorio de campo magnético

Laboratorio para realizar mediciones de campo magnético

f. Para iniciar la toma de datos damos clic sobre el botón **Iniciar Motor**



g. A continuación, esperamos hasta que el motor realice el barrido por los 2 imanes y el electroimán, la imagen que vemos en la pantalla es en tiempo real y podemos observar siempre encendido un led rojo del sensor que nos indica que el sensor se encuentra encendido. Cuando el sensor detecta campo magnético se encenderá el otro led rojo lo que nos indicará que el sensor está censando.

La gráfica al lado derecho de la pantalla nos muestra los valores medidos por el sensor anteriormente.

En la parte superior de la gráfica nos muestra las tres lecturas del campo magnético más relevantes tomadas de los elementos medidos

NOTA:

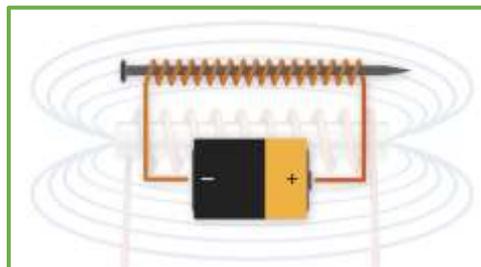
Campo magnético 1----- corresponde al imán de ferrita



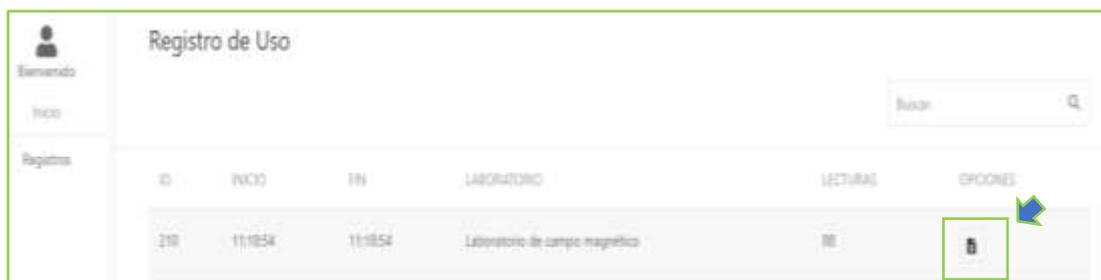
Campo magnético 2 -----corresponde al imán neodimio



Campo magnético 3 -----corresponde al electroimán



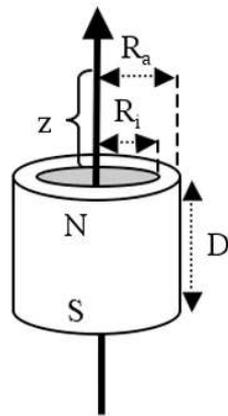
Para importar los datos medidos en una tabla de Excel lo podemos hacer desde el registro de usuario.



4. CÁLCULOS

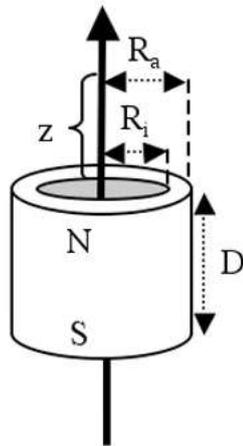
Para realizar una comparativa entre los valores leídos con los valores calculados nos dirigimos a la carpeta antes descargada del laboratorio donde vamos a encontrar scripts de Matlab para hacer los cálculos con los siguientes datos.

DATOS PARA EL IMÁN DE FERRITA



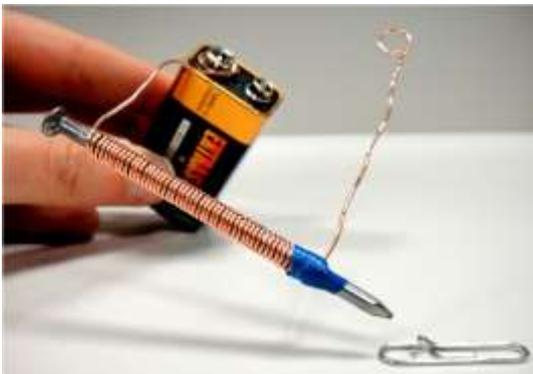
$$\begin{aligned} B_r &= 4100 \text{ G} \\ z &= 5 \text{ mm} \\ D &= 10 \text{ mm} \\ R_a &= 22 \text{ mm} \\ R_i &= 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

DATOS PARA EL IMÁN DE NEODIMIO



$$\begin{aligned} B_r &= 10800 \text{ G} \\ z &= 10 \text{ mm} \\ D &= 3 \text{ mm} \\ R_a &= 14 \text{ mm} \\ R_i &= 2.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

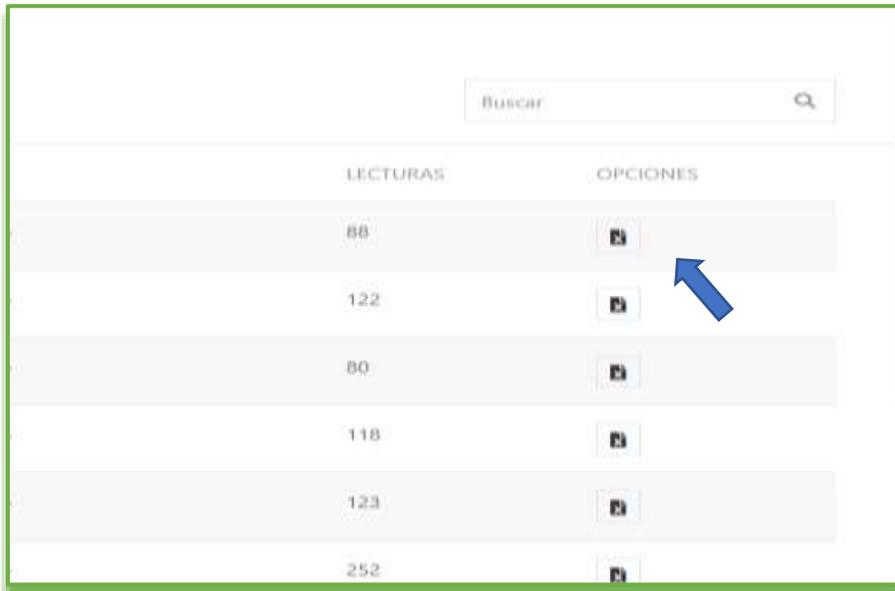
DATOS PARA EL ELECTROIMÁN



$$\begin{aligned} n &= 100 \\ u &= 200 \\ C &= 7.5 \text{ mm} \\ n &= 0.1 \end{aligned}$$

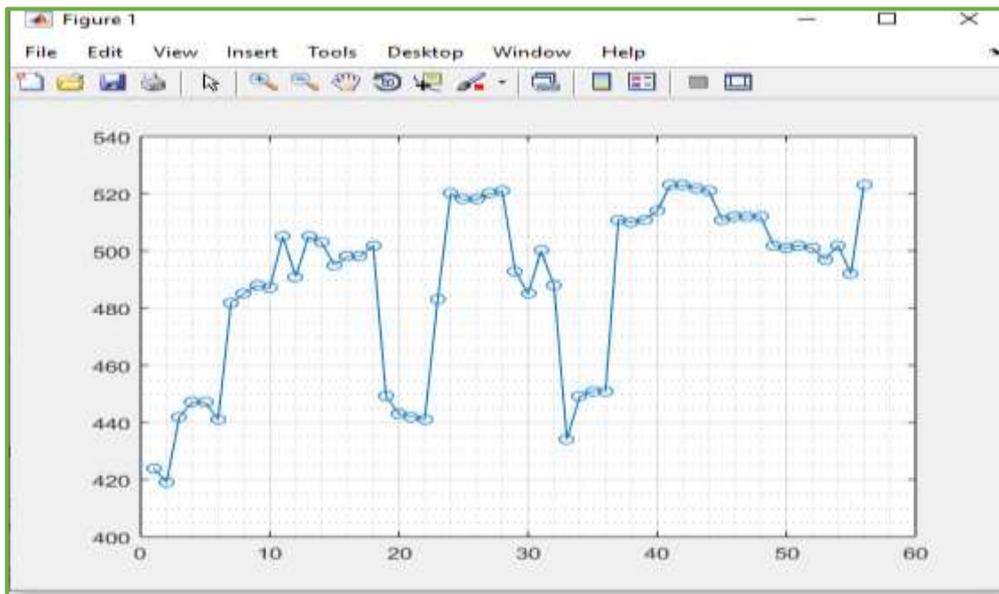
5. RESULTADOS

Descargar la tabla de los datos en Excel que se encuentran como una opción adicional en la página web del laboratorio



LECTURAS	OPCIONES
88	
122	
80	
118	
123	
252	

Con la tabla de Excel descargada del laboratorio realice una gráfica en Matlab y compare la gráfica que muestra el laboratorio remoto



6. CONCLUSIONES

7. RECOMENDACIONES

8. ANEXOS

4.2.3.2. GUÍA DE PRÁCTICA 2.- Medición de campo magnético de las bobinas de Helmholtz.

LABORATORIO REMOTO

PRÁCTICA 2 BOBINA DE HELMHOLTZ

1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la toma de datos de la bobina de Helmholtz

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender a medir y caracterizar campos magnéticos.
- Adquirir conocimientos prácticos sobre distribución espacial de la densidad del campo magnético generado por las bobinas de Helmholtz.

2. INTRODUCCIÓN

Las bobinas de Helmholtz consisten en dos bobinas circulares de radio R y separadas por una distancia igual a su radio. Si ambas espiras tienen un número de arrollamiento igual a N y por ambas espiras circula una corriente I (en el mismo sentido), se tiene que el campo magnético en el centro de las espiras es constante dentro de un volumen de radio R/3. El valor del campo magnético dentro de la espira viene dado por: (González, 2019)

$$B(z) = \mu_0 \frac{8}{\sqrt{125}} \frac{NI}{R}$$

Ecuación 5 Campo magnético dentro de la espira

Fuente: (Castrejón, 2012)

Dado un circuito cerrado recorrido por una corriente continua i, el campo magnético que crea viene dado por la expresión que constituye la ley de Ampere-Laplace o de Biot-Savart. (González, 2019)

$$B = \frac{\mu_{0i}}{4\pi} \int \frac{dl \times \rho}{r^2}$$

Ecuación 6 Campo magnético creado por un circuito cerrado

Fuente: (Castrejón, 2012)

El campo magnético creado por una espira circular en un punto cualquiera es difícil de calcular, pero si consideramos solamente puntos sobre su eje de simetría el cálculo es sencillo, obteniéndose (González, 2019)

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{m}{(R^2 + Z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Ecuación 7 Campo magnético creado por una espira circular

Fuente: (Castrejón, 2012)

En función del momento magnético de la espira

$$m = i \text{ (en este caso } m = ipR^2 \text{)}$$

Esta configuración de espiras frecuentemente empleada (bobinas de Helmholtz), básicamente consisten en dos solenoides circulares del mismo radio R y con un eje común, separados por una distancia tal que la segunda derivada del campo magnético B se anula en el punto del eje equidistante de ambos solenoides (punto medio). Esto se consigue para una separación entre los dos solenoides igual a su radio R. (González, 2019)

Las bobinas de Helmholtz desempeñan un papel importante en la investigación científica, donde se utiliza frecuentemente para producir un campo magnético relativamente uniforme en una pequeña región del espacio. (González, 2019)

El módulo del campo magnético creado por la bobina de Helmholtz en un punto a una distancia z de uno de los solenoides y sobre el eje es: (González, 2019)

$$B(z) = \frac{N\mu_0 i R^2}{2} \left[\frac{1}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{[R^2 + (R - z)^2]^{\frac{3}{2}}} \right]$$

Ecuación 8 Campo magnético sobre el eje

Fuente: (Castrejón, 2012)

cuando las intensidades en los solenoides tienen el mismo sentido, y en el punto medio entre los dos solenoides y sobre el eje, el campo es: (González, 2019)

$$B = \frac{\mu_0 Ni}{R} \frac{8}{5^{\frac{3}{2}}}$$

Ecuación 9 Campo magnético

Fuente: (Castrejón, 2012)

3. MATERIALES

- a. Bobinas de Helmholtz.
- b. Base para motor
- c. Motor con engranaje
- d. Sensor tipo Hall
- e. Fuente de Voltaje.
- f. Arduino
- g. Raspberry pi 3 model B+
- h. Módulo de cámara

4. PROCEDIMIENTO

NOTA: Todas las observaciones y mediciones que realice en esta práctica lo vamos hacer remotamente.

- a. Para descargar la guía de practica del Laboratorio Remoto nos dirigimos.
 - <https://moodle.labshw.tk/>

- Vamos al curso Teoría Electromagnética.
 - Damos clic en la pestaña de Laboratorios Remotos y descargamos lo que contiene la carpeta de Laboratorio Remoto 2.
- b. Ingresamos a la siguiente Página Web
- c. <https://labshw.tk/>
- d. Ingresamos con nuestro usuario y clave



Para acceder a Labs, digite sus credenciales

carlos@gmail.com

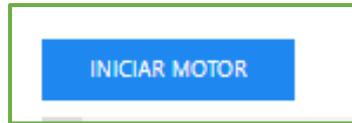
.....

Acceder

- e. Para acceder al laboratorio 2 damos clic en el botón verde del Laboratorio de campo magnético.



f. Para iniciar la toma de datos damos clic sobre el botón **Iniciar Motor**



g. **Caracterización del campo magnético de una bobina.**

En este experimento el estudiante debe medir la distribución radial y axial del campo magnético de una bobina circular. Para realizar la medición del campo magnético se utilizará el sensor ky024. Este sensor basa su funcionamiento en el efecto Hall. El sensor permite medir la componente del campo magnético en la dirección normal al plano del sensor. (González, 2019)

h. **Estudio de la influencia de la separación de las bobinas sobre la distribución del campo magnético.** En este experimento el estudiante debe medir la distribución axial del campo de dos bobinas acopladas con una separación igual al radio de las bobinas. (González, 2019)

NOTA:

Valor medido página web	Valor al que corresponde
Campo magnético 1	Valor inicial de las bobinas de Helmholtz
Campo magnético 2	Valor medio de las bobinas de Helmholtz
Campo magnético 3	Valor Final de las bobinas de Helmholtz

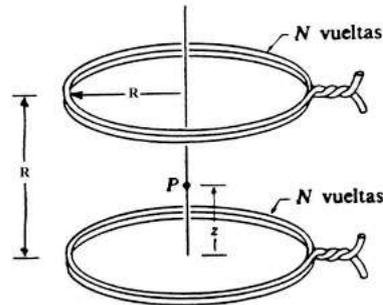
Para importar los datos medidos en una tabla de Excel lo podemos hacer desde el registro de usuario.



5. CÁLCULOS

Para realizar una comparativa entre los valores leídos con los valores calculados nos dirigimos a la carpeta antes descargada del laboratorio donde vamos a encontrar scripts de Matlab para hacer los cálculos con los siguientes datos.

DATOS DE LAS BOBINA



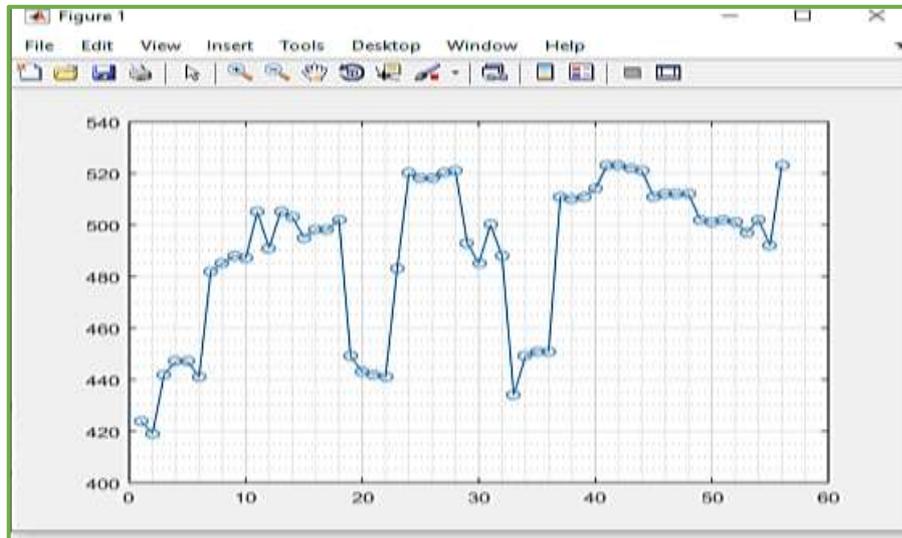
- Cuando $z=0$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor inicial)
- Cuando $z=9\text{cm}$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor medio)
- Cuando $z=18\text{cm}$; $R=18\text{cm}$; $P=0$; $N=52$; $r=8.5\text{cm}$ (valor final)

6. RESULTADOS

- Los resultados de las mediciones se deben organizar en forma de tablas.
- Las distribuciones de campo se deben presentar en forma gráfica.
- Se deben comparar los resultados experimentales con los teóricos
- Se deben analizar las posibles diferencias y sacar conclusiones.

LECTURAS	OPCIONES
88	
122	
80	
118	

Con la tabla de Excel descargada del laboratorio realice una gráfica en Matlab y compare la gráfica que muestra el laboratorio remoto



7. CONCLUSIONES

8. RECOMENDACIONES

9. ANEXOS

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El diseño e implementación de laboratorio remotos y entornos virtuales desarrollados para los estudiantes de la Universidad Nacional de Chimborazo, se realizaron mediante la automatización de las prácticas e innovando nuevos procedimientos que ayuden a facilitar el manejo de dichos laboratorios.
- Para la realización de este proyecto utilizamos aplicaciones de software de código abierto para lograr reducir el costo de equipos y de licencias que eran necesarias para esta implementación.
- Esta implementación brinda la facilidad a los estudiantes y docentes de poder ingresar a los laboratorios remotos desde cualquier lugar en que se encuentren con simplemente tener su usuario y contraseña respectivamente, ayudando así a optimizar el tiempo que posee cada persona.
- El diseño del entorno virtual esta realizado con la finalidad de que los estudiantes puedan tener un acceso no limitado a la información registrada en la plataforma, además de que puedan poner en práctica su conocimiento adquiridos realizando los diferentes test y desarrollando las guías de prácticas que se encuentra de cada laboratorio.
- Los laboratorios remotos están realizados de forma modular y escalar, es decir que se podrá ir incrementando o modificando la cantidad de laboratorios según sea la necesidad del docente
- Los códigos para el funcionamiento adecuado de los laboratorios remotos fueron realizados en el lenguaje de programación Python (script), mientras que las páginas web del entorno virtual y del acceso a los laboratorios fueron realizadas en el lenguaje de programación PHP ya que es uno de los lenguajes más accesibles a información.
- Para el enlace de server-laboratorios se utilizó la VPN con cifrado SSTP en Mikrotik RouterOS ya que es muy confiable y seguro, evita la mayoría de firewalls, mantiene la seguridad de la información y brinda una conexión estable.

- Mediante las diferentes pruebas que se realizaron de los laboratorios remotos se pudo constatar que el margen de error entre valor medido y el valor calculado es de un 10 por ciento.

5.2. RECOMENDACIONES

- Las piezas y engranajes deben ser diseñadas e impresas ya sea a láser o en 3D para con ello poder obtener una mayor precisión al momento de la ejecución de los laboratorios remotos.
- Es recomendable trabajar utilizando softwares libres para optimizar costos al momento de la implementación de los laboratorios remotos.
- Se recomienda utilizar de manera adecuada y ordenada las plataformas implementadas tanto de los laboratorios remotos como del entorno virtual para obtener resultados precisos y no causar ningún tipo de desconfiguración.
- Se recomienda utilizar VPN con encriptación SSTP para la comunicación hacia el servidor ya que es uno de los protocolos más seguros y se puede configurar en Router Mikrotik de borde.
- A los compañeros de ciencias de la educación se sugiere analizar este trabajo de titulación cuyo análisis podría beneficiar la aplicación de este proyecto en diferentes metodologías de educación.
- Para futuros proyectos con este tipo de metodología se recomendaría trabajar conjuntamente con una persona con conocimientos en sistemas ya que sería de gran aporte para mejorar la parte del diseño del entorno de las páginas webs.

BIBLIOGRAFÍA

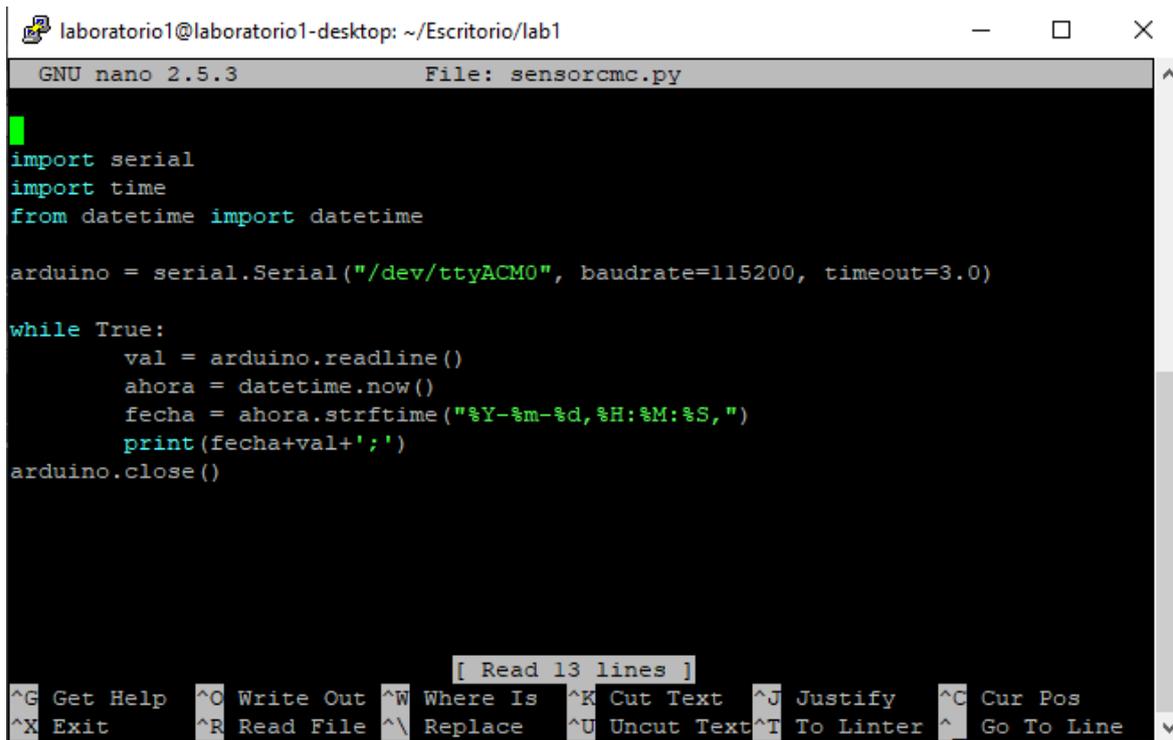
- 330ohms. (2019). *Cámara para Raspberry Pi - 8Mp 1080p*. Obtenido de <https://www.330ohms.com/products/camara-para-raspberry-pi>
- Arduino, U. (s.f.). *Características técnicas del ARDUINO UNO*. Obtenido de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ralvgon/files/2013/05/Caracter%20t%20c%20nicas-Arduino.pdf>
- Arduino.cl. (s.f.). *Arduino Uno*. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-uno/>
- Arguedas, M. C. (2017). *Diseño y desarrollo de un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física en la UNED de Costa Rica*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/1018/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arrieta Zapata, R. A. (2015). *Laboratorio Remoto para el desarrollo de prácticas de control de acceso*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/10403/T-ESPE-048916.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Balone, A. (2014, Octubre 9). *Qué es y cómo funciona un electroimán*. Obtenido de <http://comofunciona.org/que-es-y-como-funciona-un-electroiman/>
- Básicos, C. (2017). *imanes*. Obtenido de http://www.pps.k12.or.us/district/depts/edmedia/videoteca/curso3/htmlb/SEC_67.HTM
- Canaan, R. (s.f.). *Los 9 Tipos de Métodos de Investigación Más Habituales*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/tipos-metodos-de-investigacion/>
- Castrejón, M. (2012, Abril 25). *Campo magnético entre bobinas de un arreglo de Helmholtz*. Obtenido de https://www.academia.edu/8269963/CAMPO_MAGNETICO_ENTRE_BOBINAS_DE_UN_ARREGLO_HELMHOLTZ
- Castro Mendieta, J. R. (2010). *Laboratorios Virtuales con acceso Remoto*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9909/2/2007AJIEE-34.pdf>
- Ciencia, E. y. (2018, Febrero). *Conexión GPIO de Raspberry Pi 3 Model B+*. Obtenido de <http://electronicayciencia.blogspot.com/2016/11/conexion-gpio-de-raspberry-pi-3.html>
- Diego Alvarado, J. S. (2011). *Laboratorio Remoto para prácticas virtuales de automatización con el PLC Simatic S7-1200*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/310/1/08460.pdf>
- Electrocomponentes. (2019, Mayo). *Modulo sensor efecto Hall KY-024 salida analogica digital magnetico*. Obtenido de <https://www.electrocomponentes.es/movimiento/modulo-sensor-efecto-hall-ky-024-salida-analogica-digital-magnetico-540-.html>
- Electronilab. (2016). *Motorreductor*. Obtenido de <https://electronilab.co/tienda/motorreductor-con-caja-reductora-6v-1-48/>
- ElectroPro-Piura. (2017, Febrero). *Módulo Puente H L298N*. Obtenido de https://electropro.pe/index.php?route=product/product&product_id=362
- Esneider, P. W. (2018). *Arquitectura de un Laboratorio Remoto Desde el Enfoque de la Formación de Ingenieros en EaD*. Obtenido de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1440/1879>
- González, D. M. (2019). *Bobina de Helmholtz*. Obtenido de <http://fiuady-lab2.blogspot.com/2010/02/bobina-de-helmholtz.html>

- Humberto Aguilar, C. I. (2010). *Comunicación cliente ,servidor y ejecución remota para la práctica de los laboratorios de control automático* . Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14603/1/LabCon_pdf.pdf
- Investigación, T. d. (s.f.). *Investigación Experimental*. Obtenido de <https://tiposdeinvestigacion.win/investigacion-experimental/>
- Isidro Calvo, J. M. (s.f.). *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*. Obtenido de http://www.ehu.es/ikastorratza/3_alea/laboratorios.pdf
- JHGJG. (2018, 05 08). *LLLJKKJHG*. Obtenido de <http://8tendenciastecnologias.blogspot.com/2016/04/41-antecedentes-y-evolucion.html>
- Loro, F. G. (2018). *Evaluacion y aprendizaje en Laboratorios Remotos*. Obtenido de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Fgarcia/GARCIA_LORO_Felix_Tesis.pdf
- Magnosphere. (2016). *Imanes de Ferrita / Imanes cerámicos*. Obtenido de <https://www.magnosphere.es/iman-de-ferrita-iman-de-ceramicos/>
- Mecafenix, F. (2018, Octubre 09). *¿Que es un electroimán y como funciona?* Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/electroiman/>
- Mechatronics, N. (2018, Enero). *Tutorial de Uso del Módulo L298N*. Obtenido de https://naylampmechatronics.com/blog/11_Tutorial-de-Uso-del-M%C3%B3dulo-L298N.html
- Métodos. (s.f.). *Método Inductivo*. Obtenido de <https://metodoss.com/inductivo/>
- Muros, J. L. (2017, Septiembre). *Sistemas de Laboratorios Remotos sobre instrumentacion de tiempo real: Aplicación a laboratorios de medida de tensión interfacial*. Obtenido de <https://hera.ugr.es/tesisugr/28032962.pdf>
- Musa, R. Z. (2012, Agosto). *Laboratorios Remotos:Actualidad y Tendencias futuras*. Obtenido de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/1673/4643>
- Prometec. (2019, Mayo). *EL MÓDULO CONTROLADOR DE MOTORES L298N*. Obtenido de <https://www.prometec.net/l298n/>
- Rodríguez, A. (2018, Julio). *Significados* . Obtenido de <https://www.significados.com/iman/>
- Sánchez, J. (2016, Julio). *Manual dde administración de Base de Datos*. Obtenido de <https://jorgesanchez.net/manuales/abd/arquitectura-oracle.html>
- Semerena, Y. (2019). *¿Qué es la Investigación Exploratoria?* Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-exploratoria/>
- Steren. (s.f.). *MOTOR REDUCTOR DE DOBLE EJE RECTO, 3 VCC*. Obtenido de <https://www.steren.com.mx/motor-reductor-de-doble-eje-recto-3-vcc.html>
- Zone, H. (s.f.). *Análisis: Raspberry Pi 3 Modelo B+*. Obtenido de <https://hardzone.es/reviews/perifericos/analisis-raspberry-pi-3-modelo-b/>

ANEXOS

ANEXO 1

Código de los scripts de Python para los Laboratorios Remotos



```
laboratorio1@laboratorio1-desktop: ~/Escritorio/lab1
GNU nano 2.5.3 File: sensorcsmc.py

import serial
import time
from datetime import datetime

arduino = serial.Serial("/dev/ttyACM0", baudrate=115200, timeout=3.0)

while True:
    val = arduino.readline()
    ahora = datetime.now()
    fecha = ahora.strftime("%Y-%m-%d,%H:%M:%S,")
    print(fecha+val+';')
arduino.close()
```

[Read 13 lines]

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Linter ^_ Go To Line

Fig. 76 Script de Python para sensor hall ky-024

Fuente: Autores

```
laboratorio1@laboratorio1-desktop: ~/Escritorio/lab1
GNU nano 2.5.3 File: motor2.py

import RPi.GPIO as GPIO
import time

MotorPin1 =16 #pin 36
MotorPin2 =19 #pin 35
MotorEnable =12 #pin 32

GPIO.setmode(GPIO.BCM) #numbers GPIO by BCM
GPIO.setup(MotorPin1, GPIO.OUT) #mode/////output
GPIO.setup(MotorPin2, GPIO.OUT)
GPIO.setup(MotorEnable, GPIO.OUT)
GPIO.output(MotorEnable, GPIO.LOW) #motor stop
pwm = GPIO.PWM(MotorEnable, 1) #configuring Enable pin

pwm.start(3) #starting pwm with 50% duty cycle

print 'Press Ctrl+c to end the program....'
print 'Raising....'
#pwm.ChangeDutyCycle(100)

[ Switched to motor2.py ]
^G Get Help ^C Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Linter ^_ Go To Line
```

Fig. 77 Script de Python para motor

Fuente: Autores

```
laboratorio1@laboratorio1-desktop: ~/Escritorio/lab1
GNU nano 2.5.3 File: electroiman.py

import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(18, GPIO.OUT)
GPIO.output(18, GPIO.HIGH)
time.sleep(2)
GPIO.output(18, GPIO.LOW)
time.sleep(2)
GPIO.cleanup(2)

[ Switched to electroiman.py ]
^G Get Help ^C Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Linter ^_ Go To Line
```

Fig. 78 Script de Python para electroimán

Fuente: Autores

```
laboratorio1@laboratorio1-desktop: ~/Escritorio/lab1/camara
GNU nano 2.5.3 File: appCam.py
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
#
# appCam.py
# based on tutorial ==> https://blog.miguelgrinberg.com/post/video-stream$
# PiCam Local Web Server with Flask

from flask import Flask, render_template, Response

# Raspberry Pi camera module (requires picamera package)
from camera_pi import Camera

app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def index():
    """Video streaming home page."""
    [ Switched to appCam.py ]
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Linter ^_ Go To Line
```

Fig. 79 Script de Python para la Cámara

Fuente: Autores

ANEXO 2

CONTENIDO DEL ENTORNO VIRTUAL MOODLE

- Ingresamos a la página principal mediante <https://moodle.labshw.tk/>



Fig. 80 Página de acceso al Moodle

Fuente: Autores

- Creación de carpetas para subir la materia por cada unidad



Fig. 81 Carpetas que contienen la materia de la unidad I y II

Fuente: Autores

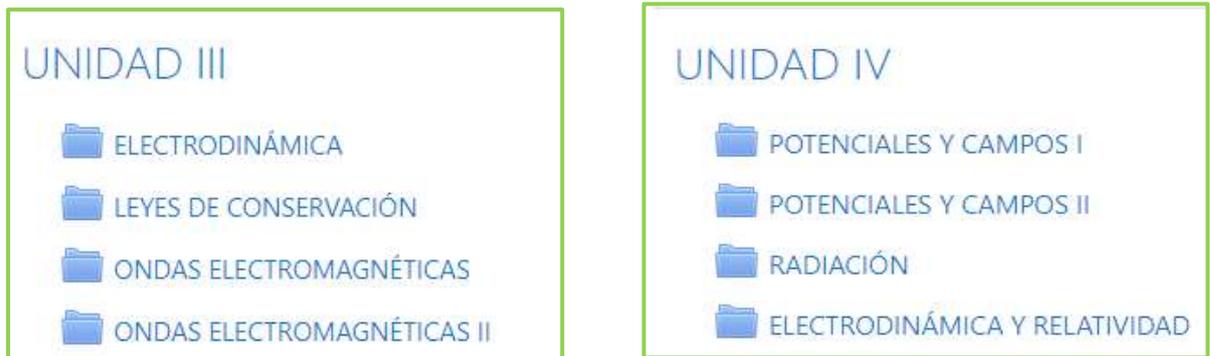


Fig. 82 Carpetas que contienen la materia de la unidad III y IV

Fuente: Autores

- Materia subida respecto a los temas vistos por cada unidad.

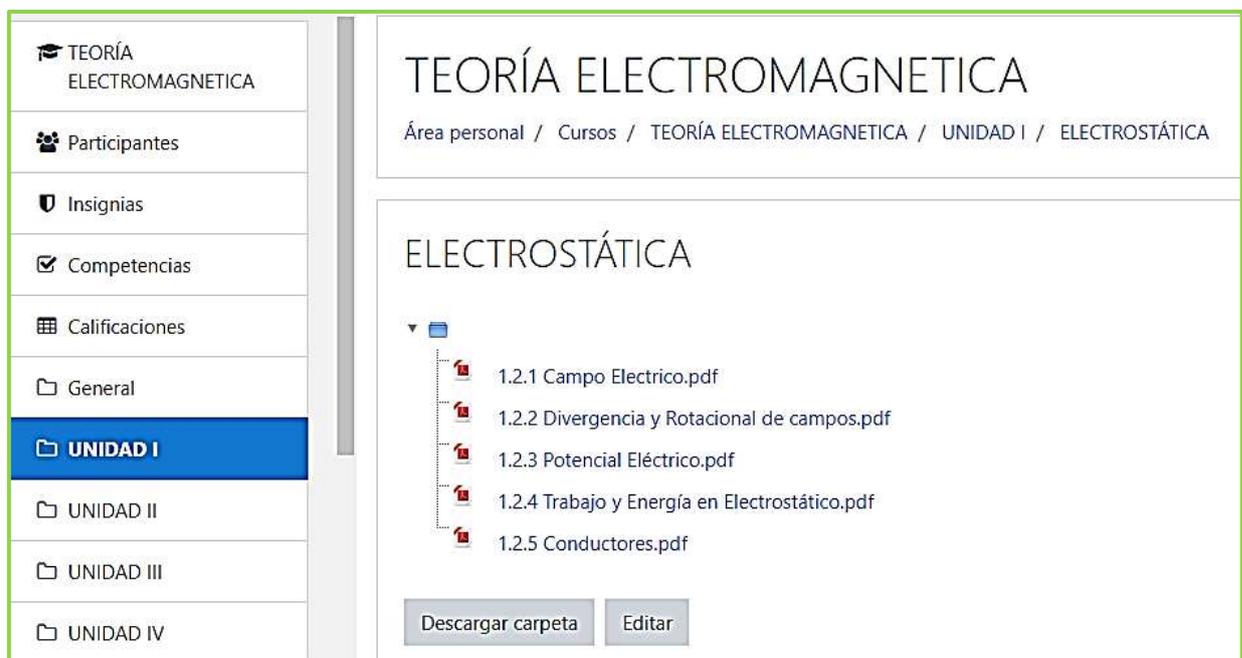


Fig. 83 Materia subida por cada unidad

Fuente: Autores

- Test realizado específicamente para cada una de las unidades.



Fig. 84 Test para cada unidad

Fuente: Autores

- Modelo de preguntas para los Test.

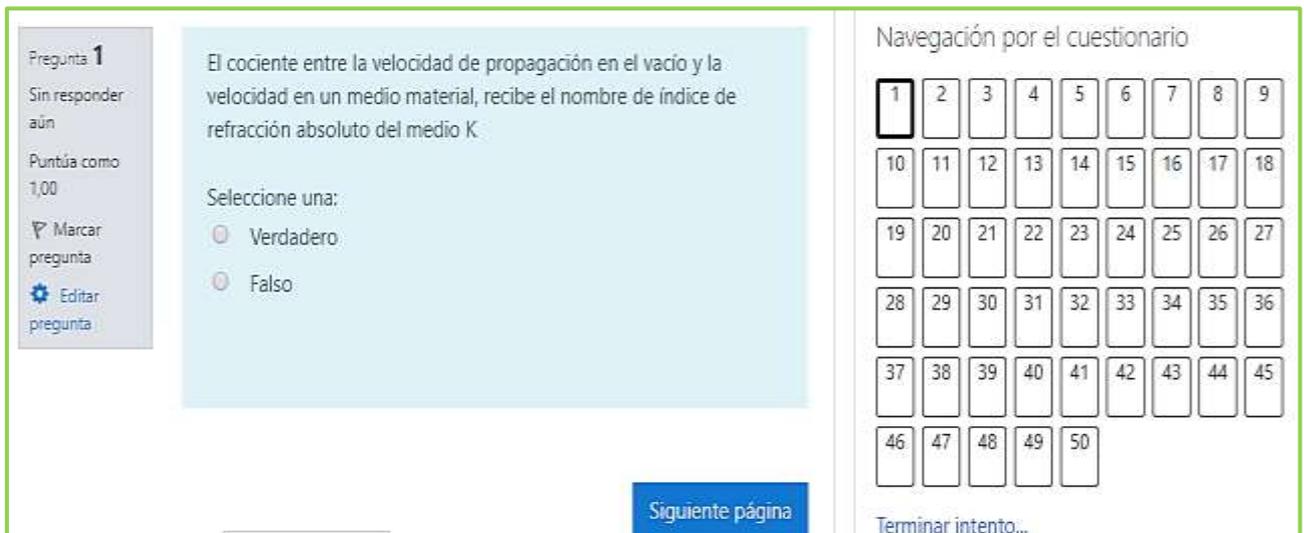


Fig. 85 Modelo de preguntas

Fuente: Autores

- Modelo de calificación para los test de las diferentes unidades

TEST UNIDAD I ⚙️

Método de calificación: Calificación más alta

Resumen de sus intentos previos

Intento	Estado	Puntos / 30,00	Calificación / 10,00	Revisión
Vista previa	Finalizado Enviado: Monday, 15 de July de 2019, 12:06	0,00	0,00	Revisión

Calificación más alta: 0,00 / 10,00.

Fig. 86 Modelo de calificación de preguntas

Fuente: Autores

- Videos referentes a los temas planteados en cada unidad



Fig. 87 Ejemplo de video subido para las unidades

Fuente: Autores

- Chat interactivo entre el docente y el estudiante para cualquier aclaración de dudas.



Fig. 88 Chat por cada unidad

Fuente: Autores

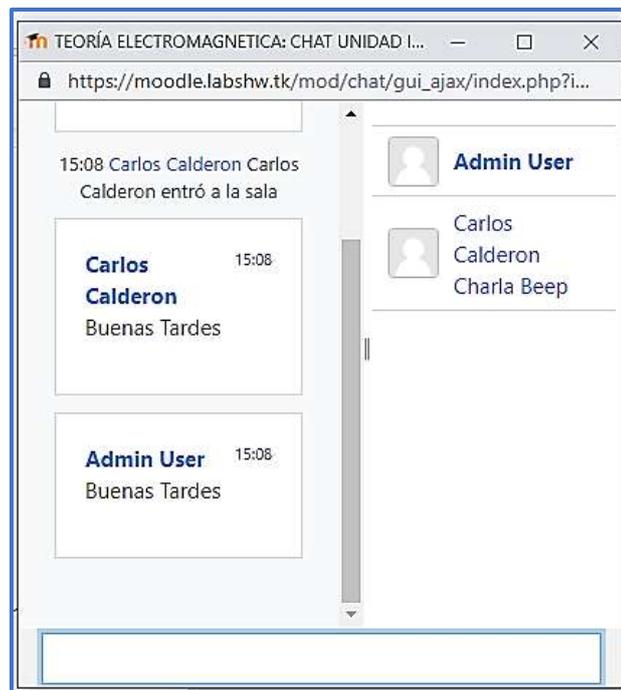


Fig. 89 Chat por cada unidad

Fuente: Autores

- Enlaces directos hacia los Laboratorios Remotos



Fig. 90 Enlaces de los Laboratorios Remotos

Fuente: Autores

- Guías de prácticas de los Laboratorios Remotos y Programas en Matlab

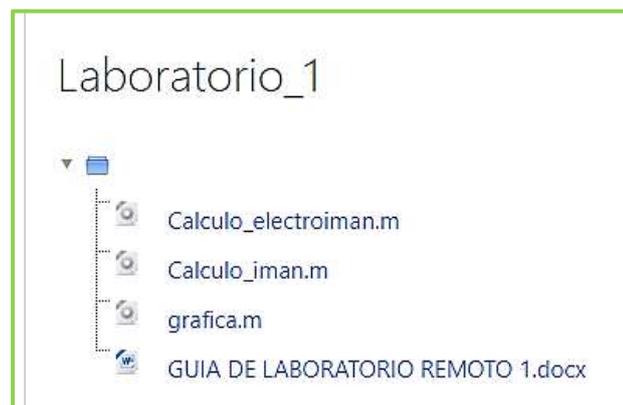


Fig. 91 Guías y programas en Matlab

Fuente: Autores

ANEXO 3

Los códigos de la página web de los laboratorios y del entorno virtual serán adjuntados en un cd.