

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**PROPUESTA**  
**DE DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA PRÁCTICAS DE**  
**ELECTROMAGNETISMO**

PRESENTADO POR:

**JOSÉ ROBERTO RIVAS GARCÍA**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL :

**LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO :

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

DIRECTOR :

**ING. ARMANDO MARTÍNEZ CALDERÓN**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

Título :

**PROPUESTA  
DE DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA PRÁCTICAS DE  
ELECTROMAGNETISMO**

Presentado por :

**JOSÉ ROBERTO RIVAS GARCÍA**

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docente Asesor :

**ING. JOSÉ MIGUEL HERNÁNDEZ**

San Salvador, febrero de 2019.

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

**ING. JOSÉ MIGUEL HERNÁNDEZ**

## ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, martes 29 de enero de 2019, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 3:00 p.m. horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. Armando Martínez Calderón  
Director

  
Firma

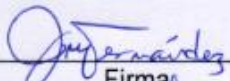
  
Firma



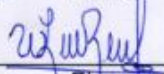
2. MSc. José Wilber Calderón Urrutia  
Secretario

Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:

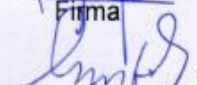
- ING. JOSE MIGUEL HERNANDEZ  
(Docente Asesor)

  
Firma

- ING. WALTER LEOPOLDO ZELAYA CHICAS

  
Firma

- ING. GERARDO MARVIN JORGE HERNANDEZ

  
Firma

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA PRÁCTICAS DE ELECTROMAGNETISMO

A cargo del Bachiller:

- JOSÉ ROBERTO RIVAS GARCÍA

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final: 7.9

( SIETE PUNTO NUEVE )

## **Agradecimientos.**

Agradezco a Dios por permitirme completar esta meta de obtener mi título de manera exitosa, ya que siempre me ilumino con su palabra y me brindo su fuerza ante los problemas que se presentaron a lo largo de mi carrera.

A mis Padres Yaneth García y Roberto Rivas. Es una bendición tenerlos como padres porque siempre conté con su amor, y su fe hacia mi persona, por ser esa fuente de apoyo constante en todos los niveles, que me animaban a continuar aunque todo se viera negro y difícil, siendo través de su esfuerzo y su buen ejemplo que me he convertido en una persona de bien y de buenos valores y que con orgullo y satisfacción dedico este triunfo a ustedes. Nunca podre agradecerles todo lo que me han dado.

A mi Hermana Susana, siempre pude contar sin importar la hora o el día, Agradezco tu comprensión, tu apoyo, tus consejos, y por impulsarme siempre aunque todo se viera difícil.

A mi asesor, Ing. Miguel Hernández, que con su dedicación y sus conocimientos brindados a este trabajo fue una fuente de aprendizaje que complemento mi trabajo de graduación.

A los trabajadores administrativos, Sr. Posada, Sr Juan y en especial Reina Vides, que con su vital colaboración y su orientación no hubiera sido posible.

A mis Amigos, Francisco Juárez, Eduardo Vásquez, Miguel Pérez, Lorenzo Henríquez por los buenos y malos momentos que compartimos a lo largo de la carrera por brindarme su apoyo y ayuda con los estudios, sus consejos y su cariño hacia mi persona.

# INDICE

INTRODUCCIÓN .....	viii
OBJETIVOS. ....	ix
OBJETIVO GENERAL:.....	ix
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	ix
CAPITULO 1. ....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	2
CAPÍTULO 2. ....	3
ACTUALIDAD EN EL TEMA DEL ELECTROMAGNETISMO DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. ....	3
2.1 ANÁLISIS SITUACIONAL.....	3
2.2 DISEÑO METODOLÓGICO. ....	4
2.3 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO. ....	4
2.4 RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	6
2.5 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS. ....	28
CAPITULO 3. ....	30
ESTRUCTURA Y ELABORACION DE LAS GUIAS DE PRÁCTICAS PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO.....	30
3.1 METODOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN. ....	30
3.2 MÉTODOS DE ESTUDIO. ....	31
3.3 MODOS DE APRENDIZAJE.....	32
3.4 ¿QUE ES UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO? .....	33
3.5 COMPONENTES DE LA GUÍA DE PRÁCTICA.....	36
3.6 ESTRUCTURA DEL ESQUEMA DE PRÁCTICAS. ....	38
3.7 IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO. ....	39
CAPÍTULO 4. ....	48
ASPECTOS DE DISEÑO DEL LABORATORIO DE PRÁCTICAS DE ELECTROMAGNETISMO.....	48
4.1 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.....	48

4.2 REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS.....	53
4.3 SEÑALIZACIÓN.....	57
4.4 ESTRUCTURA GENERAL DEL LABORATORIO.....	59
4.5 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LABORATORIO.....	61
4.6 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	62
4.7 DETALLE DE RENDERIZADO DE PLANTA.....	63
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFIA.....	69
ANEXOS.....	70
ANEXO 1. PRÁCTICA DE LABORATORIO BALANZA DE TORSIÓN DE COULOMB. .....	70
ANEXO 2. PRACTICA DE LABORATORIO BALANZA DE CORRIENTE.....	80
ANEXO 3. ESTUDIO LUMINICO.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Laboratorio de ciencias naturales y matemática.....	12
Figura 2 Laboratorio 1 Líneas equipotenciales de campo eléctrico.....	13
Figura 3 Laboratorio 2 Vernier que mide de manera computarizada la descarga de capacitor.....	13
Figura 4 Laboratorio 3 bobinas de Helmholtz para medir el campo magnético de la tierra	14
Figura 5 Clasificación Zona Climática.....	51
Figura 6 Valores de BTU.....	52
Figura 7 Simulación realizada en DIALUXevo.....	54
Figura 8 Niveles de iluminación Obtenidos.....	55
Figura 9 Diseño de red de tierra.....	56
Figura 10 Advertencia riesgo eléctrico.....	57
Figura 11 Advertencia Materiales inflamables.....	57
Figura 12 Señal de Prohibido de Fumar y encender juego.....	58
Figura 13 Señal de Prohibido ingerir alimentos.....	58
Figura 14 Señal de salida de emergencia.....	59
Figura 15 Señal de primeros auxilios.....	59
Figura 16 Diseño de Planta y distribución.....	61
Figura 17 Plano Eléctrico.....	62
Figura 18 Diseño renderizado de planta Vista "A".....	63
Figura 19 Diseño renderizado de planta Vista "B".....	63



Figura 20 Diseño renderizado de planta Vista "C" .....	64
Figura 21 Diseño renderizado de planta Vista "D" .....	64
Figura 22 Diseño renderizado de planta Vista "E" .....	65
Figura 23 Diseño renderizado de planta Vista "F" .....	65
Figura 24 Diseño renderizado de planta Vista "G" .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Recolección de datos de Facultad de Química y Farmacia .....	8
Tabla 2 Recolección de datos en Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.....	14
Tabla 3 Recolección de datos Facultad de Ingeniería y Arquitectura Fisica 3.....	19
Tabla 4 Recolección de datos Escuela de Ingeniería Eléctrica Electromagnetismo I.....	23
Tabla 5 Recolección de datos Escuela de Ingeniería Eléctrica Electromagnetismo II.....	25
Tabla 6 Recolección de datos Escuela de Ingeniería Eléctrica Electromagnetismo III .....	28
Tabla 7 Tabla resumen de valor totales de BTU .....	52
Tabla 8 Tabla de valores recomendados de iluminación.....	54

## GLOSARIO

**Carga puntual:** es un modelo que se caracteriza por no tener masa, por lo tanto no es afectada por la gravedad y no tiene dimensiones. Se define Coulomb como la carga que tiene un punto que colocado en el vacío a un metro de otra igual, la repele con una fuerza de  $9 \cdot 10^9$  Newton.

**Electroscopio:** es un instrumento cualitativo empleado para demostrar la presencia de cargas eléctricas. El electroscopio está compuesto por dos láminas de metal muy finas, colgadas de un soporte metálico en el interior de un recipiente de vidrio u otro material no conductor.

**Diferencia de potencial:** es el trabajo realizado por unidad de carga transportada. Al circular partículas cargadas entre dos puntos de un conductor se realiza trabajo. La cantidad de energía necesaria para efectuar ese trabajo sobre una partícula de carga unidad se conoce como diferencia de potencial (V).

**Carga eléctrica:** es la propiedad de la materia que señalamos como causa de la interacción electromagnética. Se dice que un cuerpo está cargado positivamente cuando tiene un defecto

de electrones. Se dice que un cuerpo está cargado negativamente cuando tiene un exceso de electrones.

**Ecuaciones de Maxwell:** son un conjunto de cuatro ecuaciones que describen por completo los fenómenos electromagnéticos. La gran contribución de James Clerk Maxwell fue reunir en estas ecuaciones largos años de resultados experimentales, debidos a Coulomb, Gauss, Ampere, Faraday y otros, introduciendo los conceptos de campo y corriente de desplazamiento, y unificando los campos eléctricos y magnéticos en un solo concepto: el campo electromagnético.

**Densidad de carga eléctrica:** es la cantidad de carga eléctrica por unidad de longitud, área o volumen que se encuentra sobre una línea, una superficie una región del espacio, respectivamente.

**Corriente de desplazamiento:** es una cantidad que está relacionada con un campo eléctrico que cambia o varía en el tiempo. Esto puede ocurrir en el vacío o en un dieléctrico donde existe el campo eléctrico. Tiene las unidades de corriente eléctrica y tiene asociado un campo magnético. La corriente de desplazamiento fue postulada en 1865 por James Clerk Maxwell cuando formulaba lo que ahora se denominan ecuaciones. Matemáticamente se define como el flujo del campo eléctrico a través de la superficie

**Electrización:** es el efecto de ganar o perder cargas eléctricas, normalmente electrones, producido por un cuerpo eléctricamente neutro.

**Carga eléctrica:** es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas por la mediación de campos electromagnéticos. La materia cargada eléctricamente es influida por los campos electromagnetismo, siendo a su vez, generadora de ellos.

**Nodos:** se define como el punto de conexión de dos o más componentes.

**Mallas:** se define como un camino cerrado que incluye dos o más nodos.

**Tensión: o diferencia de potencial** es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.

**Capacitor:** es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico.

**Serie:** es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores, interruptores, entre otros) se conectan secuencialmente.

**Resistencia:** igualdad de oposición que tienen los electrones al moverse a través de un conductor.

**Corriente:** es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material.

**Variación:** cambio que hace que algo o alguien sea diferente en cierto aspecto de lo que era

**Ley de Kirchhoff:** son dos igualdades que se basan en la conservación de la energía y la carga en los circuitos eléctricos. Fueron descritas por primera vez en 1845 por Gustav Kirchhoff.

**Ecuación Diferencial:** es una ecuación en la que intervienen derivadas de una o más funciones desconocidas.

**Circuito RC:** es un circuito compuesto de resistencias y condensadores alimentados por una fuente eléctrica.

**Constante de tiempo del circuito:** El tiempo de carga del circuito es proporcional a la magnitud de la resistencia eléctrica  $R$  y la capacidad  $C$  del condensador. El producto de la resistencia por la capacidad se llama constante de tiempo del circuito.

**Circuito en Paralelo:** es una conexión donde los puertos de entrada de todos los dispositivos conectados coinciden entre sí, lo mismo que sus terminales de salida.

**Protoboard:** tablero con orificios conectados eléctricamente entre sí, siguiendo patrones de líneas, en el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para el armado y prototipo de circuitos electrónicos y sistemas similares.

**Diferencia de potencial:** magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. También llamada tensión eléctrica o voltaje.

**Resistencia equivalente:** Se denomina resistencia equivalente de una asociación respecto de dos puntos A y B, a aquella que conectada a la misma diferencia de potencial, que demanda la misma intensidad.

**Valor nominal:** indica el valor teórico o ideal, de cualquier cosa que pueda ser cuantificable

**Tolerancia:** margen de error admisible en el valor o en la fabricación de un producto.

## INTRODUCCIÓN

El Electromagnetismo es una parte muy importante de la Física y de la Tecnología actual. Debido a ello los conceptos de carga, campo, potencial, etc., relacionados con el electromagnetismo, son fundamentales y su mejor comprensión se logra mediante prácticas experimentales. Además esta práctica experimental es fundamental en la formación del futuro Científico o Ingeniero ya que a partir de la comprensión de hechos experimentales sobre los fenómenos bajo estudio se pueden identificar los conceptos clave además de que se formulan principios básicos y se desarrolla métodos de análisis los cuales nos ayudan a entender las diversas aplicaciones que pueden tener dichos fenómenos. Por lo tanto tener un laboratorio de prácticas de electromagnetismo ayudará al estudiante reafirmar y comprender los conocimientos adquiridos en las asignaturas y facilitará el desarrollo de la capacidad de observación, análisis y deducción.

En el presente trabajo se realizó una propuesta de diseño para la implementación de un laboratorio de prácticas de electromagnetismo, el cual incluye diseño de planta y distribución de la misma, desarrollo de guías para las prácticas de laboratorio que incluyan metodologías y actividades a realizar selección de los instrumentos y equipos necesarios para su completa ejecución.

## **OBJETIVOS.**

### *OBJETIVO GENERAL:*

- Diseñar una propuesta para la implementación de un laboratorio de prácticas de electromagnetismo.

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS:*

- Desarrollar las actividades metodológicas y procedimentales para la implementación del laboratorio de electromagnetismo.
- Investigar instrumentos y equipos de ensayo respecto al electromagnetismo.
- Definir condiciones ambientales, eléctricas e incluso ocupacionales que debe contar el laboratorio.
- Realizar la distribución de planta y adecuación eléctrica.

# **CAPITULO 1.**

## **GENERALIDADES.**

### **1.1 ANTECEDENTES.**

Desde la antigua Grecia se conocían los fenómenos magnéticos y eléctricos pero fue hasta inicios del siglo XVII cuando se comienza a realizar experimentos y a llegar a conclusiones científicas acerca de estos fenómenos. Durante estos dos siglos, XVII y XVIII, grandes hombres de ciencia como William Gilbert, Otto von Guericke, Stephen Gray, Benjamin Franklin, Alessandro Volta entre otros estuvieron investigando estos dos fenómenos de manera separada y llegando a conclusiones coherentes con sus experimentos. A principios del siglo XIX Hans Christian Oersted encontró evidencia empírica de que los fenómenos magnéticos y eléctricos estaban relacionados. De ahí es que los trabajos de físicos como André-Marie Ampère, William Sturgeon, Joseph Henry, Georg Simon Ohm, Michael Faraday en ese siglo, son unificados por James Clerk Maxwell en 1861 con un conjunto de ecuaciones que describían ambos fenómenos como uno solo, como un fenómeno electromagnético. Desde entonces el electromagnetismo explica una de las cuatro fuerzas fundamentales del universo por lo que es incuestionablemente importante ya que tiene gran cantidad de aplicaciones en nuestra vida cotidiana no solo ha sido crucial en el campo de la ingeniería, también en otros como la medicina, la construcción, la aeronáutica e incluso la biología. Dentro de la medicina cabe destacar la técnica de resonancia magnética. Por lo cual es importante que El Salvador se encamine a realizar más estudios, investigaciones y desarrollos en este campo.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Actualmente la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador está formando futuros profesionales con conocimientos y aptitudes en las distintas áreas de la ingeniería, pero no se cuenta con instalaciones adecuadas ni el equipo mínimo para el desarrollo de prácticas de laboratorio en el campo de la física del electromagnetismo. Además no se posee manuales de caracterización de los diversos equipos a implementar.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En El Salvador se debe encaminar al estudio del electromagnetismo ya que el avance del futuro científico va encaminado a esta área lo cual puede llegar impulsar estudios y proyectos en dichas áreas, de ello radica la necesidad de contar con profesionales capacitados en la manipulación de instrumentos y equipos de electromagnetismo. Es por ello que en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador en su labor de formar futuros profesionales altamente capacitados, se debe de contar con un laboratorio en condiciones óptimas para el desarrollo formativo de dichos profesionales en este campo.

### **1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES**

Presentar una propuesta de diseño para la implementación de un laboratorio de prácticas de electromagnetismo, el cual incluye diseño de planta y distribución de la misma, desarrollo de guías para las prácticas de laboratorio que incluyan metodologías y actividades a realizar selección de los instrumentos y equipos necesarios

## **CAPÍTULO 2.**

### **ACTUALIDAD EN EL TEMA DEL ELECTROMAGNETISMO DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

#### **2.1 ANÁLISIS SITUACIONAL.**

La Universidad de El Salvador, es la institución de educación superior más grande y antigua de la República de El Salvador, única universidad pública del país y considera que la calidad educativa nacional debe ser el fin primordial hacia el cual una institución de dicha naturaleza debe encaminar sus esfuerzos; considerando a los ámbitos sociales, económicos, políticos, culturales, educativos y familiares de la comunidad educativa con el objeto de prestar un servicio que cumpla con los propósitos para los cuales fue creada.

Para lograr este fin, la gerencia general, de la Universidad de El Salvador, contrata personal capacitado que pueda trabajar con los estudiantes de una forma integral y efectiva encaminada hacia la realización de la visión de la universidad y que además puedan ir de la mano con el avance de la tecnología.

Es por esta razón que los estudiantes demandan una formación de calidad, que los prepare para poder desempeñar un papel protagónico relevante en la transformación de la conciencia crítica y prepositiva de la sociedad salvadoreña; además con liderazgo en la innovación educativa y excelencia académica, por lo cual las mejoras en la calidad educativa promueven el desarrollo de competencias y capacidades de cada estudiante.

Entonces se analiza la situación actual en uno de los tantos temas, que hoy en día están siendo descuidados en la universidad el cual es electromagnetismo, parte importante de la Física y de la Tecnología actual. Debido a ello comprender los conceptos básicos del electromagnetismo, es fundamental y para que exista una mejor comprensión se logra mediante prácticas experimentales y para ello se necesita contar con un laboratorio de prácticas que disponga de instrumentos de ensayos adecuados, y que permita a los estudiantes tener una mejor asimilación y comprensión de las enseñanzas impartidas por los



docentes, haciendo posible la combinación de la teoría con la práctica , ya que a partir de la comprensión de hechos experimentales sobre los fenómenos bajo estudio se pueden identificar los conceptos clave además de que se formulan principios y se desarrolla métodos de análisis los cuales nos ayudan a entender las diversas aplicaciones que pueden tener dichos fenómenos.

## **2.2 DISEÑO METODOLÓGICO.**

Se realizó una investigación básica de campo-observacional con la cual se busca obtener la información de las carreras en las cuales estudian o toman como base el electromagnetismo, de acuerdo al pensum o plan de estudio y según el ciclo que le corresponda al estudiante cursarla, por lo cual nos basamos en los siguientes puntos:

- Temáticas: cómo era el programa y que temas abordaban en el área del electromagnetismo.
- Actividades: indagar si se realizan sesiones de Laboratorio en el área del electromagnetismo.
- Demanda: número de estudiantes promedio que cursan la asignatura.

## **2.3 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO.**

La Universidad de El Salvador posee las siguientes cuatro sedes:

- CAMPUS CENTRAL, ubicado en el departamento de San Salvador;
- CAMPUS OCCIDENTAL, ubicado en el departamento de Santa Ana;
- CAMPUS ORIENTAL, situado en el departamento de San Miguel y
- CAMPUS PARACENTRAL, situado en el departamento de San Vicente.

El Campus Central posee la mayor población estudiantil universitaria de todo el país. En este claustro funcionan nueve facultades. Las sedes regionales funcionan como facultades multidisciplinarias y están estructuradas por departamentos.

Por lo que cabe aclarar que la investigación va ser enfocada en el campus central, con esto previamente se averiguo las carreras que tenían en su plan de estudio el electromagnetismo ya sea como materia o como complemento entonces se redujo a las siguientes facultades:

- Facultad de ciencias naturales y matemática.
- Facultad de química y farmacia.
- Facultad de ingeniería y arquitectura.

En la facultad de química y farmacia se encuentran la carrera licenciatura en química y farmacia. Está dividida en los siguientes departamentos

Análisis Químico e Instrumental

Química, Física y Matemática

Farmacia y Tecnología Farmacéutica

Bioquímica y Contaminación Ambiental

Desarrollo Académico.

El departamento de Química, Física y Matemática lleva el curso de física 2, en el cual se tocan temas relacionados al electromagnetismo.

En la facultad ciencias naturales y matemática está dividida en 4 escuelas las cuales son.

Escuela de física.

Escuela de química.

Escuela de biología.

Escuela de matemática.

En la escuela de física se imparten las carreras de licenciatura en física, geofísica y profesorado en ciencias naturales. Esta escuela es responsable de impartir el curso de física 3 el cual toca los temas del electromagnetismo.

Por otra parte en la facultad de ingeniería y arquitectura está dividida en 8 unidades.

Escuela de ingeniería química y alimentos.

Escuela de ingeniería civil.

Escuela de ingeniería mecánica.

Escuela de ingeniería eléctrica.

Escuela de ingeniería sistemas informáticos.

Escuela de ingeniería industrial.

Escuela de arquitectura

Unidad de ciencias básicas.

De las cuales la unidad de ciencias básicas lleva la materia de física 3, curso en el cual se tocan los temas del electromagnetismo y que es impartido a las carreras de Ingenierías química, civil, industrial, sistemas, mecánica y alimentos.

La escuela de ingeniería eléctrica, que lleva la carrera de ingeniería eléctrica, es la única que lleva 3 cursos completos de electromagnetismo.

## **2.4 RECOLECCIÓN DE DATOS.**

La información fue recolectada mediante entrevistas personales a cada encargado de cátedra y mediante la observación registramos todo lo concerniente a equipos o procedimientos en las prácticas de laboratorio de electromagnetismo. Se realizó una ficha donde se registraron los datos obtenidos en cada facultad de manera que se pudiera apreciar de mejor manera la información recolectada. A continuación se muestra las tablas con la información recolectada.

<b>Facultad:</b>	<b>QUÍMICA Y FARMACIA.</b>
<b>Fecha:</b>	07/11/2017
<b>Carrera :</b>	LIC. QUÍMICA Y FARMACIA.
<b>Asignatura</b>	FÍSICA 2.
<b>Descripción de la asignatura:</b>	Es un curso general de física II que reciben los estudiantes de Licenciatura en química y farmacia, en él se pretende que adquieran los conceptos fundamentales en los temas que se tocan son fluidos, hidrodinámica, termodinámica, entropía y segunda ley de la termodinámica y en la parte de electricidad los antes mencionados anteriormente, óptica, espejos y lentes.
<b>Nivel:</b>	CICLO II
<b>Población:</b>	ESTUDIANTES LIC. QUÍMICA Y FARMACIA.
<b>Media de estudiantes:</b>	200
<b>Temáticas abordadas:</b>	
<p><b>A. Ley de coulomb y campo eléctrico.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Carga eléctrica. Propiedades.</b></li> <li>• <b>Conductores y aisladores.</b></li> <li>• <b>Carga por inducción</b></li> <li>• <b>Ley de coulomb.</b></li> <li>• <b>Fuerza eléctrica para N cargas puntuales.</b></li> <li>• <b>Campo eléctrico definición y calculo.</b></li> </ul>	

<p><b>B. Potencial eléctrico.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de potencial eléctrico.</li> <li>• Diferencia de potencial.</li> <li>• Líneas de fuerza</li> <li>• Potencial e intensidad de campo eléctrico.</li> <li>• Energía potencial eléctrica almacenada por un sistema de n cargas.</li> </ul>
<p><b>Actividades de laboratorio:</b></p>
<p>No se desarrolla ningún laboratorio experimental de los temas tocados en el área de electromagnetismo.</p>
<p><b>Observación:</b></p>
<p>En la facultad de química y farmacia se observó lo siguiente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ningún equipo para realizar práctica en el área del electromagnetismo por lo tanto ausencia de guías de laboratorio.</li> <li>• Por ser un curso general de física se puede notar que son pocos los temas que se tocan en el área.</li> </ul>

Tabla 1 Recolección de datos de Facultad de Química y Farmacia

<b>Facultad:</b>	<b>CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA.</b>
<b>Fecha:</b>	07/11/2017
<b>Carrera :</b>	LIC. EN FÍSICA Y GEOFÍSICA.
<b>Asignatura</b>	FÍSICA 3.
<b>Descripción de la asignatura:</b>	Este es el primer curso general en Electricidad y Magnetismo que reciben los estudiantes de Licenciatura en Física y Geofísica, en él se pretende que adquieran los conceptos fundamentales en esta área, así como el interés por la investigación teórico práctica de la misma. En este curso de física 3 se desarrollan los temas: Ley de Coulomb y Campo

	<p>Eléctrico, Potencial Eléctrico, Corriente y Resistencia, Capacitores y Dieléctricos, Circuitos de Corriente Continua, Campo Magnético, Inducción Electromagnética, Circuitos RL y Ecuaciones de Maxwell. El aspecto histórico se presenta como algo de importancia trascendental, no solo al inicio del curso sino también durante el desarrollo la mayoría de los temas; de igual manera, se presentan nuevas aplicaciones de esta temática. También se aprovecha, en la medida de lo posible, algunos conceptos básicos del análisis vectorial y el cálculo diferencial e integral.</p>
<b>Nivel:</b>	CICLO IV
<b>Población:</b>	ESTUDIANTES LICENCIATURA EN FÍSICA Y GEOFÍSICA.
<b>Media de estudiantes:</b>	60
<b>Temáticas abordadas:</b>	
<p><b>0. INTRODUCCIÓN.</b></p> <p><b>0.1 Definición e historia del electromagnetismo.</b></p> <p><b>0.2 Consecuencias para el desarrollo científico y tecnológico.</b></p> <p><b>UNIDAD 1. CARGA Y CAMPO ELÉCTRICO</b></p> <p><b>1.1 Introducción. Carga eléctrica. Cuantización. Conductores y aislantes.</b></p> <p><b>1.2 Ley de Coulomb.</b></p> <p><b>1.3 Distribuciones continuas de carga.</b></p> <p><b>1.4 Conservación de la carga.</b></p> <p><b>1.5 Campo eléctrico.</b></p>	

**1.6 Campo eléctrico de cargas puntuales.**

**1.7 Dipolo eléctrico.**

**1.8 Líneas de campo eléctrico.**

**1.9 Campo eléctrico en distribuciones continuas de carga.**

**1.10 Movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico.**

**1.11 Dipolo en un campo eléctrico externo.**

## **UNIDAD 2. LEY DE GAUSS**

**2.1 Introducción. Flujo eléctrico. Definición y cálculo.**

**2.2 Ley de Gauss. Ley de Gauss y ley de Coulomb.**

**2.3 Aplicaciones de la Ley de Gauss.**

**2.4 Ley de Gauss y los conductores.**

## **UNIDAD 3: POTENCIAL ELECTRICICO.**

**3.1 Introducción. Energía potencial eléctrica.**

**3.2 Conservación de la energía electrostática.**

**3.3 La energía potencial de un sistema de cargas.**

**3.4 Potencial eléctrico.**

**3.5 Cálculo del potencial a partir del campo.**

**3.6 Potencial generado por cargas puntuales.**

**3.7 El potencial eléctrico de distribuciones de carga continúa.**

**3.8 Cálculo del campo a partir del potencial. (Gradiente del potencial)**

**3.9 Superficies equipotenciales.**

**3.10 El potencial de un conductor cargado.**

## **UNIDAD 4: PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LOS MATERIALES (corriente y resistencia)**

**4.1 Tipos de materiales.**

**4.2 Un conductor en un campo eléctrico: Condiciones estáticas.**

**4.3 Un conductor en un campo eléctrico: Condiciones dinámicas.**

**4.4 Materiales Óhmicos.**

**4.5 Un aislante en un campo eléctrico.**

## **UNIDAD 5: CAPACITANCIA Y DIELECTRICOS.**

- 5.1 Introducción. Capacitores y capacitancia.**
- 5.2 Calculo de la capacitancia.**
- 5.3 Arreglo de capacitores en serie y paralelo.**
- 5.4 Almacenamiento de Energía en un campo eléctrico.**
- 5.5 Capacitor con dieléctrico.**
- 5.6 Ley de Gauss en los dieléctricos.**

## **UNIDAD 6: CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA.**

- 6.1 Corriente eléctrica.**
- 6.2 Fuerza electromotriz.**
- 6.3 Análisis de circuitos (Leyes de Kirchhoff).**
- 6.4 Resistores en serie y en paralelo.**
- 6.5 Transferencia de energía en un circuito eléctrico.**
- 6.6 Circuitos RC.**

## **UNIDAD 7. CAMPO MAGNÉTICO Y FUERZAS MAGNÉTICAS.**

- 7.1 Introducción. Interacciones y polos magnéticos.**
- 7.2 La fuerza magnética sobre una carga en movimiento.**
- 7.3 Combinación de campos eléctricos y magnéticos.**
- 7.4 Cargas circulantes.**
- 7.5 Efecto Hall.**
- 7.6 La fuerza magnética en un alambre portador de corriente.**
- 7.7 El par en una espira de corriente. (Torque)**

## **UNIDAD 8. FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO.**

- 8.1 Introducción. Campo magnético de una carga en movimiento.**
- 8.2 Campo magnético de una corriente eléctrica. (Ley de Biot – Savart)**
- 8.3 Aplicaciones de la ley de Biot – Savart.**
- 8.4 La interacción entre corrientes paralelas.**
- 8.5 El campo magnético de un solenoide.**
- 8.6 Ley de Ampère. Aplicaciones.**



## **UNIDAD 9. INDUCCION ELECTROMAGNÉTICA.**

**9.1 Introducción. Experimentos. Ley de Faraday. Ley de Lenz.**

**9.2 Fuerza electromotriz en movimiento.**

**9.3 Campos eléctricos inducidos.**

**9.4 Inductores. Cálculo de la Inductancia.**

**9.5 Circuitos LR.**

**9.6 Almacenamiento de Energía en un campo magnético.**

**9.7 Ecuaciones de Maxwell.**

### **Actividades de laboratorio:**

Se realizan 3 laboratorios los cuales son:

**Laboratorio 1. Líneas equipotenciales de un campo eléctrico.**

**Laboratorio 2. Circuitos de corriente Directa.**

**Laboratorio 3. Determinación del campo magnético de la tierra.**

### **Observación:**

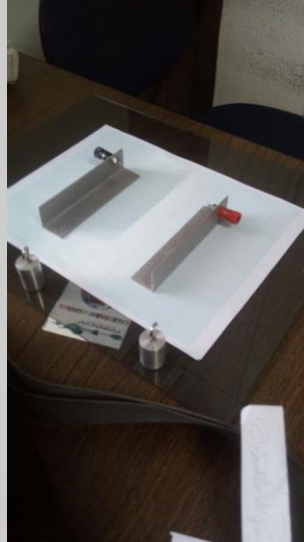
En la facultado de Ciencias Naturales y Matemáticas se observó lo siguiente:

- Es un curso bien completo de electricidad y magnetismo, no tienen un laboratorio dedicado para realizar las prácticas. El único laboratorio que existe tiene usos múltiples para clases, defensas de trabajo de graduación etc.



*Figura 1 Laboratorio de ciencias naturales y matemática.*

- Hay existencia de equipos de laboratorio



*Figura 2 Laboratorio 1 Líneas equipotenciales de campo eléctrico.*



*Figura 3 Laboratorio 2 Vernier que mide de manera computarizada la descarga de capacitor*



Figura 4 Laboratorio 3 bobinas de Helmontz para medir el campo magnético de la tierra

Tabla 2 Recolección de datos en Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

<b>Facultad:</b>	<b>INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>Fecha:</b>	07/11/2017
<b>Carrera :</b>	INGENIERÍAS QUÍMICA, CIVIL, INDUSTRIAL, SISTEMAS, MECÁNICA Y ALIMENTOS.
<b>Asignatura</b>	FÍSICA 3.
<b>Descripción de la asignatura:</b>	Curso de electricidad y magnetismo dirigido a los estudiantes de ingeniería en cual las primeras cuatro unidades se estudian los fenómenos relacionados con la naturaleza eléctrica de la

	<p>materia, las interacciones entre cargas eléctricas estáticas, se definen cualitativamente y operacionalmente campo eléctrico y potencial eléctrico, además se desarrolla la teoría para el cálculo del campo y el potencial eléctrico para diferentes distribuciones de carga eléctrica. Finalmente se analiza el comportamiento de los materiales dieléctricos en presencia de campos eléctricos.</p> <p>En las unidades restantes, se considera a las cargas en movimiento, se define la corriente eléctrica, resistencia eléctrica y campo magnético; se analiza la inducción electromagnética y los circuitos de corriente directa y alterna con dispositivos resistivos, capacitivos e inductivos.</p>
<b>Nivel:</b>	CICLO IV
<b>Población:</b>	ESTUDIANTES INGENIERÍAS QUÍMICA, CIVIL, INDUSTRIAL, SISTEMAS, MECÁNICA Y ALIMENTOS.
<b>Media de estudiantes:</b>	120
<b>Temáticas abordadas:</b>	
<p><b>UNIDAD I. CARGA ELÉCTRICA Y LEY DE COULOMB.</b></p> <p><b>CONTENIDO.</b></p> <p><b>1.1 Carga eléctrica.</b></p> <p><b>1.2 La carga eléctrica está cuantizada.</b></p> <p><b>1.3 Conservación de la carga.</b></p> <p><b>1.4 Conductores y aislantes. Carga por frotamiento, contacto e inducción.</b></p> <p><b>1.5 Ley de Coulomb.</b></p>	

### **1.5.1 Ley de Coulomb: forma vectorial. Principio de superposición.**

## **UNIDAD II. CAMPO ELÉCTRICO. LEY DE GAUSS.**

### **CONTENIDO.**

- 2.1. Campos escalares y vectoriales.**
- 2.2. Campo eléctrico.**
- 2.3. Campo eléctrico de cargas puntuales. Principio de superposición. Dipolo eléctrico.**
- 2.4. Líneas de campo eléctrico.**
- 2.5. Una carga puntual en un campo eléctrico.**
- 2.6. Dipolo en un campo eléctrico**
- 2.7. Campo eléctrico de distribuciones continuas de carga**
- 2.8. El flujo de un campo vectorial.**
- 2.9. El flujo de un campo eléctrico.**
- 2.10. Ley de Gauss.**
- 2.11. Aplicaciones de la ley de Gauss.**
- 2.12. Ley de Gauss y los conductores.**

## **UNIDAD III. POTENCIAL ELÉCTRICO.**

### **CONTENIDO.**

- 3.1. Energía potencial eléctrica. Energía potencial de un sistema de cargas puntuales.**
- 3.2. El potencial eléctrico.**
- 3.3. Cálculo del potencial a partir del campo.**
- 3.4. El potencial debido a una carga puntual.**
- 3.5. Potencial debido a un conjunto de cargas puntuales. El potencial generado por un dipolo eléctrico.**
- 3.6. El potencial eléctrico de las distribuciones de carga continúa.**
- 3.7. Cálculo del campo a partir del potencial.**
- 3.8. Superficies equipotenciales.**
- 3.9. El potencial de un conductor cargado y aislado.**

## **UNIDAD IV. CAPACITORES Y DIELECTRICOS.**

### **CONTENIDO.**

- 4.1. Capacitores. Capacitancia.
- 4.2. Cálculo de la capacitancia.
- 4.3. Capacitores en serie y en paralelo.
- 4.4. Almacenamiento de energía en un campo eléctrico de un capacitor. Densidad de energía
- 4.5. Capacitor con dieléctrico.
- 4.6. Dieléctricos: Un examen atómico.
- 4.7. Los dieléctricos y la ley de Gauss.

#### **UNIDAD V. CORRIENTE ELÉCTRICA Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS.**

##### **CONTENIDO.**

- 5.1. Corriente eléctrica.
- 5.2. Densidad de corriente. Velocidad de arrastre o deriva.
- 5.3. Resistencia, resistividad y conductividad. Variación de la resistividad con la temperatura.
- 5.4. La ley de Ohm. Materiales óhmicos y no óhmicos.
- 5.5. Transferencias de energía en un circuito eléctrico.
- 5.6. Fuerza electromotriz.
- 5.7. Cálculo de la corriente en un circuito cerrado simple. Segunda ley de Kirchhoff.  
Resistencia interna de una fuente de fuerza electromotriz.
- 5.8. Diferencias de potencial.
- 5.9. Resistores en serie y paralelo.
- 5.10. Circuitos de mallas múltiples. Primera ley de Kirchhoff.
- 5.11. Circuitos RC.

#### **UNIDAD VI. CAMPO MAGNÉTICO.**

##### **CONTENIDO.**

- 6.1. El campo magnético.
- 6.2. La fuerza magnética sobre una carga en movimiento. Fuerza de Lorentz.
- 6.3. Cargas circulantes.
- 6.4. La fuerza magnética sobre un alambre portador de corriente.
- 6.5. El par en una espira de corriente. El dipolo magnético.
- 6.6. La ley de Biot-Savart.

- 6.7. Aplicaciones de la ley de Biot-Savart.**
- 6.8. Las líneas del campo magnético.**
- 6.9. Dos conductores paralelos. Campos y fuerzas.**
- 6.10. Ley de Ampère.**
- 6.11. Solenoides y toroides.**

## **UNIDAD VII. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.**

### **CONTENIDO.**

- 7.1. Los experimentos de Faraday.**
- 7.2. La ley de inducción de Faraday.**
- 7.3. Ley de Lenz.**
- 7.4. Fuerza electromotriz de movimiento.**
- 7.5. Campos eléctricos inducidos.**
- 7.6. La ley de Gauss aplicada al magnetismo.**
- 7.7. Inductancia.**
- 7.8. Cálculo de la inductancia.**
- 7.9. Circuitos LR.**
- 7.10. Almacenamiento de energía en un campo magnético. La densidad de energía y el campo magnético.**

## **UNIDAD VIII. CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.**

### **CONTENIDO.**

- 8.1. Corrientes alternas.**
- 8.2. Circuito resistivo de una sola malla.**
- 8.3. Circuito inductivo de una sola malla.**
- 8.4. Circuito capacitivo de una sola malla.**
- 8.5. Circuito RLC de una malla simple.**
- 8.6. Potencia en los circuitos de corriente alterna.**
- 8.7. El transformador.**

<b>Actividades de laboratorio:</b>	
<p>Se realizan 7 Laboratorios:</p> <p><b>Laboratorio 1. Código de colores, ohmetro, voltímetro y fuente de corriente directa.</b></p> <p><b>Laboratorio 2. Amperímetro y fuente de corriente directa.</b></p> <p><b>Laboratorio 3. Líneas equipotenciales y de campo eléctrico.</b></p> <p><b>Laboratorio 4. Capacitancia.</b></p> <p><b>Laboratorio 5. Comprobación de las reglas de Kirchoff.</b></p> <p><b>Laboratorio 6. EL osciloscopio y el generador de señales.</b></p> <p><b>Laboratorio 7. Determinación de las constantes de tiempo de un circuito RC.</b></p>	
<b>Observación:</b>	
<p>En la facultad de ingeniería y arquitectura se observó lo siguiente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pudimos apreciar que se realizan bastantes laboratorios, más que todo en el tema de electricidad y campo eléctrico, no hay ningún laboratorio en el área del magnetismo.</li> <li>• Los equipos utilizados son básicos fuentes de voltaje, resistencias, capacitancias, osciloscopio, generadores de señal.</li> </ul>	

*Tabla 3 Recolección de datos Facultad de Ingeniería y Arquitectura Fisica 3*

<b>Facultad:</b>	<b>INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>Fecha:</b>	07/11/2017
<b>Carrera :</b>	INGENIERÍA ELÉCTRICA.
<b>Asignatura</b>	ELECTROMAGNETISMO I.
<b>Descripción de la asignatura:</b>	



	<p>Esta asignatura se aborda en cuatro secciones, la base fundamental son las Unidades 1, 2 y 3, en la cual se solidifican las bases físicas y matemáticas necesarias para el resto del curso. Por otro lado las Unidades 4 y 5 son las encargadas de abordar los temas relacionados con la electricidad tales como campo eléctrico estático, potencial eléctrico, capacitancia, corriente eléctrica, circuitos eléctricos y otros más. Las Unidades 6 y 7 son las responsables de analizar fenómenos magnéticos, entre otros temas se estudia el concepto de campo magnético estático, el comportamiento de diferentes materiales ante la presencia del campo magnético y las fuerzas mecánicas experimentadas por cargas eléctricas en movimiento. Por último en la unidad 8 se hace un estudio introductorio al conjunto de campos eléctrico y magnético que varían en el tiempo utilizando el legado de Faraday, Lenz y Maxwell.</p>
<b>Nivel:</b>	CICLO IV
<b>Población:</b>	ESTUDIANTES INGENIERÍA ELÉCTRICA.
<b>Media de estudiantes:</b>	70
<b>Temáticas abordadas:</b>	
<p><b>UNIDAD 1 .ÁLGEBRA VECTORIAL.</b></p> <p><b>1-1) Escalares y vectores</b></p> <p><b>1-2) Vector unitario</b></p> <p><b>1-3) Suma y resta de vectores</b></p> <p><b>1-4) Vector de posición y distancia</b></p> <p><b>1-5) Multiplicación de vectores</b></p> <p><b>1-6) Componentes de un vector</b></p>	

## **UNIDAD 2 .SISTEMAS DE COORDENADAS Y SU TRANSFORMACIÓN**

- 2-1) Coordenadas cartesianas**
- 2-2) Coordenadas cilíndricas circulares**
- 2-3) Coordenadas esféricas**
- 2-4) Superficies de coordenadas constantes**

## **UNIDAD 3. BASE VECTORIAL.**

- 3-1) Longitud, área y volumen diferenciales**
- 3-2) Integrales simple, de superficie y de volumen**
- 3-3) Operador nabra**
- 3-4) Gradiente de una función escalar**
- 3-5) Divergencia de una función vectorial y Teorema de la divergencia de Gauss**
- 3-6) Rotacional de una función vectorial y Teorema de Stokes**
- 3-7) Laplaciano de una función escalar**

## **UNIDAD 4 .CAMPO ELÉCTRICO.**

- 4-1) La ley experimental de Coulomb.**
- 4-2) Intensidad de campo eléctrico.**
- 4-3) Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga.**
- 4-4) Densidad de flujo eléctrico.**
- 4-5) Ley de Gauss – Ecuación de Maxwell.**
- 4-6) Aplicaciones de la ley de Gauss.**
- 4-7) Potencial eléctrico.**
- 4-8) Relación entre E y V – Ecuación de Maxwell.**
- 4-9) Dipolo eléctrico y líneas de flujo.**
- 4-10) Densidad de energía en campos electrostáticos.**

## **UNIDAD 5 .MATERIALES ELÉCTRICOS.**

- 5-1) Corriente y densidad de corriente.**
- 5-2) Continuidad de la corriente.**
- 5-3) Conductores metálicos.**

**5-4) Propiedades de los conductores y condiciones de frontera.**

**5-5) Semiconductores.**

**5-6) Naturaleza de los materiales dieléctricos.**

**5-7) Condiciones de frontera para materiales dieléctricos perfectos.**

**5-8) Resistencia y Capacitancia.**

#### **UNIDAD 6 .CAMPOS MAGNÉTICOS.**

**6-1) Ley de Biot-Savart.**

**6-2) Ley de circuitos de Ampère. Ecuación de Maxwell.**

**6-3) Aplicaciones de la ley de Ampère**

**6-4) Densidad de flujo magnético. Ecuación de Maxwell.**

**6-5) Ecuaciones de Maxwell para campos electromagnéticos.**

**6-6) Potenciales magnéticos escalar y vectorial.**

#### **UNIDAD 7 .FUERZA, MATERIALES Y DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS.**

**7-1) Fuerza debidas a campos magnéticos.**

**7-2) Torque y momento magnético.**

**7-3) Dipolo magnético.**

**7-4) Magnetización en materiales.**

**7-5) Clasificación de los materiales magnéticos.**

**7-6) Condiciones en la frontera en magnetismo.**

**7-7) Inductores e inductancia.**

**7-8) Energía magnética.**

**7-9) Circuitos magnéticos.**

**7-10) Fuerza sobre materiales magnéticos.**

#### **UNIDAD 8 .INTRODUCCIÓN A LOS CAMPOS VARIABLES EN EL TIEMPO.**

**8-1) Ley de Faraday.**

**8-2) Fuerza electromotriz estática y cinética.**

**8-3) Corriente de desplazamiento.**

**8-4) Versión definitiva de las ecuaciones de Maxwell.**

<b>Actividades de laboratorio:</b>
No se desarrolla ningún laboratorio experimental de los temas tocados en el área de electromagnetismo.
<b>Observación:</b>
<p>En la escuela de ingeniería eléctrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se pudo observar que se tocan los temas básicos de electromagnetismo, la primera parte se enfoca en los principios básicos de matemática y física y posteriormente vemos que se ven los temas de campo eléctrico y magnético en el ámbito estático.</li> </ul>

Tabla 4 Recolección de datos Escuela de Ingeniería Eléctrica Electromagnetismo I

<b>Facultad:</b>	<b>INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>Fecha:</b>	07/11/2017
<b>Carrera :</b>	INGENIERÍA ELÉCTRICA.
<b>Asignatura</b>	ELECTROMAGNETISMO II.
<b>Descripción de la asignatura:</b>	La asignatura comprende las leyes básicas del electromagnetismo con especial énfasis en las aplicaciones a dispositivos útiles para la ingeniería. Para su comprensión se requiere de conocimientos previos de la Física y de la Matemática. Se hace uso intenso de métodos de análisis matemático así como técnicas de análisis numérico.
<b>Nivel:</b>	CICLO V
<b>Población:</b>	ESTUDIANTES INGENIERÍA ELÉCTRICA.
<b>Media de estudiantes:</b>	50
<b>Temáticas abordadas:</b>	
<b>UNIDAD 1. CAMPOS VARIANTES EN EL TIEMPO. ECUACIONES DE MAXWELL.</b>	

**1.1 Introducción**

**1.2 Ley de Faraday**

**1.3 Fuerza electromotriz de transformador y fuerza electromotriz de movimiento**

**1.4 Corriente de desplazamiento**

**1.5 Ecuaciones de Maxwell en forma diferencial**

**1.6 Ecuaciones de Maxwell en forma integral**

**1.7 Aplicaciones de leyes del electromagnetismo a dispositivos en la ingeniería**

**1.8 Campos armónicos respecto al tiempo.**

**UNIDAD 2. PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**

**2.1 Introducción**

**2.2 Propagación de ondas en medios disipativos**

**2.3 Ondas planas en dieléctricos sin pérdidas**

**2.4 Ondas planas en el espacio libre**

**2.5 Ondas planas en buenos conductores**

**2.6 Potencia y Vector de Poynting**

**2.7 Reflexión de una onda plana con incidencia normal**

**UNIDAD 3. LINEAS DE TRANSMISIÓN**

**3.1 Introducción**

**3.2 Parámetros de las líneas de transmisión**

**3.3 Ecuaciones de las líneas de transmisión**

**3.4 Impedancia de entrada, razón de onda estacionaria y potencia**

**3.5 Diagrama de Smith**

**3.6 Aplicaciones de las líneas de transmisión**

**3.7 Transitorios en las líneas de transmisión**

**UNIDAD 4. GUÍAS DE ONDAS**

**4.1 Introducción**

**4.2 Guías de onda rectangulares**

**4.3 Modos magnéticos transversales (MT)**

**4.4 Modos eléctricos transversales (ET)**

**4.5 Propagación de las ondas en la guía**

<b>4.6 Transmisión de potencia y atenuación</b>
<b>4.7 Guía de onda circular.</b>
<b>Actividades de laboratorio:</b>
No se desarrolla ningún laboratorio experimental de los temas tocados en el área de electromagnetismo.
<b>Observación:</b>
En la escuela de ingeniería eléctrica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pudo observar que es un curso de aplicación ya que se estudia la inducción electromagnética, propagación de ondas, líneas de transmisión y guías de ondas.</li> </ul>

Tabla 5 Recolección de datos Escuela de Ingeniería Eléctrica Electromagnetismo II

<b>Facultad:</b>	<b>INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>
<b>Fecha:</b>	07/11/2017
<b>Carrera :</b>	INGENIERÍA ELÉCTRICA.
<b>Asignatura</b>	ELECTROMAGNETISMO III.
<b>Descripción de la asignatura:</b>	Esta asignatura se enfoca en la aplicación de las ecuaciones de Maxwell, donde se destacan los conceptos de propagación de ondas electromagnéticas y radiación. Se estudian conceptos generales del comportamiento electromagnético de algunas antenas, se determinan los patrones de radiación, se caracteriza diferentes tipos de antenas, tales como: antenas dipolo, antenas con elementos parásitos, antenas con elementos reflectores, etc. Se hace hincapié en el estudio de transferencia de energía y su sencillo análisis muy parecido al realizado con las líneas de transmisión.

<b>Nivel:</b>	CICLO IV
<b>Población:</b>	ESTUDIANTES INGENIERÍA ELÉCTRICA.
<b>Media de estudiantes:</b>	40
<b>Temáticas abordadas:</b>	
<p><b>UNIDAD 1. CONCEPTOS BÁSICOS</b></p> <p>1.1- Magnitudes empleadas en telecomunicaciones</p> <p>1.2- Ganancia</p> <p>1.3- Directividad</p> <p>1.4- Patrones de Radiación</p> <p><b>UNIDAD 2. PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN EL ESPACIO</b></p> <p>2.1- Antenas como cargas puntuales</p> <p>2.2- Antenas como apertura</p> <p>2.3- Pérdidas en espacio libre</p> <p>2.4- Impedancia característica del medio</p> <p>2.5- Propagación de ondas planas</p> <p>2.6- Incidencia normal en dos o más regiones</p> <p><b>UNIDAD 3. ANTENAS LINEALES</b></p> <p>3.1- Antena Isotrópica</p> <p>3.2- Antena dipolo corto</p> <p>3.3- Antena dipolo de media longitud de onda</p> <p>3.4- Antenas lineales delgadas</p> <p><b>UNIDAD 4. ARREGLOS DE ANTENAS.</b></p> <p>4.1- Impedancia propia de antenas</p>	

**lineales**

**4.2- Impedancia Mutua de antenas**

**lineales**

**4.3- Arreglo end fire**

**4.4- Arreglo Broad side**

**4.5- Arreglos de n Antenas lineales**

**4.6- Arreglos con elementos parásitos**

## **UNIDAD 5. ANTENAS TIPO**

### **REFLECTOR.**

**5.1- Antena Parabólica**

**5.2- Antena de doble reflector**

**5.3- Antena con reflector angular**

**5.4- Antena cilíndrica**

## **UNIDAD 6. ANTENAS POLARIZADAS**

### **CIRCULARMENTE**

**6.1- Antena tipo Loop**

**6.2- Antena Helicoidal**

**6.3- Antena Bicónica**

### **Actividades de laboratorio:**

**Se desarrollan 13 demostraciones, mediante el demostrador de antenas ASD512 las cuales se realizan en 4 sesiones de laboratorio.**

**Sesión 1 Desempacando y chequeando**

**Carga de batería**

**Sesión 2 Notas de operación**

**Sesión 3 Demostraciones**

**1. Circuito extendido**



2. Corrientes balanceadas en un circuito extendido
3. El alimentador balanceado
4. Antenas vertical, alimentadas en la terminal
5. Alterar la longitud efectividad de una antena
6. Antenas prácticas de carga superior
7. Antenas direccionales con elementos de conducción
8. Arreglos parásitos
9. Antena con elementos doblados
10. Radiador con Ranura
11. Antena de loop

Sesión 4 Descripción de los circuitos

Mantenimiento

Generador RF

Detector de radiación

**Observación:**

En la escuela de ingeniería eléctrica.

- Se pudo observar que es un curso enfocado en el estudio de las antenas que retoma los conceptos de electromagnetismo. Por lo que no es un estudio directo del electromagnetismo.

*Tabla 6 Recolección de datos Escuela de Ingeniería Eléctrica Electromagnetismo III*

## 2.5 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS.

Una vez ejecutada la investigación podemos dar a conocer los resultados obtenidos y podemos ver que los problemas en común que tenemos a nivel de universidad en el tema del electromagnetismo son:

- No se han implementado instrumentos de ensayo en el área de del magnetismo por lo que tenemos un vacío ya que la unión de la electricidad y magnetismo surge el electromagnetismo.

- Se limita el conocimiento con la falta de prácticas.
- No se dispone de un ambiente adecuado para realizar prácticas.
- No se capacita al estudiante en cuanto a habilidades y técnicas en el uso de instrumentos de ensayo.

Después de analizar los principales problemas que se presentan, se asimila claramente que el problema prioritario es la falta de instrumentos de ensayo para el estudio del electromagnetismo por tal razón se focalizó este problema; y como solución se plantea la ejecución de una propuesta para un laboratorio de prácticas de electromagnetismo, la propuesta que toca desarrollar trata sobre otorgar el diseño de un laboratorio que contenga los instrumentos de ensayos que permitirá a los estudiantes y docentes una mayor asimilación de la teoría respecto a la práctica; razón por la cual se ha priorizado la implementación de instrumentos de ensayo. Todas estas adecuaciones servirán para el desarrollo de un ambiente pedagógico moderno y acorde con las exigencias actuales que demandan la universidad

Con la propuesta se busca tener un diseño de un laboratorio que al menos que llene los aspectos básicos ya que por el momento es poco lo que se realiza

## **CAPITULO 3.**

### **ESTRUCTURA Y ELABORACION DE LAS GUIAS DE PRÁCTICAS PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO.**

#### 3.1 METODOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN.

La metodología de la educación son los recursos necesarios de la enseñanza; son los vehículos de realización ordenada, metódica y adecuada de la misma. Los métodos y técnicas tienen por objeto hacer más eficiente la dirección del aprendizaje. Gracias a ellos, pueden ser elaborados los conocimientos, adquiridas las habilidades e incorporados con menor esfuerzo los ideales y actitudes que la escuela pretende proporcionar a sus alumnos.

Método es el planeamiento general de La acción de acuerdo con un criterio determinado y teniendo en vista determinadas metas.

Metodologías educativas utilizadas habitualmente. Son las que se utilizan de forma mayoritaria en la formación ya sea esta en primaria, secundaria universidad o posterior a ésta. Estas son las más conocidas y habituales:

- Clases magistrales. La teoría de toda la vida; basta con un yeso y una pizarra, aunque también se utilizan presentaciones por ordenador, videos y la pizarra electrónica (última tecnología disponible, muy eficaz por cierto).
- Clases prácticas. La mayoría de las veces es una clase teórica; pero en lugar de transmitir conceptos abstractos se resuelve un problema; es decir, desde el punto de vista metodológico es idéntica a las clases magistrales.
- Clases de Laboratorio. Se suelen utilizar en materias más técnicas y los alumnos manejan dispositivos donde se comprueba la validez de las teorías. Desde el punto de vista metodológico requiere la adquisición de determinadas habilidades prácticas.
- Tutorías. Se suelen utilizar las tutorías denominadas reactivas (el profesor responde a una demanda de información del alumno); es un instrumento muy potente, pero desgraciadamente poco y mal utilizado.

- Planificación. Se suele hacer al inicio del curso, básicamente son guías donde el alumno puede conocer con antelación los objetivos de la asignatura, el programa, el método de evaluación, la carga docente, actividades, condiciones, etc.
- Trabajos individuales y en grupo de tipo caja negra. Son trabajos que el profesor define el tema y alcance; los alumnos lo hacen por su cuenta y una vez finalizado se le presenta al profesor.

### 3.2 MÉTODOS DE ESTUDIO.

En este mundo globalizado y evolucionado, la información que puede recibir una persona es tan grande que se pudiera considerar infinita, se tiene un estimado que más o menos la información que hay en la red es de alrededor de 161 billones de gigabytes más todos los libros del mundo, esto quiere decir que estamos rodeados de conocimiento desde el principio de la humanidad y en un futuro obviamente agrandará estas cifras.

El conocimiento es pasado de generación en generación pero toda esta información que hay disponible son solo datos que hay que saber asimilar, para que no se pierda el conocimiento de años atrás lo que siempre se ha hecho desde el pasado es contar los descubrimientos, técnicas, conocimientos, tradiciones, culturas a nuestros hijos, pero para que ellos aprendan mejor hay que tener técnicas de enseñanza que mejoren esta transmisión de datos para que haya una mejor asimilación. Es mejor adquirir pocos conocimientos, pero de una manera firme, sistemática y lógica, que muchos de manera superficial, inconexa y desordenadamente, ya que la desorganización de los contenidos impide su fácil asimilación y se olvidan con facilidad.

¿Cómo se aprende más, en el aula con teoría o en el campo con la práctica? Los contenidos teóricos impartidos en clases son necesarios para avanzar en el aprendizaje de cualquier área de conocimiento, pero para lograr retenerlos, verlos en acción y dotarlos de utilidad, es mejor experimentar con ellos. Esto, al menos, promulga la metodología pedagógica denominada "aprender haciendo"

¿Cuántos alumnos serían capaces de superar un examen del año anterior sin volver a estudiar? Con esta sencilla pregunta, el profesor universitario estadounidense Roger Schank, uno de los principales impulsores en la actualidad del método "aprender haciendo", delata las insuficiencias de los sistemas de aprendizaje habituales en las aulas. Schank, experto en inteligencia artificial, es el fundador de "Engines for education", una organización sin fines de lucro que busca alternativas a la educación tradicional.

Su propuesta está destinada a subsanar los principales errores de la educación actual, según este especialista. Entre ellos, destaca la creencia de las escuelas acerca de que el alumnado tiene interés en aprender los contenidos que ellos han decidido enseñarle, la consideración del estudio como parte muy importante del proceso de aprendizaje, el centrarse en evaluar y comparar y el transmitir a los estudiantes los contenidos que creen que es importante conocer, en vez de lo que es importante saber hacer.

Schank sostiene que para evitar estos resultados, la metodología didáctica adecuada debe basarse en simulaciones lo más cercanas posibles a la realidad, en las que el alumno adquiere un papel activo. De este modo, aprende con la práctica, a través de la realización de pruebas que, en muchos casos, le llevan a cometer errores que le permiten conocer las consecuencias de sus equivocaciones, su origen y cómo resolverlas. La idea es conseguir que, a través de la práctica, la educación prepare a los estudiantes para que sepan hacer las cosas que van a tener que aplicar a lo largo de su vida, tanto profesional como personal. La actividad suscita el interés del estudiante y estimula su curiosidad, a la vez que le prepara para adquirir habilidades y destrezas que le serán de utilidad en su vida diaria de adulto.

### 3.3 MODOS DE APRENDIZAJE

Para llevar a la práctica una actividad pedagógica basada en la acción, Roger Schank y otros especialistas proponen la aplicación de nuevas metodologías didácticas en las aulas, que reporten a los estudiantes aprendizajes experimentales. Éstas son algunas de las más destacadas:

- Elaborar actividades que logren incitar a los estudiantes a usar las habilidades que se desea que adquieran, bajo la dirección de un mentor que les ayude cuando lo necesiten.
- Adjudicar a cada alumno un rol específico dentro de la actividad, de modo que sean conscientes de la responsabilidad que tienen para que se desarrolle de forma efectiva y actúen en consecuencia.
- Diseñar el aprendizaje orientado a fomentar en el estudiante actitudes y valores como la iniciativa, la creatividad, la disciplina y el compromiso.
- Proporcionar al alumno una atención personalizada que le dé la oportunidad de potenciar sus fortalezas y corregir sus debilidades.
- Desechar el aprendizaje basado en la memorización y repetición y promover el razonamiento y la experimentación.

### 3.4 ¿QUE ES UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO?

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, realicen, y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios, garantizando el trabajo grupal en la ejecución de la práctica.

Esta forma organizativa persigue objetivos muy similares a los de las clases prácticas, lo que la diferencia es la fuente de que se valen para su logro. En las prácticas de laboratorio los objetivos se cumplen a través de la realización de experiencias programadas con el apoyo de un manual.

Etapas para la realización de la práctica de laboratorio: Por su esencia el proceso de realización de las prácticas de laboratorio constituye parte integrante del trabajo independiente de los estudiantes, el cual está constituido por tres etapas:

- Preparación previa a la práctica – consulta marco teórico.
- Realización de la práctica – trabajo en el laboratorio.
- Conclusiones de la práctica – informe de resultados.

La preparación previa a la práctica se desarrolla fundamentalmente sobre la base del estudio teórico orientado por el docente como fundamento de la práctica o consulta especificada en el marco teórico de cada guía, así como el estudio de las técnicas de los experimentos correspondientes.

El desarrollo se caracteriza por el trabajo de los estudiantes con el material de laboratorio (utensilios, instrumentos, aparatos), la reproducción de los fenómenos deseados, el reconocimiento de los índices característicos de su desarrollo, la anotación de las observaciones, entre otras tareas docentes.

Durante las conclusiones el estudiante deberá analizar los datos de la observación y arribar a las conclusiones y generalizaciones que se derivan de la práctica en cuestión, se deben presentar de forma oral o escrita.

El docente deberá tener en cuenta que el trabajo independiente en el laboratorio es muy complejo si se realiza conscientemente, por cuanto debe combinar las acciones físicas y mentales de forma paralela. Muchas veces los estudiantes se limitan a la reproducción mecánica de los pasos de la técnica del experimento. Esto en gran medida se puede evitar si el conjunto de experimentos propuestos en la técnica presupone un enfoque investigativo de los estudiantes para su realización.

Este enfoque investigativo requiere de la existencia de una técnica de laboratorio tal, que en la misma no se de toda la información detallada, sino que una buena parte de dicha información debe ser extraída por el estudiante a partir del conocimiento de los objetivos del

experimento. Este enfoque resume una de las posibles formas que pueda adoptar el experimento con carácter investigativo.

En las prácticas de laboratorio predominan la observación y la experimentación en condiciones de laboratorio, lo que exige la utilización de métodos y procedimientos específicos para el trabajo. En relación con esto, es significativa la contribución de los métodos y procedimientos utilizados en el desarrollo de habilidades generales de carácter intelectual y docente (observación, explicación, comparación, elaboración de informes, entre otras), y, fundamentalmente en la formación y desarrollo de habilidades propias de cada asignatura que utilice esta forma de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje. La preparación de las prácticas de laboratorio exige al docente una atención especial a los aspectos organizativos, ya que su realización se basa fundamentalmente, en la actividad individual o colectiva de los alumnos de manera independiente.

Al igual que en otros tipos de clases, es necesario durante su preparación tener en cuenta: Las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Motivación
- Orientación
- Ejecución
- Evaluación • Determinar con precisión las características de la actividad de los estudiantes y las habilidades que se van a desarrollar.
- Garantizar las condiciones materiales que exige el cumplimiento de los objetivos propuestos
- Estructura metodológica de la práctica de laboratorio.

Desde el punto de vista organizativo es necesario distinguir una secuencia o procedimientos que facilite la dirección, por el docente, de la realización de la práctica de laboratorio, entre las que se encuentran las siguientes:

- Orientación de los objetivos y las tareas fundamentales a desarrollar y las técnicas operatorias básicas que se utilizarán.
- Distribución de materiales.



- Trabajo independiente de los estudiantes.
- Discusión colectiva de los resultados obtenidos.

### 3.5 COMPONENTES DE LA GUÍA DE PRÁCTICA.

Para la realización de la guía de prácticas hemos considerado que la mejor opción es estandarizar el formato del documento que se proporcionará al estudiante.

#### 3.5.1 Objetivos.

Señala la meta final que se desea alcanzar al momento de realizar la práctica o los conocimientos que se desean adquirir luego de la experimentación.

#### 3.5.2 Marco teórico.

Es el fundamento teórico necesario para la realización de la práctica, es decir es la explicación teórica mencionada en párrafos anteriores.

#### 3.5.3 Equipos y Materiales

Aborda los elementos físicos tanto dispositivos e instrumentos de medición necesarios para las prácticas y el aprendizaje del alumno.

#### 3.5.4 Desarrollo o Procedimiento.

Se refiere a los pasos a seguir dentro de la práctica para la realización del experimentos ya sea en manejo de dispositivos y/o software de control de equipos. Además, incluye la descripción de unidades y sus componentes.

#### 3.5.5 Cálculos y Resultados

Referido al procesamiento de datos que deben realizarse tras la experimentación del estudiante. Se detallan las fórmulas a emplearse, las constantes necesarias y todos los datos que el alumno necesitará para obtener resultados

#### 3.5.6 Actividades del Alumno

Dentro de la realización de las prácticas es indispensable que el estudiante demuestre que ha captado el conocimiento impartido durante, por lo tanto se promueve este aprendizaje mediante aplicaciones matemáticas para corroborar datos, gráficas de resultados, etc.; es decir, el aprender queda fijado en la mente del alumno mediante la ejercitación posterior a la práctica.


### 3.5.7 Conclusiones

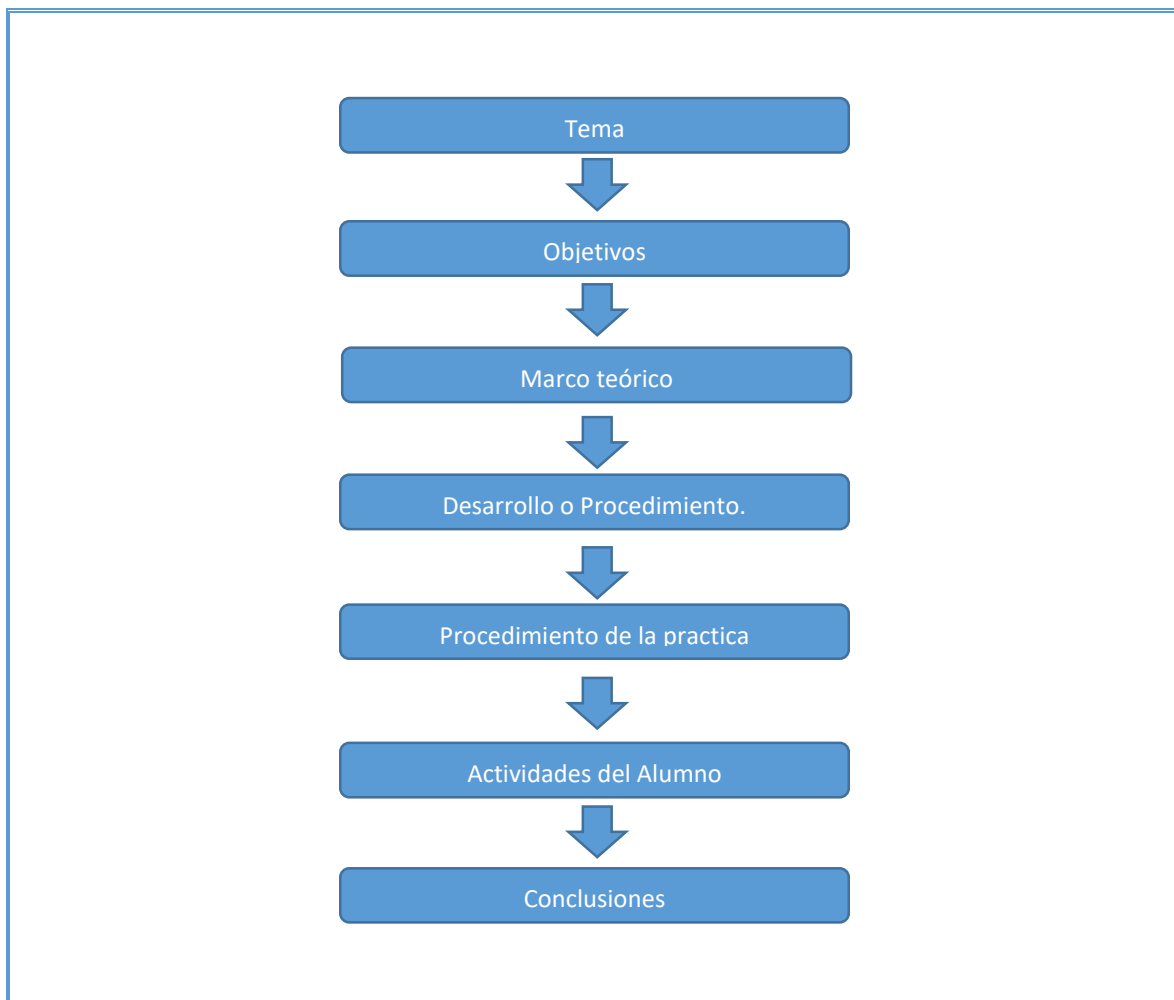
Los estudiantes deben estar en la capacidad de generar conclusiones propias tras la experiencia obtenida con la práctica, además de que estos pensamientos reflejarán si el aprendizaje se ha realizado de manera adecuada tanto para el estudiante como para el responsable de la enseñanza.

Para realizar el informe respectivo de la práctica se debe considerar como mínimo los siguientes puntos:

- Tema.\_ El tema general del cual se trata el experimento.
- Objetivos.\_ Deben constar los que se indican antes de la realización de la práctica.
- Marco teórico.\_ Explica de la manera más clara y concisa las definiciones y teoremas necesarios para la práctica.
- Procedimiento de la práctica.\_ Se describe todo aquello que va a ser ejecutado durante la práctica en cuanto al manejo de equipo y/o software del mismo.
- Cálculos/ Gráficos/ Resultados.\_ Detalla los resultados obtenidos luego de procesar los datos logrados en la práctica.
- Análisis de Resultados.\_ Se explican los resultados deducidos y su importancia dentro de la experimentación al igual que su comprobación.
- Conclusiones y Recomendaciones.\_ Nacidas de la experiencia del estudiante, estas corroboran el aprendizaje obtenido durante y después de la práctica. De igual manera se añaden las recomendaciones oportunas que conlleven a mejorar la ejecución de la práctica.
- Anexos.\_ Se constituye del cuestionario resuelto, tablas obtenidas en el software, hojas de datos u otros datos que sean de interés para el estudiante o el docente.

### 3.6 ESTRUCTURA DEL ESQUEMA DE PRÁCTICAS.

	<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
	<b>ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>	
	<b>[ASIGNATURA ]</b>	
	[Número de laboratorio]	Ciclo:
	[Nombre del laboratorio]	Año:



### 3.7 IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO.

	<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
	<b>ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>	
	<b>ELECTROMAGNETISMO I</b>	
	Laboratorio #1	Ciclo: <b>I</b>
	<b>FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS</b>	Año: <b>2018</b>

#### Objetivos.

- Estudiar la naturaleza de la fuerza eléctrica
- Estudiar los diferentes métodos utilizados para cargar los cuerpos eléctricamente (inducción, contacto y frotamiento)
- Comprobar la existencia de dos cargas eléctricas distintas.
- Comprobar experimentalmente y cuantitativamente, la fuerza eléctrica entre dos objetos electrizados.

#### Marco teórico.

##### **ELECTROSTÁTICA**

El descubrimiento de la electricidad data de los griegos, que observaron que al frotar ámbar vigorosamente este atraía pequeños trozos de materia, como paja y cascara de granos. Posteriormente, en 1600, un siglo antes de Newton, William Gilbert (1540-1603), un científico de interés renacentista y médico de la reina Elizabeth I, descubrió que el vidrio y muchas otras sustancias, atraen pequeños trozos de materia como lo hace el ámbar. El describió las observaciones asegurando que los materiales se han electrificado, lo cual significaba “que obtenían propiedades como el ámbar”. Las aplicaciones de electrostática se basan en la posibilidad de cargar pequeñas cantidades de materia y usar la fuerza de atracción o de repulsión para un fin en particular.

Muchos fenómenos físicos que se observan en la naturaleza y a nuestro alrededor, no pueden ser explicados solamente con base en la mecánica, la teoría cinética molecular o la termodinámica. En dichos fenómenos aparecen fuerzas que actúan entre los cuerpos a cierta distancia, y no dependen de las masas de los cuerpos que interactúan, por consiguiente no son fuerzas gravitacionales. Estos fenómenos fueron explicados a través de las fuerzas electrostáticas.

La electrostática es el estudio de las cargas eléctricas en reposo, su interacción y las propiedades eléctricas de los distintos materiales. El instrumento más utilizado para estudiar los fenómenos electrostáticos es el electrómetro, el cual indica la magnitud y tipo de carga.

Pero el estudio sistemático y cuantitativo de los fenómenos físicos, en los cuales aparece la interacción electromagnética de los cuerpos empezó solamente a finales del siglo XVIII.

Con los trabajos de muchos científicos en el siglo XIX se finalizó la creación de una ciencia estructurada dedicada al estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Esta ciencia, la cual es una de las principales ramas de la física, tomó el nombre de Electromagnetismo.

#### Material y equipo.

---

- 1 Barra de vidrio.
- 1 regla de acrílico.
- 1 Paño de seda.
- 1 paño de poliéster
- 1 Electroscopio.
- 1 Globo “de fiesta”
- 1 péndulo electrostático.
- 1 lata de aluminio
- 20 g sal
- 20 g pimienta

### Experimento No. 1 Métodos de electrización

a) Verifica que todo el material se encuentre descargado, tocándolo previamente con la mano. Frota la regla de acrílico con el paño de seda y aproxímalas a la esfera del péndulo sin tocarla. Explica lo sucedido indicando los métodos de electrización y representa un bosquejo de lo observado en tabla 1 análisis de resultado.

b) Repite el procedimiento anterior, pero ahora toca al péndulo con la barra electrizada. Explica lo sucedido indicando los métodos de electrización que fueron utilizados en este caso tanto en la barra como en la esfera del péndulo y representa un bosquejo de lo observado en tabla 1 análisis de resultado.

c) ¿Qué tipo de carga adquieren la barra de acrílico y el paño de seda?

---

---

---

d) Repite el procedimiento anterior utilizando la barra de vidrio y el paño de poliéster. Explica lo que sucede, anota el tipo de carga que fue adquirida por la barra de vidrio y el paño de seda. Representa por medio de un bosquejo en tabla 1 análisis de resultado.

### Experimento No.2 Electroscopio.

a) Verifica que el electroscopio esté descargado tocando con la palma de la mano.

b) Toma la regla de acrílico sin frotarla, acerca al electroscopio sin tocarlo. Escribe tus observaciones.

c) Frota la barra de vidrio con el paño de seda y aproxima al electroscopio. Explica lo sucedido y representa por medio de un bosquejo en Tabla 2 análisis de resultado.

d) Verifica que el material se encuentre descargado. Frota la barra de vidrio con el paño poliéster y aproxima al electroscopio. Explica lo que sucede y representa por medio de un bosquejo en tabla 2 análisis de resultado.

### Experimento No. 3 Métodos de Electrización.

#### Parte I

- a) Infla el globo, amárralo y electriza por frotamiento.
- b) Una vez electrizado, acercar a la lata de aluminio, ver figura No. 2
- c) Observa, dibuja y escribe tus observaciones tabla 3 análisis de resultados.



Figura 2. Globo amarrado.

d) ¿Pasará lo mismo con una lata de hierro, o con una botella de plástico?

---

---

---

#### Parte II

- a) En una caja de papel, vierte un poco de sal de mesa y pimienta; revuelve bien.
- b) Acerca un globo inflado electrizado por frotamiento a la mezcla. Haz un dibujo de lo sucedido y escribe tus observaciones acerca del fenómeno en tabla 3 de análisis de resultado.

**TABLA No. 1 Métodos de electrización**

A)
B)
C)



**TABLA No.2 Electroscopio.**

B)
C)
D)

**TABLA No. 3 Métodos de Electrización.**

<p>PARTE I.</p>          <p>Observación:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>PARTE II.</p>          <p>Observación:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a los conceptos y principios fundamentales del tema y en base a los resultados experimentales observados.

1. ¿Cuándo un cuerpo está electrizado?

---

---

2. ¿Cuándo un cuerpo es eléctricamente neutro?

---

---

3. ¿Cuáles son y en qué consisten los métodos de electrización?

---

---

4. Al acercar un cuerpo conductor a otro cargado positivamente, algunos electrones del conductor se acumulan dentro de él por el lado más próximo al cuerpo cargado. Explica ¿a qué se debe este fenómeno?

---

---

---

---

5. En electricidad algunos materiales son clasificados como vítreos y resinosos. ¿Qué carga adquieren cada uno de estos materiales al electrizarse?

---

---

6. Explica el fenómeno de polarización e indica si éste se realiza en los materiales conductores, en los aislantes o en ambos.

---

---

## Conclusiones.

---

En base a los objetivos de la práctica, en los experimentos realizados y los fundamentos teóricos, escribe tus conclusiones haciendo las comparaciones necesarias en cada experimento.

---

---

---

---

Fecha de realización :	
Fecha de entrega:	

## **CAPÍTULO 4.**

### **ASPECTOS DE DISEÑO DEL LABORATORIO DE PRÁCTICAS DE ELECTROMAGNETISMO.**

En este capítulo se presenta las condiciones ambientales, eléctricas e incluso ocupacionales con el objetivo de lograr un ambiente seguro, tanto para el equipo como el personal, que realiza las prácticas de laboratorio.

#### **4.1 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES**

- Humedad

La humedad tiene que ser la menor posible porque acelera la oxidación de los instrumentos (que son comúnmente de acero); sin embargo, para lograr la mejor habitabilidad del laboratorio no puede ser menor del 50 % ni mayor del 75 %. Si se llega a sobrepasar este último valor, la humedad puede afectar al laboratorio.

Para poder controlar la climatización del laboratorio se recomienda el uso de un sistema deshumificador

El cual deberá ser seleccionado teniendo en cuenta las siguientes especificaciones

1. Primeramente usar un higrómetro para obtener una lectura de humedad precisa en el cuarto o área que quieres deshumidificar.
2. Se determina el cambio de aire por hora (CAH) para calcular el flujo de aire que se necesita para deshumidificar tu cuarto apropiadamente.
  - Si el nivel de humedad es “extremadamente húmedo” o está entre un 90 y 100 por ciento, el CAH tendrá un valor de “6”.
  - Si el nivel de humedad es considerado “húmedo” o se encuentra entre un 80 y 90 por ciento, el CAH tendrá un valor de “5”.

- Cuando la humedad en el cuarto está considerada como “muy húmedo” y está entre un 70 y 80 por ciento, tu CAH será “4”.
  - Los niveles de un cuarto “moderadamente húmedo” que están entre un 60 y 70 por ciento tendrán un CAH de “3”.
3. Calcula la cantidad de metros cuadrados del cuarto o área que necesitas deshumidificar.
    - Mide el largo y ancho de tu cuarto usando un regla o cinta métrica.
    - Multiplica los valores del largo y el ancho para obtener la cantidad de metros cuadrados del lugar.

En este caso se tiene

10.12 metros por 12.65 metros, el total de metros cuadrados es 128.02

4. Se calcula la cantidad de metros cúbicos que necesitas deshumidificar tomando la altura del cuarto y multiplicando ese valor por el valor en metros cuadrados que calculaste anteriormente.

En este caso se tiene.

128.02 metros cuadrados por la altura de 2.5 metros, el total de metros cúbicos sería 320.05

5. Se determina la cantidad de flujo de aire en metros cúbicos por minuto (MCM) usando la cantidad de metros cúbicos y los valores de CAH.

Multiplica el valor de metros cúbicos por el CAH y divide el resultado entre 60.

Se tiene una medida de 320.05 metros cúbicos y tu cuarto es considerado “extremadamente húmedo”, multiplica 320.05 por 6 y tendrás un resultado de 1920.3. Se divide entre 60, esto resulta **32 metros cúbicos por minuto**.

6. Posteriormente se determina la cantidad de volumen de humedad que necesitas que se extraiga del aire diariamente para deshumidificar el cuarto de forma eficiente.

Para condiciones de humedad altas, compra deshumidificadores que puedan extraer 5,7 litros de agua en 46,5 metros cuadrados. Por cada 46,5 metros cuadrados adicionales añade 2,4 litros.

7. Se deberá adquirir deshumidificador que pueda soportar tus requerimientos de MCM y litros.

Las etiquetas y cajas del producto para determinar el tamaño correcto que necesita adquirir Si tu nivel de MCM es más alto que los MCM que un deshumidificador puede soportar, necesitarás comprar varias unidades para deshumidificar correctamente el espacio. Si tus niveles de MCM son menores a los que puede soportar un deshumidificador, compra uno con un nivel más alto de lo que se necesita y debe ser utilizado pocas veces.

- Temperatura.

Para un óptimo funcionamiento de un laboratorio, es necesario el control de las condiciones ambientales por lo que los límites de temperatura recomendados son 24 °C a 27 °C. Ya que son rangos de temperaturas aceptables para el ser humano.

Por lo que podría ser controlado por un sistema de aire acondicionado en los casos de que la temperatura sobrepase los límites mencionados.

El cual deberá ser seleccionado teniendo en cuenta los siguientes parámetros

Zona climática: la cual está clasificada de la siguiente manera



Figura 5 Clasificación Zona Climática

Área: cantidad de metros cuadrados que se desea climatizar

Carga térmica: La cantidad de personas que van frecuentar el laboratorio y todos los objetos que generen calor como lámparas, computadoras, proyectores, etc.

Ahora para calcular la capacidad del equipo de aire se debe calcular mediante formula

$$\text{Capacidad Total} = \text{Area} \times \text{BTU/m}^2 + \text{carga térmica total}$$

Teniendo en cuenta la siguiente figura la cantidad de BTU/m<sup>2</sup> promedio de clima y los BTU promedio de personas, lámparas y equipos.



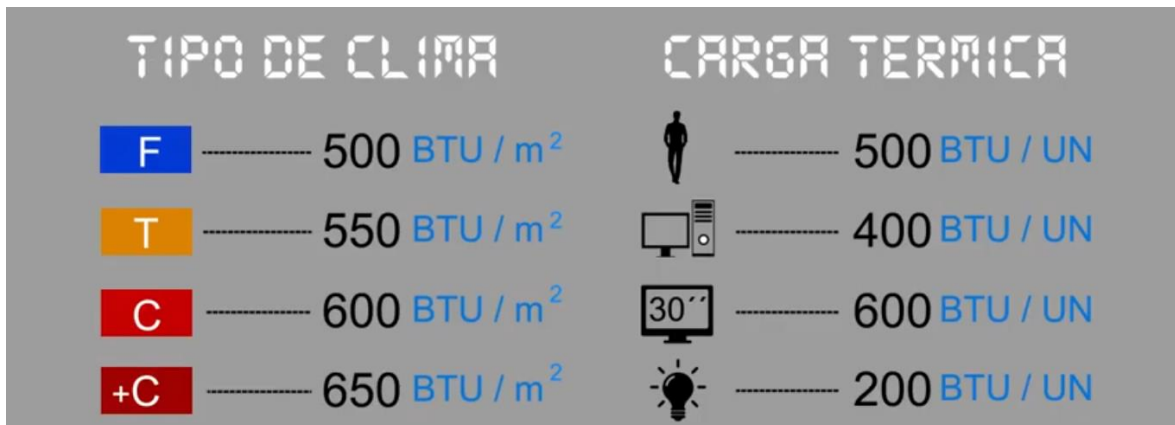


Figura 6 Valores de BTU

Teniendo para efectos prácticos realizamos la siguiente tabla considerando un clima cálido.

Parámetro	Cantidad	BTU/UN	BTU TOTAL
m <sup>2</sup>	128	600	76800
Persona	30	500	15000
Proyector	2	600	1200
Computadora	25	400	10000
Lámpara	12	200	24000
		Total	127000

Tabla 7 Tabla resumen de valor totales de BTU

Ahora aplicando la siguiente fórmula

$$1 \text{ tonelada de refrigeración} = 12000 \text{ BTU/h}$$

$$\text{Toneladas de refrigeración necesarias} = \frac{127000 \text{ BTU/h}}{12000 \text{ BTU/h}} \approx 10 \text{ toneladas}$$

Por lo tanto se va requerir utilizar dos aires acondicionados del tipo mini Split de 5 toneladas ya que son los que comúnmente se encuentran en el mercado.

- Presión.

La presión atmosférica es otra condición ambiental que se debe tomar en cuenta en los laboratorios, algunos laboratorios necesitan corrección en sus resultados debido a la temperatura. En condiciones normales la presión atmosférica deberá estar en el orden de 86 kPa a 106 kPa. Sin embargo es conocido que la presión atmosférica varía con la altitud del lugar por ejemplo para nuestro interés específico San Salvador, El Salvador que está con una altitud de 670 m.s.n.m y una presión atmosférica del orden de los 93.3 kPa.

- Partículas de polvo.

Otro parámetro importante a tomar en cuenta en el ambiente de desarrollo del laboratorio es las partículas de polvo. Las recomendaciones sobre las partículas de polvo están básicamente fundamentadas en mantenimiento higiénico y sus consideraciones, ésta es la mejor práctica para evitar los efectos adversos causados por ambientes con polvo.

#### 4.2 REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS.

- Iluminación.

El nivel de iluminancia media o iluminación promedio para un laboratorio expresado en lux está en el rango de 500 a 700 lux. Un valor medio de iluminación (600 lux) garantiza las exigencias visuales para desarrollar las actividades además también se recomienda también completar la iluminación con luz natural.

LUGAR O FAENA	ILUMINACION
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

Tabla 8 Tabla de valores recomendados de iluminación

Para lograr el requerimiento necesario de iluminación nos auxiliamos de un programa de diseño lumínico el cual es DIALUXevo, utilizando luminarias de potencia comercial en tecnología LED 52 Watts SYLVANIA de empotrar llenando los requerimientos básicos de diseño obtenemos el siguiente resultado para un total de 12 luminarias.

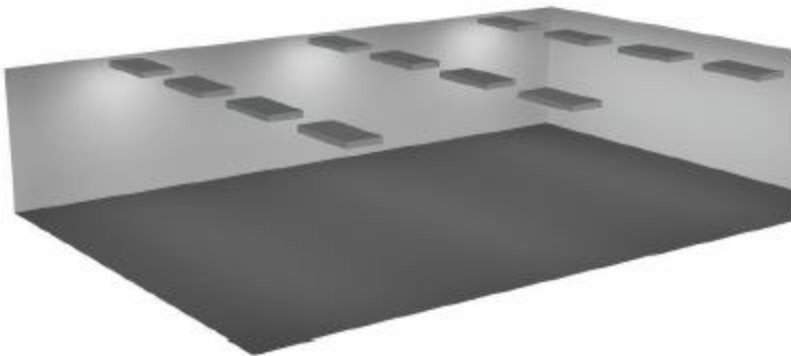


Figura 7 Simulación realizada en DIALUXevo

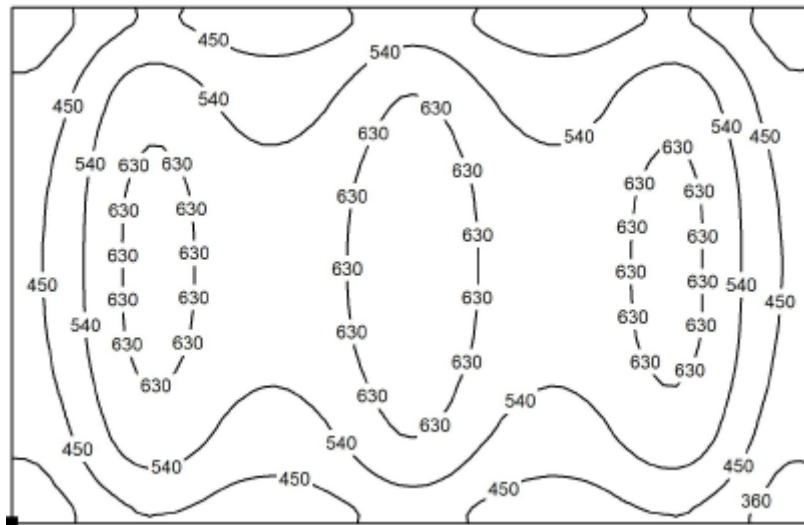


Figura 8 Niveles de iluminación Obtenidos

- Alimentación eléctrica

Los tableros eléctricos deben estar fuera de las áreas de trabajo, en un lugar de fácil acceso y visible para el personal, además deben disponer de un interruptor general para todo el circuito eléctrico, e interruptores individuales para cada sector, todos debidamente identificados y de fácil acceso. Sectorizar la red eléctrica de acuerdo al nivel de consumo, con indicación de la carga máxima tolerable, para evitar sobrecargas del sistema y el consiguiente salto de los fusibles automáticos. Los enchufes no deberán estar cerca de fuentes de agua o gas.

Para el caso se han considerado un cuarto eléctrico con Sub tablero principal que va ser alimentado del tablero general que se encuentre más próximo las especificaciones del tablero son: monofásico 220 V de 42 espacios considerando carga futura, barras de 225 amperios y MAIN de 200 amperios

- Sistema de puesta a tierra o red de tierra.

El cuerpo humano es un buen conductor eléctrico, razón por la cual al verse sometido a una diferencia de tensión se originarían corrientes circulantes a través de él, Si una persona está en contacto con elementos energizados estará sujeta a sufrir un choque, que no es más que una sensación desagradable ocasionada por el paso de corriente eléctrica en el cuerpo, un paso de corriente menor a 1 amperio por el cuerpo humano puede ocasionar graves daños al organismo. Este riesgo está presente hoy en día bajo múltiple circunstancia, ésto debido al uso casi vital de la electricidad en las sociedades humanas para su desarrollo y mejoras en la calidad de la vida. Por lo dicho anteriormente y al no poderse desligar de la fuente de energía eléctrica es necesario crear medios para su generación, transmisión, distribución y consumo de forma segura, para ello surge la necesidad de realizar un buen sistema de puesta a tierra.

Se ha considerado el arreglo más práctico de red de tierra el cual consiste 3 varías de cobre Copperweld 5/8 por 8 pies de largo fundidas con soldadura exotérmica o bien se podría utilizar cepos formando una malla con cable THHN #2 enterrada a 30 cm de profundidad.



*Figura 9 Diseño de red de tierra.*

### 4.3 SEÑALIZACIÓN.

En los laboratorios, la señalización contribuye a indicar aquellos riesgos que por su naturaleza y características no han podido ser eliminados. Considerando los riesgos más frecuentes en estos lugares de trabajo, las señales a tener en cuenta son:

Señales de advertencia de un peligro

Tienen forma triangular y el pictograma negro sobre fondo amarillo. Las que con mayor frecuencia se utilizan son:

Riesgo eléctrico. Esta señal debe situarse en todos los armarios y cuadros eléctricos del laboratorio.



*Figura 10 Advertencia riesgo eléctrico*

Materiales inflamables. Siempre que se manipule este tipo de materiales, se utilizará la señal indicada a continuación.



*Figura 11 Advertencia Materiales inflamables*

## Señales de prohibición

De forma redonda con pictograma negro sobre fondo blanco. Presentan el borde del contorno y una banda transversal descendente de izquierda a derecha de color rojo, formando ésta con la horizontal un ángulo de 45°.

### Prohibición de fumar y de encender fuego.

Siempre que en el laboratorio se utilicen materiales inflamables deberá emplazarse la señal que indica expresamente la citada prohibición.



*Figura 12 Señal de Prohibido de Fumar y encender juego*

### Prohibición para no ingerir alimentos y bebidas.

Indica que no se puede ingerir que indica que no se puede ingerir y beber alimentos en el laboratorio.



*Figura 13 Señal de Prohibido ingerir alimentos*

## Señal de salvamento o de auxilio

Aquellas que proporcionan indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.

Salida.

Una salida de emergencia es una estructura de salida especial para emergencias, tales como un incendio: el uso combinado de las salidas regulares y especiales permite una rápida evacuación, mientras que también proporciona una alternativa si la ruta a la salida normal es bloqueada por el fuego, por ejemplo.



Figura 14 Señal de salida de emergencia

La Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Es una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinados, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo



Figura 15 Señal de primeros auxilios

#### 4.4 ESTRUCTURA GENERAL DEL LABORATORIO.

El laboratorio propuesto estará diseñado con una dimensión de 10 m x 12 m x 2.5 m, los cuales son necesarios ya que cumplen con el espacio suficiente para poder desarrollar las actividades, además se han considerado 6 mesas de trabajo, cada mesa de trabajo podrá estar ocupada por un grupo de 4 estudiantes, en total se ha considerado un grupo de 24 estudiantes como capacidad máxima, las mesas de trabajo cuentan con iluminación móvil para realizar las practicas correspondientes también contará con 4 ventanas de 1.6 m x 1.5 m para permitir

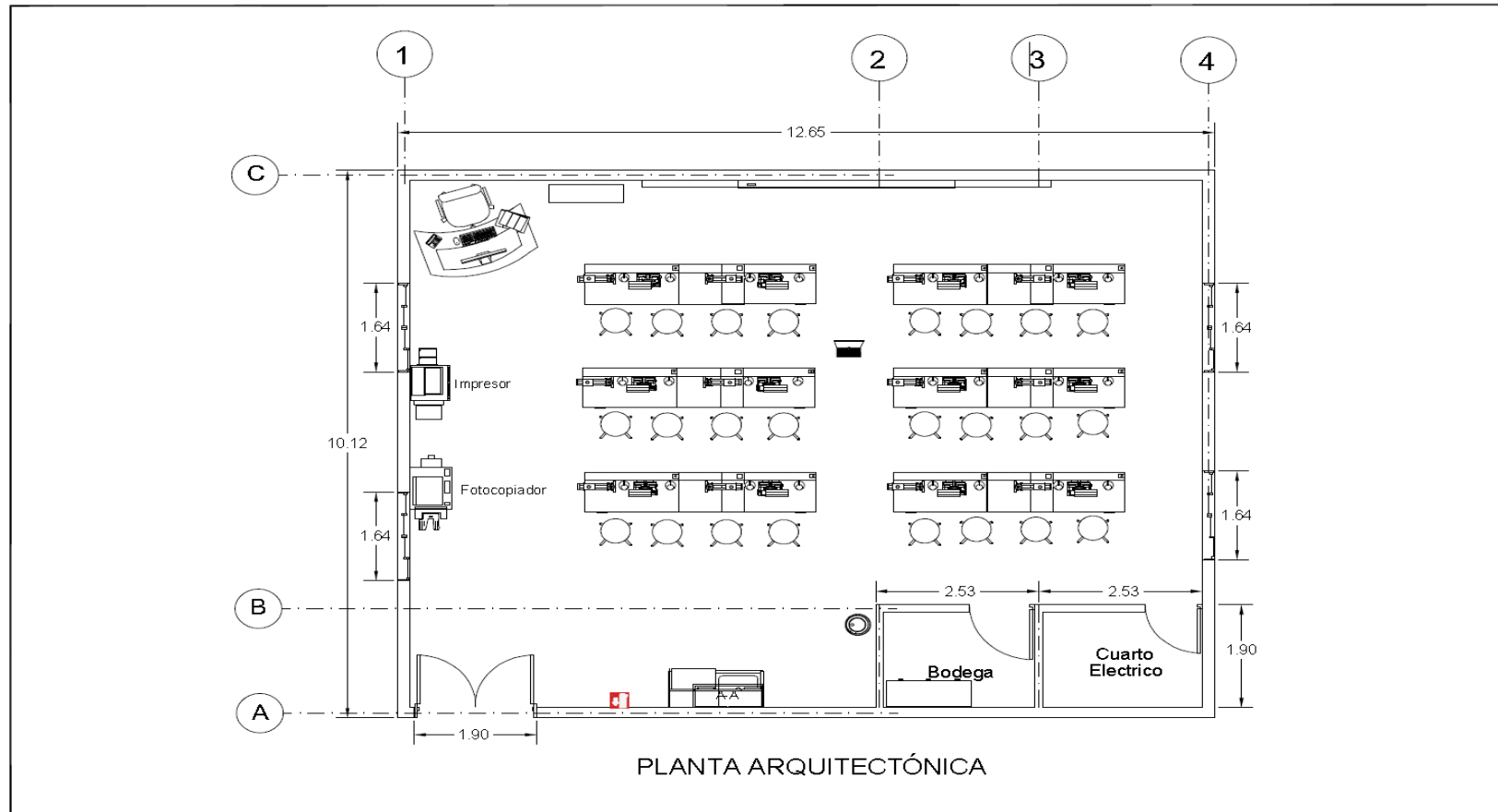


el ingreso de luz natural, también una bodega para poder guardar los instrumentos de las prácticas y su cuarto eléctrico el cual almacenara un sub tablero, en cuanto a la iluminación se propone 12 luminarias de 52 W en tecnología LED con difusor, 2 aire acondicionado con capacidad 5 toneladas cada uno.

Además deberá poseer los siguientes equipos

- Un proyector y su pantalla
- Impresora láser.
- Computadora para uso docente
- Fotocopiadora
- Pizarra
- 3 estanterías con seguridad para guardar los respectivos implementos de utilización del laboratorio

#### 4.5 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LABORATORIO.



PROYECTO:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA  
PRÁCTICAS DE ELECTROMAGNETISMO

PRESENTA:  
Jose Roberto Rivas

CONTENIDO:  
Plano es de distribución de planta

FECHA:  
ENERO-2019

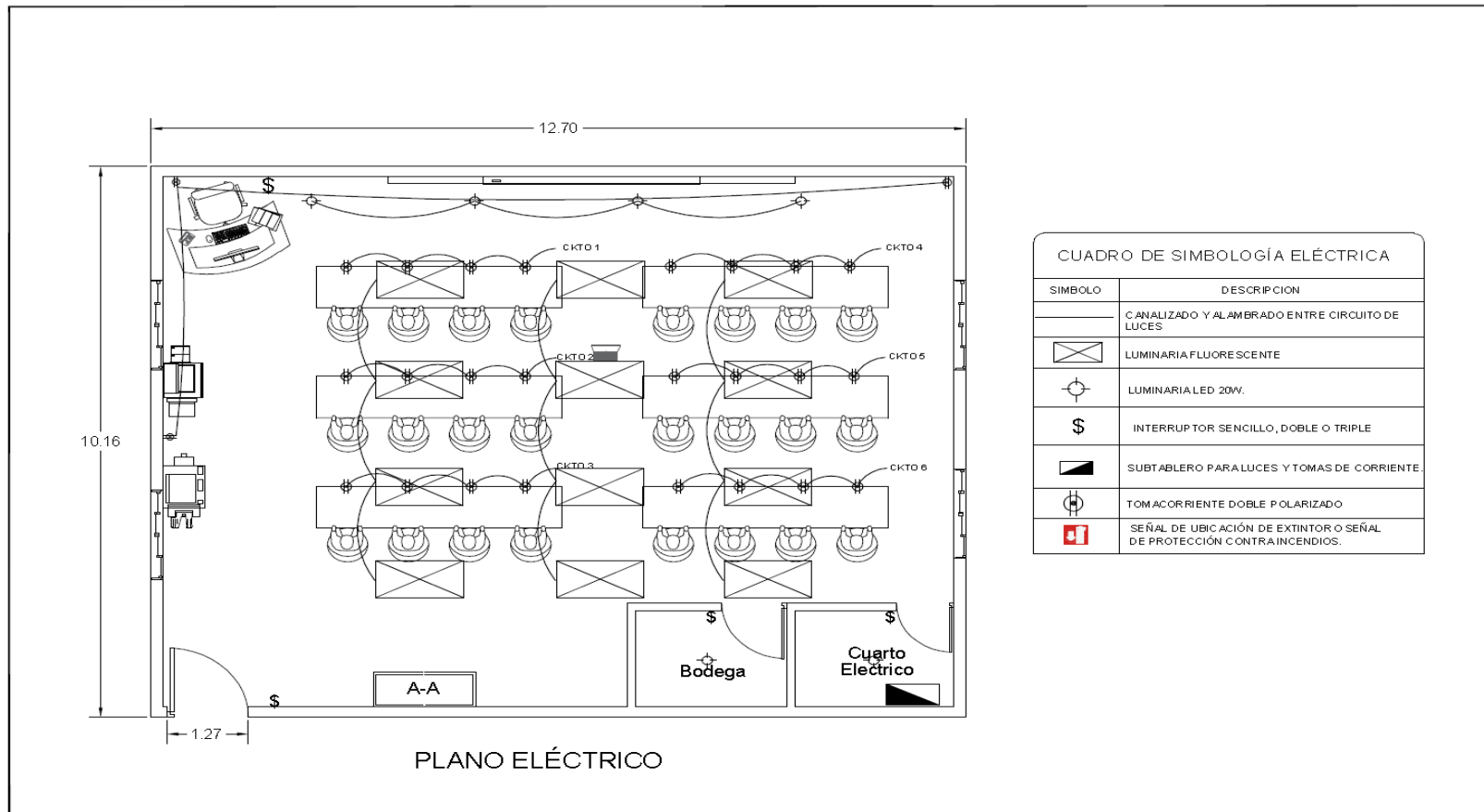
REVISIÓN:  
1

ESCALA:  
INDICADAS

HOJA:  
**1/2**

Figura 16 Diseño de Planta y distribución

## 4.6 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



PROYECTO:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA  
PRÁCTICAS DE ELECTROMAGNETISMO

PRESENTA:  
Jose Roberto Rivas

CONTENIDO:  
Plano electrico y iluminacion

FECHA:  
ENERO-2019

REVISIÓN:  
1

ESCALA:  
INDICADAS

HOJA:  
**2/2**

Figura 17 Plano Eléctrico

#### 4.7 DETALLE DE RENDERIZADO DE PLANTA.

A continuación se muestra el detalle 3D del diseño de la distribución de planta.



*Figura 18 Diseño renderizado de planta Vista "A"*



*Figura 19 Diseño renderizado de planta Vista "B"*



*Figura 20 Diseño renderizado de planta Vista "C"*



*Figura 21 Diseño renderizado de planta Vista "D"*





*Figura 22 Diseño renderizado de planta Vista "E"*



*Figura 23 Diseño renderizado de planta Vista "F"*



*Figura 24 Diseño renderizado de planta Vista "G"*

## CONCLUSIONES.

- Se puso en evidencia la falta que hace un laboratorio de electromagnetismo ya que es uno de los mejores complementos que se tiene en el aprendizaje por experiencia.
- Se logró desarrollar una guía para actividades metodológicas y procedimentales para la implementación del Laboratorio de electromagnetismo.
- Se realizó una aproximación de diseño de planta y distribución del laboratorio.
- Con la propuesta de diseño se pretende que sea una punta de lanza para que en futuros proyectos de la facultad de ingeniería se tome en cuenta.



## RECOMENDACIONES

Al contar con el laboratorio.

- Implementar una mayor cantidad de horas de enseñanza – aprendizaje en el laboratorio.
- Realizar el mantenimiento de los equipos y actualización continua de los docentes a cargo del laboratorio.
- Fomentar el uso permanente del laboratorio para que los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica adquieran nuevos conocimientos.

## BIBLIOGRAFIA

- Conceptos de laboratorio  
<http://estudios.universia.net/ecuador/estudio/ups-ingenieria-industrial>
- Investigación descriptiva.  
<https://prezi.com/m5ptdgho3e9s/recoleccion-de-datos-en-la-investigacion-descriptiva/>
- Caro, S. & Reyes, J. Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en Ingeniería Civil, Revista de Ingeniería, Núm. 18, p.p.48-55, 2003.
- Manual Práctica de Laboratorio Bach. Mined 2014
- Experiencia aprendizaje Roger Schank  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Roger\\_Schank](https://en.wikipedia.org/wiki/Roger_Schank)
- Métodos de estudio  
<https://www.monografias.com/trabajos82/metodos-estudio/metodos-estudio.shtml>
- Qué es una práctica de laboratorio  
<http://www.eumed.net/libros-gratis/2008b/395/CARACTERIZACION%20DE%20LA%20PRACTICA%20DE%20LABORATORIO.htm>
- Elementos de electromagnetismo 3ra edición - Matthew N. O. Sadiku  
3ra Edición, año 2000

## ANEXOS.

### ANEXO 1. PRÁCTICA DE LABORATORIO BALANZA DE TORSIÓN DE COULOMB.

	<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
	<b>ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>	
	<b>ELECTROMAGNETISMO I</b>	
	Laboratorio # 2	Ciclo: <b>I</b>
	<b>BALANZA DE TORSIÓN DE COULOMB</b>	Año: <b>2018</b>

#### Objetivos.

- Estudiar fuerza entre dos cargas eléctricas puntuales en función de la distancia que las separa.
- Estudiar la fuerza en función del valor de la carga eléctrica.
- Hallar un valor aproximado de la constante eléctrica de Coulomb.

#### Marco teórico.

##### **BALANZA DE COULOMB**

Fue inventado de forma independiente por el físico francés Charles-Augustin de Coulomb en el año 1777, que lo empleó para medir la atracción eléctrica y magnética. Coulomb buscaba mejorar la brújula de los marinos y para ello experimentaba con cargas eléctricas. Colocó una pequeña esfera cargada en la barra de la balanza y luego, a diferentes distancias, otra esferita igualmente cargada. Entonces midió la fuerza entre ellas, fijándose

en el ángulo en que la barra giraba. Así encontró en 1785 la ley que rige la fuerza entre dos cargas eléctricas, ley que llamamos de Coulomb en su honor

Con esta balanza investigó la naturaleza de las fuerzas electrostáticas. En una primera serie de experimentos encontró que la fuerza medida con el aparato es proporcional al ángulo de torcedura, y que la constante de proporcionalidad depende de las características del alambre usado. En el segundo grupo de experimentos, Coulomb colocó en uno de los brazos del soporte un objeto con carga igual a  $+q_1$ , mientras que a una cierta distancia de él fijó otro objeto con carga igual a  $+q_2$ .

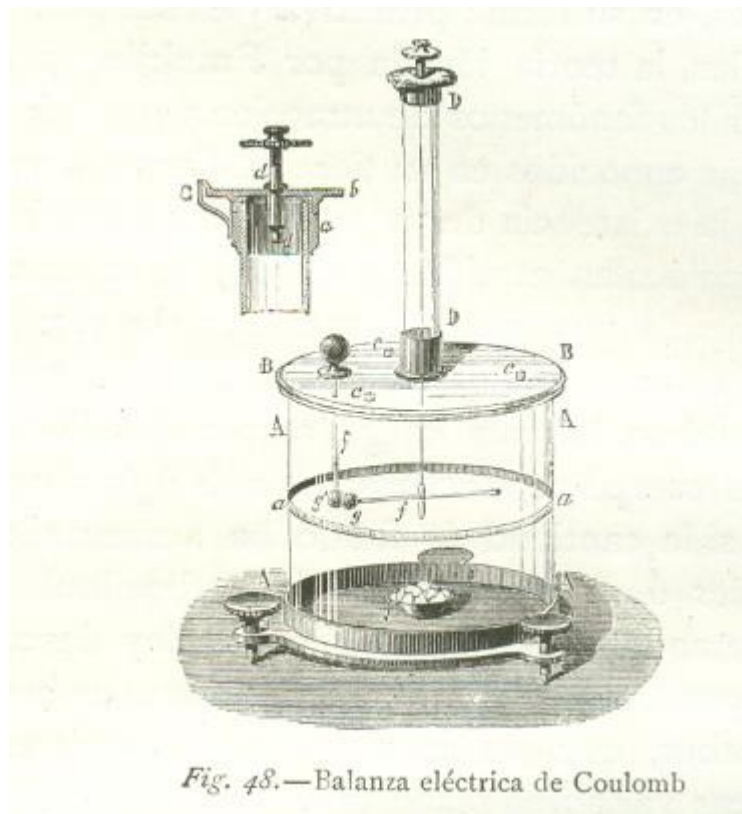


Fig. 1 La balanza de torsión que usó Coulomb

El aparato se compone de una base de madera sobre la que se apoya una caja cilíndrica de cristal con una cinta graduada a su alrededor colocada a media altura y cerrada en su parte superior por una cubierta que está atravesada en su centro por un cilindro hueco de cristal que se prolonga hasta el interior de la caja. Este cilindro se cierra en su extremo superior por el micrómetro del aparato: dos tambores metálicos, uno graduado en su borde,

con giro suave del uno sobre el otro. Sujeto a este elemento se encuentra un hilo muy fino de plata que pende por el interior de este cilindro hueco y se prolonga hasta el interior de la caja de cristal; en este otro extremo el hilo de plata sostiene una aguja o varilla horizontal de goma laca. Por un orificio en la cubierta se introduce una bolita aislada, con un mango de vidrio, que podrá ser electrizada convenientemente desde el exterior.

Una balanza de torsión se empleó en el experimento de Cavendish realizado en 1798 para medir la densidad de la Tierra con la mayor precisión posible. Las balanzas de torsión se siguen empleando hoy en día en algunos experimentos de física.

Para medir la fuerza electrostática se puede poner una tercera bola cargada a una cierta distancia. Las dos bolas cargadas se repelen/atraen unas a otras, causando una torsión de un cierto ángulo. De esta forma se puede saber cuánta fuerza, en Newton, es requerida para torsionar la balanza un cierto ángulo. La balanza de torsión se empleó para definir inicialmente la unidad de carga electrostática y hoy en día se define como la carga que pasa por la sección de un cable cuando hay una corriente de un amperio durante un segundo de tiempo.

### **Ley de Coulomb**

La magnitud de las fuerzas eléctricas de atracción y repulsión entre cargas se rige por el principio fundamental de la electrostática, también llamado Ley de Coulomb. Esta ley establece que la fuerza de atracción (o repulsión) entre dos cargas eléctricas puntuales de distinto (o igual) signo es directamente proporcional al producto del valor de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa:

$$\vec{F} = K \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \hat{r}$$

Donde  $q_1$  y  $q_2$ , son las cargas que interactúan,  $r$  es la distancia que las separa,  $\hat{r}$  es el vector unitario que indica la dirección de la fuerza y  $k$  es la constante de proporcionalidad, la cual depende del medio en el cual interactúen las cargas, y se escribe como  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{F}{m}$ , donde  $\epsilon_0$ , es la permitividad del medio, que en el caso del vacío es  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$

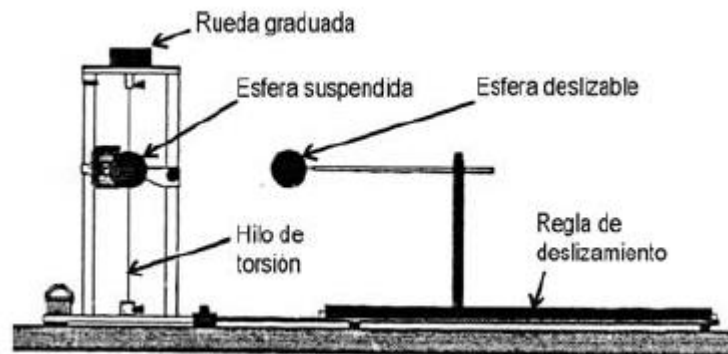


Fig. 2 Balanza de Coulomb, en su vista frontal

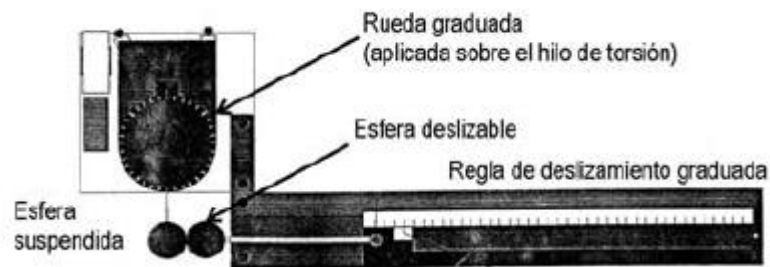


Fig. 3 En la vista superior se muestra la disposición idónea para ajustar el paralaje de toda la estructura.

### Material y equipo.

- Balanza de Coulomb.
- Fuente de alto voltaje (10 kV).
- Sonda para cargar esferas.
- Cables de conexión.
- Bascula.

**Experimento No. 1 Medida de fuerza frente a distancia.**

a) Realice los ajustes necesarios para que la balanza presente el aspecto mostrado en la Fig. 3. Asegúrese de que las esferas se encuentran inicialmente completamente descargadas (poniéndolas en contacto con un polo a tierra) y deslice la esfera deslizable tan lejos como se pueda de la otra esfera. Coloque la rueda graduada en su posición de cero. Rote el resorte que sujeta el hilo de torsión en su parte inferior hasta conseguir que la esfera suspendida se oriente con ángulo cero.

b) Con las esferas separadas a la máxima distancia, cargue ambas esferas a un potencial comprendido entre 6 y 7 kV, utilizando una sonda metálica conectada a la fuente de alto voltaje. Inmediatamente después de cargar las esferas apague la fuente para evitar fugas de carga.

c) Posicione la esfera deslizable en la posición de 20 cm. Rote la rueda hasta conseguir que la esfera suspendida alcance su punto de equilibrio inicial. Realice una tabla de datos (Tabla 1) donde escriba la distancia,  $r$ , y el ángulo,  $\theta$ .

d) Repita los pasos b y c, para distancias de 14, 10, 9, 8, 7, 6 y 5 cm. Lleve los datos a la Tabla 1.

e) Represente la gráfica  $\log(\theta)$  frente a  $\log(r)$ . Realice un ajuste lineal. ¿Qué indica su resultado?

$$\theta_c = \left(1 - 4 \frac{a^3}{r^3}\right)^{-1} \theta$$

f) En realidad, para distancias muy pequeñas entre las esferas, la carga sobre cada esfera no se distribuye uniformemente, sino que se redistribuye de modo que la energía potencial se minimice. Por esta razón es conveniente aplicar el siguiente factor de corrección, quedando el ángulo corregido  $\theta$

g) Repetir el paso e, pero esta vez utilizando los ángulo corregidos y añada esto a la Tabla 1.

¿Qué observó?

---

---

---

### Experimento No.2 Medida de fuerza frente a la carga.

a) Sitúe la esfera deslizable a una distancia de la otra fija de entre 7 a 10 cm. Esta distancia se mantendrá constante durante todo el desarrollo de esta sección.

b) Cargue ambas esferas al mismo potencial, por ejemplo a 7 kV, y mida la fuerza entre ellas en términos del ángulo de torsión según el método explicado en el experimento No 1.

c) Sin modificar la distancia entre las esferas, modifique la carga de una de las esferas (manteniendo la otra constante). Para modificar dicha carga siga el paso siguiente **d**.

d) Si dispone de una fuente de voltaje ajustable, puede cargar la esfera en cada paso a distintos valores de potencial; por ejemplo, siguiendo la sucesión 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 kV.

e). Realice una tabla de datos (Tabla 2) con los datos de ángulos de torsión, cargas y sus respectivos errores.

La constante de torsión se va calcular a partir de la masa de la esfera suspendida por el hilo de torsión, debe tomar nota de la masa de la esfera en kg

**Valor en masa de la esfera suspendida \_\_\_\_\_ kg.**

Mediante las siguientes formulas calcularemos la constante tenemos que el peso es:

$$w = m.g = C \text{sen}\theta$$

Donde:



$g$ =aceleración de la gravedad

$\Theta$ = Angulo de despeamiento

$m$ = masa de la esfera

$C$ = constante de torsión.

Despejando se tiene que:

$$C = \frac{mg}{\text{sen}\theta}$$

Entonces la fuerza de torsión es:

$$F = C \text{sen}\theta$$

Por ley de coulomb se tiene que la fuerza eléctrica  $F_e$  es:

$$F = F_e = K \frac{Q^2}{r^2}$$

Donde:

$k$ = constante eléctrica

$Q$ = carga eléctrica.

$r$ =distancia entre las cargas.

Despejando la ecuación anterior se tiene que:

$$Q = \sqrt{\frac{F_e r^2}{k}}$$

**Donde:**

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{F}{m}$$

$$F = k \frac{Q^2}{r^2}$$

Con esta ecuación encontraremos la fuerza para llenar en la tabla No 1 y No 2.

**TABLA No. 1 Medida de fuerza frente a distancia**

Distancia (m)	Angulo (°)	$\theta_c$	$1/r^2$	F (N)
5				
6				
7				
8				
9				
10				
14				
20				

**TABLA No.2 Medida de fuerza frente a la carga.**

Voltaje (kV)	Angulo (°)	$\theta_c$	Q	F (N)
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

**Análisis de datos.**

**Realizar las respectivas graficas con matlab o cualquier software graficador además realizar su respectiva conclusión de cada gráfico.**

1. Realizar un gráfico del ángulo vs la distancia y calcular la constante de proporcionalidad.
2. Realizar el gráfico de Fuerza vs el inverso del cuadrado de la distancia calcular la pendiente respectiva.
3. Realizar el gráfico de Fuerza vs el cuadrado de la carga, calcular la pendiente respectiva.
4. Con los resultados obtenidos en el numeral 3 y 4 calcule la constante de Coulomb.

**Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a los conceptos y principios fundamentales del tema y en base a los resultados experimentales observados.**

1. ¿En qué forma depende la fuerza de la distancia de separación de cargas?
2. ¿En qué forma depende la fuerza del valor de las cargas que interactúan?
3. Explique con sus palabras el significado de la pendiente Fuerza vs el inverso del cuadrado de la distancia.

4. Explique con sus palabras el significado de la pendiente Fuerza vs el cuadrado de la carga

### Conclusiones.

---

En base a los objetivos de la práctica, en los experimentos realizados y los fundamentos teóricos, escribe tus conclusiones haciendo las comparaciones necesarias en cada experimento.

---

---

---

---

Fecha de realización :	
Fecha de entrega:	

## ANEXO 2. PRACTICA DE LABORATORIO BALANZA DE CORRIENTE.

	<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
<b>ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>		
<b>ELECTROMAGNETISMO I</b>		
Laboratorio # 3		
<b>BALANZA DE CORRIENTE</b>		
Ciclo: <b>I</b>		
Año: <b>2018</b>		

### Objetivos.

- Medir el campo magnético producido en el interior de un solenoide por una corriente continua a través de la fuerza magnética sobre una espira que conduce una corriente.

### Marco teórico.

#### BALANZA DE CORRIENTE

#### CAMPO MAGNÉTICO

Un densidad de flujo magnético " $\vec{B}$ " es una cantidad vectorial que puede estar producida por una carga puntual en movimiento o por un conjunto de cargas en movimiento, es decir, por una corriente eléctrica. La intensidad o corriente de un campo magnético " $\vec{H}$ " se mide en Tesla (T). Los campos magnéticos estáticos son campos magnéticos que no varían con el tiempo (frecuencia de 0 Hz). Se generan por un imán o por el flujo constante de electricidad.

## SOLENOIDE

Un solenoide es definido como una bobina de forma cilíndrica que cuenta con un hilo de material conductor enrollada sobre sí a fin de que, con el paso de la corriente eléctrica se genere un intenso campo magnético que al aparecer provoca en el mismo un comportamiento similar al de un imán.

Es importante denotar que con la configuración cilíndrica o en hélice cómo se muestra en la figura 1 del solenoide es posible producir un campo magnético razonablemente uniforme en el espacio rodeado por las vueltas del alambre. Cuando las vueltas están muy próximas entre ellos, cada una puede considerarse como una vuelta circular, y el campo magnético neto es el vector suma de los campos debido a todas las vueltas.

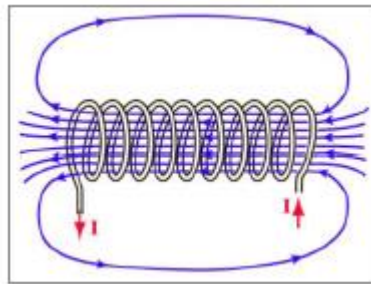


Figura 1. Solenoide

Un solenoide ideal es aquel cuando el espacio entre las vueltas es muy pequeño y la longitud es grande en comparación con el radio. En este caso, el campo fuera del solenoide es débil comparado con el campo dentro y el campo ahí es uniforme en un gran volumen. La expresión para calcular la magnitud del campo magnético “ $B$ ” dentro de un solenoide ideal, con espacio vacío entre las bobinas es:

$$\mathbf{B} = \frac{N\mu_0 I_b}{L} \quad (1)$$

Dónde:

- $N$  = Número de vueltas del Solenoide.
- $L$  = Longitud del solenoide.
- $\mu_0$  = Constante de permeabilidad (espacio libre).

- $I_b$  = Corriente que circula en el solenoide.
- **FUERZA MAGNÉTICA SOBRE LA ESPIRA**

Cuando una partícula cargada aislada se mueve a través de un campo magnético, sobre ella se ejerce una fuerza magnética. No debe sorprender entonces, que un alambre que conduce una corriente experimente también una fuerza cuando se pone en un campo magnético.

Esto es el resultado de que la corriente representa una colección de muchas partículas cargadas en movimiento; por tanto, la fuerza resultante sobre el alambre se debe a la suma de las fuerzas individuales ejercidas sobre las partículas cargadas.

La expresión para calcular la fuerza magnética “ $F$ ” sobre un alambre recto en un campo magnético uniforme “ $B$ ”, está dado por la expresión:

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B} \quad (2)$$

Donde “ $L$ ” es un vector de magnitud igual a la longitud del alambre con dirección igual a la dirección de la corriente “ $I$ ” que conduce el alambre. Cuando se cierra el interruptor como se muestra en la figura 2 la balanza se desequilibra debido a la fuerza magnética sobre la espira. La magnitud de esta fuerza se puede calcular con la expresión:

$$F_m = I_e d B \quad (3)$$

Donde  $F_m$  es la fuerza magnética,  $I_e$  la corriente de la espira, “ $d$ ” el ancho de la espira y “ $B$ ” el campo magnético dentro de la bobina.

### Material y equipo.

- 2 Fuentes de voltaje (10 A)
- 1 Solenoide (N = 118 espiras, L =15 cm).
- 1 Espira rectangular.

- 3 Hilo de diferentes longitudes.
- 4 Cables de conexión.

## Desarrollo Experimental.

Se debe realizar el siguiente montaje experimental.

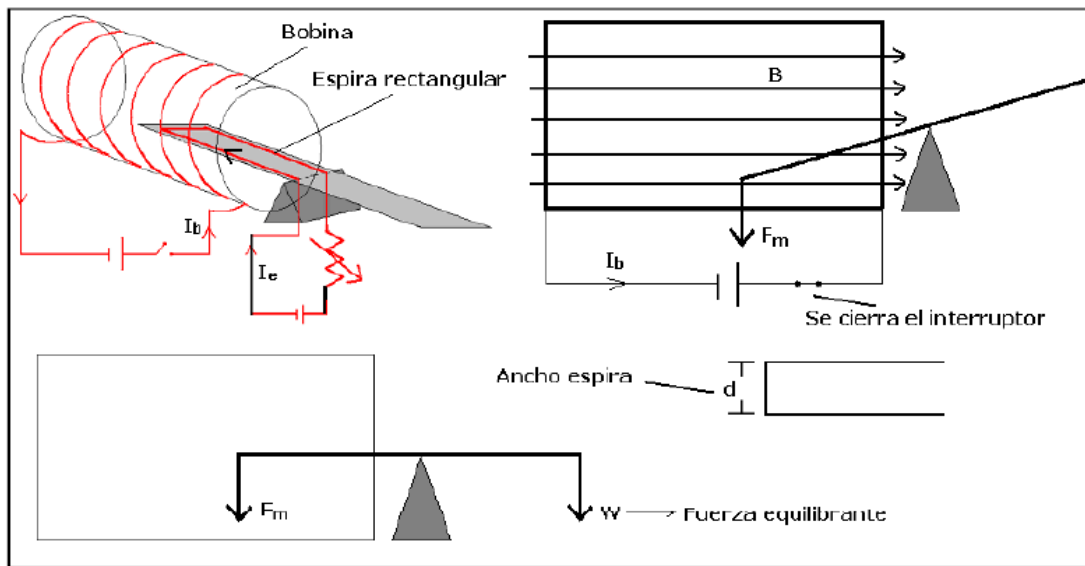


Figura 2

### Experimento No. 1 Calculo experimental del campo magnético dentro de la bobina.

De la expresión (3) se puede calcular el campo magnético " $B$ " dentro de la espira si conocemos la fuerza " $F_m$ ". Después que la balanza se ha desequilibrado debido a la fuerza magnética, colocamos un cuerpo de peso conocido " $W$ " en el otro extremo de la balanza de tal forma que logre equilibrar la fuerza magnética. Entonces podemos calcular la magnitud del campo magnético con la siguiente expresión:

$$B = \frac{W}{I_e d} \quad (4)$$



- 1 .Conecte la fuente de corriente directa a la bobina y ajuste una corriente inicial de 1 A a 3 A.
2. Conecte la fuente de corriente directa a la espira y ajuste una corriente inicial de 1 A de tal forma que la balanza se desequilibre del lado mostrado en la figura 2 por acción de la fuerza magnética.
3. Coloque al extremo que se encuentra fuera de la balanza una masa de 6 g. no varíe la corriente sobre la espira hasta que la balanza se equilibre.
4. Registre en la tabla 1 los datos necesarios para calcular el campo magnético en la bobina utilizando la ecuación 1.

### **Experimento No. 2 Calculo de campo Magnético en función de la corriente en la espira**

- 1 .Conecte la fuente de corriente directa a la bobina y ajuste una corriente inicial de 1A- 3A.
2. Conecte la fuente de corriente directa a la espira y ajuste una corriente inicial de 1 A de tal forma que la balanza se desequilibre del lado mostrado en la figura 2 por acción de la fuerza magnética.
3. Coloque al extremo que se encuentra fuera de la balanza una masa de 2 g no varíe la corriente sobre la espira hasta que la balanza se equilibre.
4. Repita el numeral 3 para 4 valores de masa diferente y registre en la tabla 2 los datos necesarios para calcular el campo magnético en la bobina utilizando la ecuación (4).

### Experimento No. 3 Dirección y sentido del campo magnético

1- Varíe la corriente de la espira entre 1 A hasta 3 A, Hasta que la balanza quede flexionada. Realiza en la tabla 3 el diagrama de cuerpo libre donde se muestre la dirección del campo magnético dentro del solenoide, la dirección de la corriente en la espira y la dirección de la fuerza magnética sobre la espira. ¿Está de acuerdo la deflexión de la espira (dirección de la fuerza magnética)?

---

---

---

2- Cambie el sentido de la corriente en los extremos de la bobina y varíe la corriente entre un intervalo 1 A á 3 A. hasta lograr que la balanza quede flexionada nuevamente. Realice el tabla 3 el diagrama de cuerpo libre de esta situación. ¿Qué sucederá si cambia el sentido de la corriente en la espira?

---

---

---

**TABLA No. 1 Cálculo experimental del campo magnético.**

Permeabilidad magnética del espacio libre, $\mu_0$	Numero de espiras en el solenoide, N	Corriente en el solenoide, $I_b$ (A)	Longitud del solenoide, L (m)	Campo Magnetico, B (T)

**TABLA No.2 Cálculo de campo Magnético en función la corriente en la espira corriente de la espira**

Masas (g)	Peso w (N)	Corriente de la espira, $I_e$ (A)	Campo magnético, B (T)
2			
4			
6			
8			

Recuerde que el valor de L de la ecuación (3) corresponde al ancho de la espira y no al largo del solenoide.

**TABLA No.3 Dirección y sentido del campo magnético**

1)
2)

**Análisis de datos.**

**Realice la siguiente grafica en matlab o cualquier software graficador además realizar su respectiva conclusión.**

Tome los 4 valores calculados para el campo magnético en la bobina para cada Valor de corriente en la espira presentes en la tabla 2, calcule la fuerza magnética para cada caso y realice una gráfica de fuerza magnética contra corriente en la espira. De dicha gráfica calcule la pendiente, Realice sus conclusiones.

**Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a los conceptos y principios fundamentales del tema y en base a los resultados experimentales observados.**

1. Explique por qué se crea un campo magnético dentro del solenoide. ¿Está de acuerdo la dirección del campo magnético con la dirección de la corriente de la bobina?
2. Explique cómo se produce el campo magnético de un alambre recto que conduce una corriente.
4. Demostrar las expresiones (3) y (4) realizando los esquemas necesarios para las corrientes, el campo y la fuerza resultante.

## Conclusiones.

En base a los objetivos de la práctica, en los experimentos realizados y los fundamentos teóricos, escribe tus conclusiones haciendo las comparaciones necesarias en cada experimento.

---

---

---

---

Fecha de realización :	
Fecha de entrega:	

ANEXO 3. ESTUDIO LUMINICO.  
**Laboratorio**

Estudio de iluminación de laboratorio.

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 17.01.2019

Proyecto elaborado por: Roberto Rivas

Universidad de El Salvador

Proyecto elaborado por Roberto Rivas

Teléfono

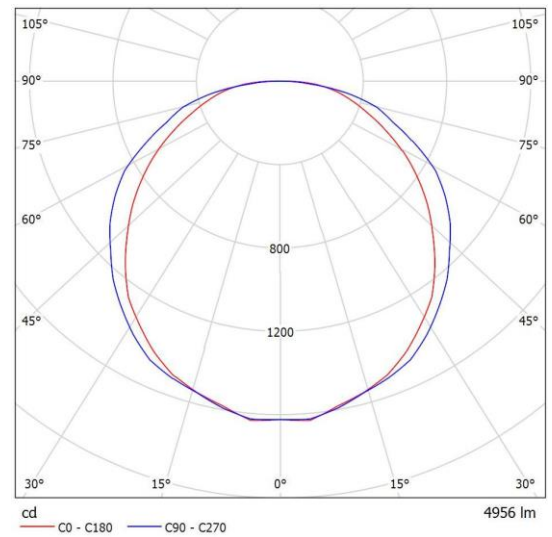
Fax

e-Mail

## FEILO SYLVANIA S.A. UL INTRO LED SMD- S2 4 4956lm 2x4 #6 De Empotrar/ Iluminación General / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Emisión de luz 1:

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 44 75 93 100 100

Valoración de deslumbramiento según UGR											
μ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
μ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
μ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	14.7	16.1	15.0	16.4	16.6	15.6	17.0	15.9	17.3	17.5
	3H	16.4	17.7	16.7	17.9	18.2	17.5	18.9	17.9	19.1	19.3
	4H	17.2	18.4	17.6	18.7	19.0	18.5	19.7	18.8	20.0	20.2
	6H	18.0	19.1	18.3	19.4	19.7	19.3	20.4	19.7	20.7	21.0
	8H	18.5	19.4	18.7	19.7	20.0	19.6	20.7	20.0	21.0	21.3
4H	2H	15.6	16.8	16.0	17.1	17.4	16.3	17.5	16.7	17.8	18.1
	3H	17.5	18.6	17.9	18.9	19.2	18.4	19.5	18.8	19.8	20.1
	4H	18.5	19.4	18.9	19.7	20.1	19.6	20.5	20.0	20.8	21.2
	6H	19.4	20.2	19.8	20.5	20.9	20.5	21.4	21.0	21.7	22.1
	8H	19.8	20.5	20.2	20.9	21.3	20.9	21.7	21.4	22.1	22.5
8H	2H	20.2	20.9	20.7	21.3	21.7	21.2	21.8	21.6	22.3	22.7
	4H	19.0	19.7	19.4	20.1	20.5	19.9	20.7	20.4	21.1	21.5
	6H	20.1	20.7	20.5	21.1	21.6	21.1	21.7	21.6	22.2	22.6
	8H	20.6	21.2	21.1	21.6	22.1	21.6	22.1	22.1	22.6	23.1
	12H	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6	21.9	22.4	22.4	22.9	23.4
12H	4H	19.1	19.8	19.5	20.2	20.6	20.0	20.6	20.4	21.1	21.5
	6H	20.3	20.8	20.7	21.2	21.7	21.2	21.8	21.7	22.2	22.7
	8H	20.9	21.3	21.3	21.8	22.3	21.8	22.2	22.3	22.7	23.2
Variación de la posición del espectador para operaciones 1 entre laminaras											
S = 1,0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1,5H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.2					
S = 2,0H	+0.3 / -0.6					+0.3 / -0.5					
Tabla estándar	BK08					BK08					
Sumando de corrección	3.9					4.9					
Índice de deslumbramiento: corregido en relación a 4956lm flujo luminoso total											



Universidad de El Salvador

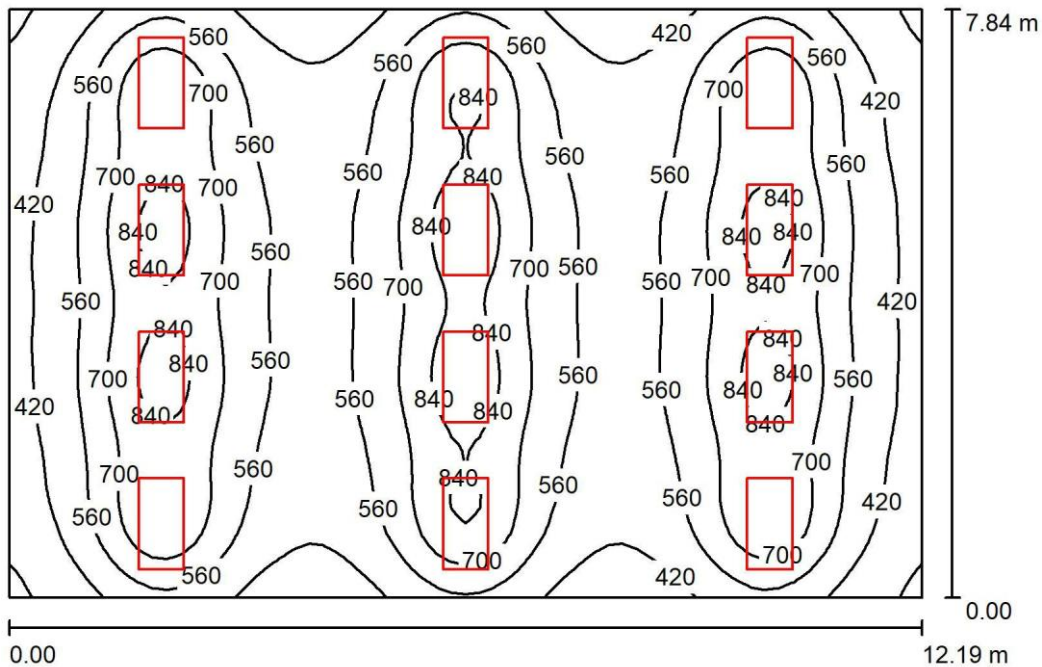
Proyecto elaborado por Roberto Rivas

Teléfono

Fax

e-Mail

### Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m,  
Factor

Valores en Lux, Escala 1:101

mantenimiento: 0.80

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$\frac{E_{min}}{E_m}$
Plano útil	/	602	259	932	0.429
Suelo	20	536	287	710	0.535
Techo	70	128	103	190	0.806
Paredes (4)	50	324	136	600	/

**Plano útil:** **UGR** Longi- Tran al eje de luminaria

Altura:	0.850 m	Pared izq	19	24
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	19	23
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)		

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
		FEILO SYLVANIA S.A. UL Rubico Veil 2x4 4			
1	12	6375lm 52W De Empotrar/ Iluminacion General (1.000)	6375	6375	52.0
			Total: 76504	Total: 76504	624.0

Valor de eficiencia energética:  $6.53 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $95.59 \text{ m}^2$ )

Universidad de El Salvador

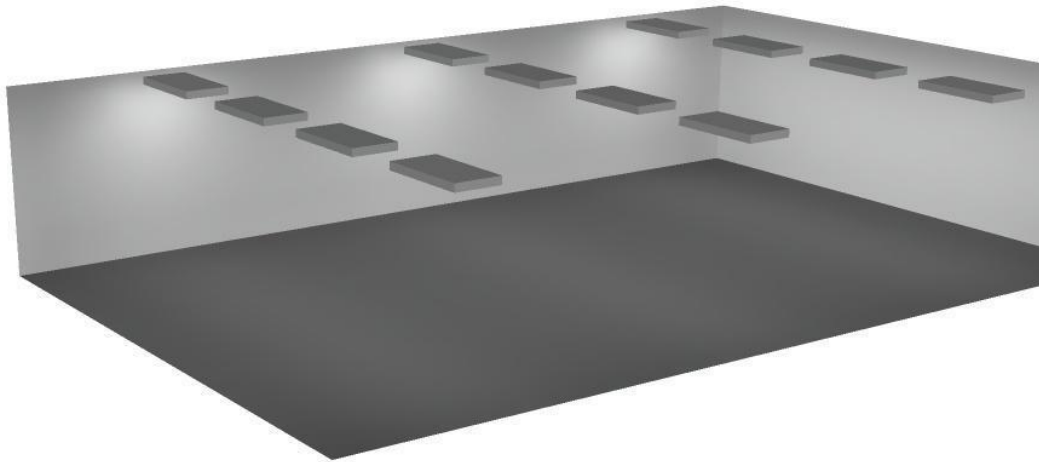
Proyecto elaborado por Roberto Rivas

Teléfono

Fax

e-Mail

### Local 1 / Rendering (procesado) en 3D

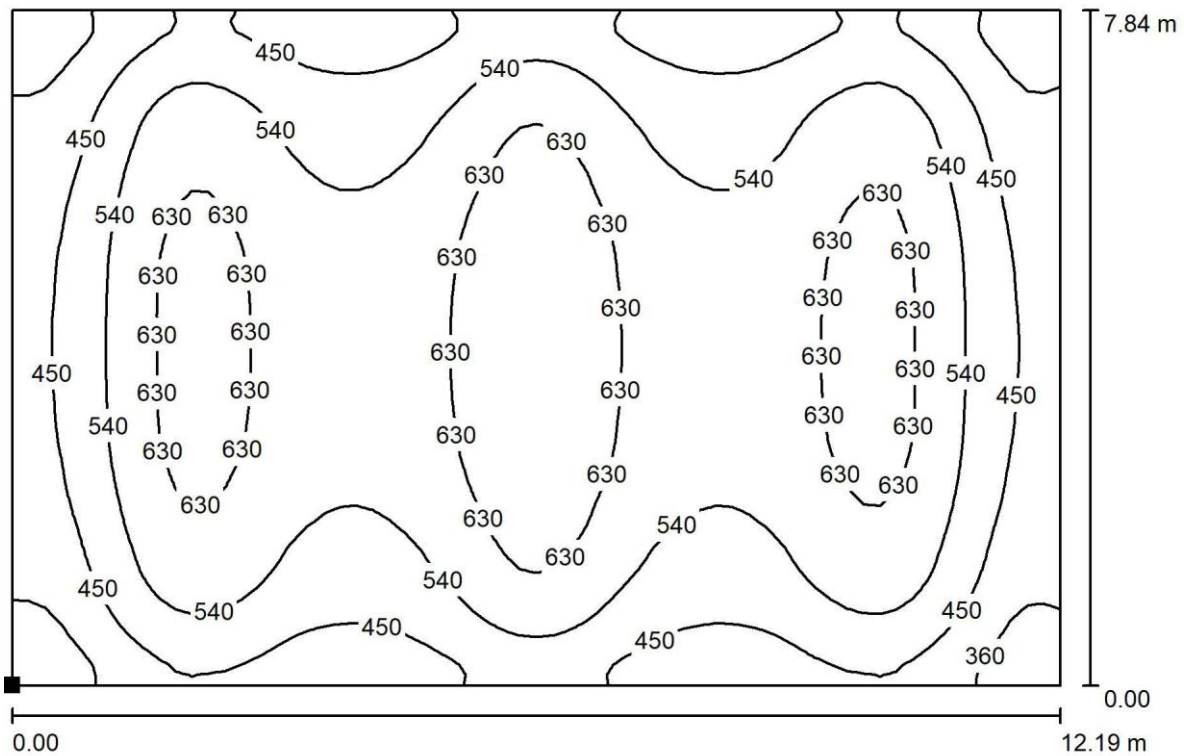


Teléfono

Fax

e-Mail

**Local 1 / Suelo / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 88

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(8.644 m, 8.111 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 64  
Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
536	287	710	0.535	0.404

## laboratorio

Universidad de El Salvador

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(8.644 m, 8.111 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]

$E_{min}$  [lx]

536

287

DIALux 4.13 by DIAL GmbH



Proyecto elaborado por Roberto Rivas

Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Local 1 / Suelo / Gama de grises (E)

