



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIEROS ELÉCTRICOS

MODALIDAD: DESARROLLO COMUNITARIO

TEMA:

“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”

AUTORES:

**HEREDIA CALDERÓN CARLOS JAVIER
INTRIAGO MACÍAS DAVID GONZALO**

DIRECTOR:

Ing. Derlis Delgado Quiroz

2015

PARTE
PRELIMINAR

TEMA:

“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”

DEDICATORIA

Por esta meta alcanzada la presente tesis se la dedico a Dios por darme salud y la fortaleza para poder realizar mi sueño de ser un ingeniero eléctrico.

A mis padres, que gracias a su esfuerzo y sacrificio me han dado la oportunidad de salir adelante en la vida.

A mi esposa por el apoyo que me brinda cada día y por estar siempre a mi lado. A mis familiares por su apoyo incondicional.

Heredia Calderón Carlos Javier

DEDICATORIA

En primer lugar quiero agradecer a Dios por permitirme gozar de salud para poder cumplir tan anhelada meta, a mis padres ya que gracias al apoyo incondicional que me han brindado en toda mi carrera estudiantil he podido llegar al culminar mis estudios universitarios.

A mi esposa que me apoyó en los momentos más difíciles de mi carrera y a mis hijos cuyo amor y cariño se ven reflejados en todos los logros alcanzados.

Gracias a todos ellos que en esta nueva etapa como profesional seguiré cosechando triunfos para que cada uno de mis familiares se sientan muy orgullosos.

Intriago Macías David Gonzalo

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Técnica de Manabí, en especial a la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, porque en sus aulas recibimos el conocimiento intelectual y humano de los docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

En especial al ingeniero eléctrico Derlis Delgado Quiroz, Director de nuestra tesis, Ing. David Anzules Intriago, Presidente del Tribunal y a los miembros del Tribunal Ing. Glay Cedeño Cedeño e Ing. Leonardo Vera Rivero.

Que con sus conocimientos aportaron mucho en poder cumplir este sueño de llegar a ser un profesional, también de manera especial agradecer a nuestros compañeros que compartieron sus conocimientos con nosotros en cada clase que compartimos.

Autores de la tesis

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Derlis Delgado Quiroz. Docente del Instituto de Ciencias Básicas, certifico:

Que el presente trabajo de tesis de grado titulado: **“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”**, ha sido realizado bajo mi dirección, control y seguimiento, fue desarrollada y concluida bajo la modalidad de Trabajo Comunitario mediante el esfuerzo, dedicación y constancia; habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias para el efecto, tanto en la parte teórica investigativa y práctica, lo que permite determinar su originalidad.

Lo expresado es un testimonio sostenido en honor a la verdad y los interesados pueden hacer de la presente el uso que estime conveniente.

Por constancia y validez firmo el documento.

.....
Ing. Derlis Delgado Quiroz
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

La presente tesis de grado titulada “**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**”. Es trabajo original de los egresados: Heredia Calderón Carlos Javier e Intriago Macías David Gonzalo.

.....
Ing. David Anzules Intriago
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Glay Cedeño Cedeño
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Leonardo Vera Rivero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los autores: Heredia Calderón Carlos Javier e Intriago Macías David Gonzalo, declaramos que la presente tesis titulada: **“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”**, ha sido producto de nuestro esfuerzo, constancia y dedicación exclusiva de los autores, así mismo que ha sido elaborada bajo la supervisión del Ing. Derlis Delgado Quiroz, por lo tanto concedemos los derechos de autoría a la Universidad Técnica de Manabí.

Para constancia de la declaración, firman:

.....
Heredia Calderón Carlos Javier

AUTOR

.....
Intriago Macías David Gonzalo

AUTOR

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN	PAGS.
PARTE PRELIMINAR	
TEMA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	V
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN	VI
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DEL AUTOR	VII
ÍNDICE	VIII
RESUMEN	IVX
SUMMARY	XV
PARTE PRINCIPAL	13
CAPÍTULO I	13
1.1. Denominación	13
1.2. Localización del Proyecto	13
1.2.1. Macro Localización	14
1.2.2. Micro-Localización	15
1.3. Fundamentación	16
1.3.1. Diagnóstico de la comunidad	17
1.3.2. Identificación de Problemas	18
1.3.3. Priorización de problemas	19
1.4. Justificación	19
1.5. Objetivos	20
1.5.1. Objetivo general	20
1.5.2. Objetivos específicos:	20
CAPITULO II	21
2.1. Marco referencial	21
2.1.1. Laboratorio de Física	21

2.1.2. Metas de aprendizaje del Manual de Laboratorio de Física	24
2.1.2.1. Magnetismo y Electromagnetismo	24
2.2. Experimentos a realizar en el aula de Laboratorio de Física	33
2.2.1. Experimento No. 1 Transformador	33
2.2.2. Experimento No. 2 campo magnético de las bobinas individuales / ley de biot-savart	40
2.2.3. Experimento No. 3 Inducción Magnética	53
2.2.4. Experimento No. 4 Circuito RLC	65
3. Beneficiarios	83
3.1 Beneficiarios directos	83
3.2 Beneficiarios indirectos	83
4. Metodología	84
4.1. Matriz de involucrados	85
4.2. Árbol de Problemas	89
4.3. Árbol de Objetivos	90
4.4. Árbol de Alternativas	91
4.5. Matriz del marco lógico	92
5. Recursos utilizados	96
5.1. Talentos humanos	96
5.2. Recursos materiales	96
5.3. Recursos técnicos y tecnológicos	96
5.4. Recursos institucionales	96
5.5. Matriz de monitoreo y seguimiento	97
6. Presentación y análisis de los resultados obtenidos en la solución del problema.	98
7.- Conclusiones y recomendaciones	108
8.1. Conclusiones	108
8.2.- Recomendaciones	109
9. Sustentabilidad y sostenibilidad	110
9.1.Sustentabilidad	110
9.2.Sostenibilidad	110

PARTE REFERENCIAL

1.- Presupuesto	113
2.- Cronograma de actividades 2014-2015	115
3.- Bibliografía	116
ANEXOS	118

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pag.
Fig. 1. Campos magnéticos	30
Fig. 2 Barra magnética	31
Fig. 3: Montaje experimental para la investigación de las leyes que rigen el transformador	34
Fig. 4: Conexión de los medidores multi-rango	34
Fig. 5: Tensión secundaria en el transformador sin carga, como una función de la tensión primaria	36
Fig. 6 Tensión secundaria del transformador sin carga en función: 1. del número de vueltas en la bobina secundaria, 2. del número de vueltas en la bobina primaria.	37
Fig. 7: corriente de cortocircuito secundaria en función de la corriente primaria en el transformador	38
Fig. 8: corriente de cortocircuito secundaria del transformador en función: 1. del número de vueltas en la bobina secundaria, 2. del número de vueltas en la bobina primaria	38
Fig. 9: corriente Secundaria como una función de la corriente primaria, con el transformador cargado	39
Fig. 10: Montaje experimental para la medición de un campo magnético	42
Fig. 11. Conexión del sensor de movimiento para la Unidad Básica Cobra3	42
Fig. 12: Ajuste de parámetros para el medidor de fuerza / Tesla	43
Fig. 13: El gráfico de "Calibration"	44
Fig. 14: El menu "Angle/ Distance"	44
Fig. 15: configuración de la gráfica "flux density"	45
Fig. 16: " Voltage / Current" Ajustes	45
Fig. 17: dependencia de longitud de la bobina del campo magnético con la misma densidad de vueltas para 1200 mA de corriente y 41 mm diámetro de la bobina	47
Fig. 18: Independencia en el diámetro de la bobina de intensidad de	47

campo con 1200 mA y 165 mm de longitud de la bobina

Fig. 19: dependencia lineal del número de vueltas de la intensidad de campo para 1200 mA de corriente y 26 mm de diámetro de la bobina	48
Fig. 20: Dibujo para el cálculo del campo magnético a lo largo del eje de un bucle de alambre	50
Fig. 21: densidad de flujo magnético en el centro de una bobina con n vueltas, como una función del número de vueltas (radio 6 cm, la corriente de 5 A).	51
Fig. 22: densidad de flujo magnético en el centro de un solo giro, como una función del radio (corriente 5 A).	52
Fig. 23: Montaje experimental	54
Fig. 24 Ajustes del módulo generador de funciones para la rampa de amplitud	55
Fig. 25. Luego haga clic en "Analog In 2 / S2" símbolo y configurar el módulo de "Burstmeasurement" como se ve en la Fig. 25	55
Fig. 26: La tabla " Settings" del PowerGraph de rampa de amplitud	56
Fig. 27: " Display" tabla de PowerGraph	56
Fig. 29. Módulo Settings para desniveles de frecuencia	58
Fig. 30: Tabla de "Settings" para desniveles de frecuencia	58
Fig.31 Respuesta de voltaje de las diferentes bobinas vs. corriente en la bobina de generación de campo para la frecuencia fija de 800 Hz	59
Fig.32 Respuesta de tensión vs. número de vueltas en el área de sección transversal constante	60
Fig. 33: Respuesta Tensión vs. área de la sección transversal con constante número de vueltas	60
Fig.34 muestra la respuesta de voltaje de la bobina de inducción en dependencia de la frecuencia del campo. Con los datos de la Fig. 34 una evaluación análoga es posible	61
Fig.34: Respuesta de tensión frente a la frecuencia	61
Fig. 35: Grafico tensión inducida biloga rítmica vs. Corriente campo producida	63

Fig. 36: diagrama bilogarítmico tensión inducida vs. frecuencia de campo	63
Fig. 37: Experimento configurado para la medición de la frecuencia de resonancia	68
Fig. 38a: Circuito serie resonante RLC.	68
Fig. 38b: Circuito paralelo resonante RLC	69
Fig. 39: Analog In 2 S2 – Ajustes	69
Fig. 40: configuración del generador de funciones	70
Fig. 41: configuración de dispositivos virtuales	71
Fig. 42: "Settings" del catálogo PowerGraph	71
Fig. 43: "Displays" catálogo de Power Graph	72
Fig. 44: Impedancia en función de la frecuencia para diferentes resistencias de amortiguación en un circuito en serie resonante	73
Fig. 45: Impedancia en dependencia de frecuencia para diferentes condensadores en un circuito en serie resonante	73
Fig. 46: Impedancia en dependencia de frecuencia para diferentes resistencias de amortiguación en un circuito resonante en paralelo	74
Fig. 47: Impedancia en dependencia de frecuencia para diferentes condensadores en un circuito resonante en paralelo	75
Fig. 48: Configuración Universal Writer	76
Fig. 49: Channel manager	76
Fig. 50: Determinación ΔI_{\max} en la figura de Lissajous que muestra el desplazamiento de fase entre la corriente y del voltaje	77
Fig. 51: Determinación de ΔI_0 en la figura de Lissajous se presenta el desplazamiento de fase entre corriente y tensión	78
Fig. 52: Ángulo de desplazamiento de fase y tangente del ángulo de desfase entre la corriente y el voltaje en un circuito en serie resonante	79
Fig. 53: Cuadro del generador de funciones "Equation".	82

RESUMEN

El presente proyecto denominado: **ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**, tiene como objetivo general implementar instrumentos y equipos de ensayo en el laboratorio de física relacionado con el tópico del electromagnetismo para la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí y los objetivos específicos fueron desarrollar las actividades metodológicas, y procedimentales para la implementación del Laboratorio de Física, dotar al laboratorio con instrumentos y equipos de ensayo respecto al electromagnetismo, elaborar un manual de protocolo de los instrumentos y equipos de ensayo implementados, demostrar mediante la práctica el funcionamiento de equipos de ensayo en el laboratorio de física relacionado con el tópico del electromagnetismo. Esta investigación se fundamentó en la metodología del enfoque lógico. Como recomendación se sugirió el uso permanente del laboratorio para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica adquieran nuevos conocimientos. Mediante la realización de proyectos en la modalidad de Trabajo Comunitario, se implementó un Laboratorio de Física para fortalecer los procesos de aprendizaje práctico en los estudiantes de la escuela de Ingeniería Eléctrica. Este proyecto también se considera de suma importancia ya que permitirá desarrollar prácticas en el Laboratorio de Física de una forma didáctica.

SUMMARY

This project called: STUDY AND IMPLEMENTATION OF PHYSICS LABORATORY IN THE TOPIC OF ELECTROMAGNETIC TRAINING FOR SCIENTIFIC AND IMPROVING STUDENT PERFORMANCE PROFESSIONAL CAREER OF ELECTRICAL ENGINEERING Technical University of Manabi, has the general objective implement tools and equipment test in the laboratory of physics related to the topic of electromagnetism to the School of Electrical Engineering, Faculty of Mathematics Chemical Sciences, Physical and Technical University of Manabi and the specific objectives were develop methodological activities, and procedural for implementation Physics Laboratory, provide the laboratory with instruments and test equipment compared to electromagnetism, elaborate a protocol manual tools and test equipment implemented, demonstrate through practical operation of test equipment in the physics laboratory related topic of electromagnetism This research was based on the methodology of the logical approach. As recommended permanent use of laboratory for students studying electrical engineering to acquire new knowledge is suggested. By conducting projects in the form of community work, a physics laboratory was implemented to strengthen the processes of learning by students in the School of Electrical Engineering. This project is also considered important as it will develop practices in Physics Laboratory didactically.

PARTE
PRINCIPAL

CAPITULO I

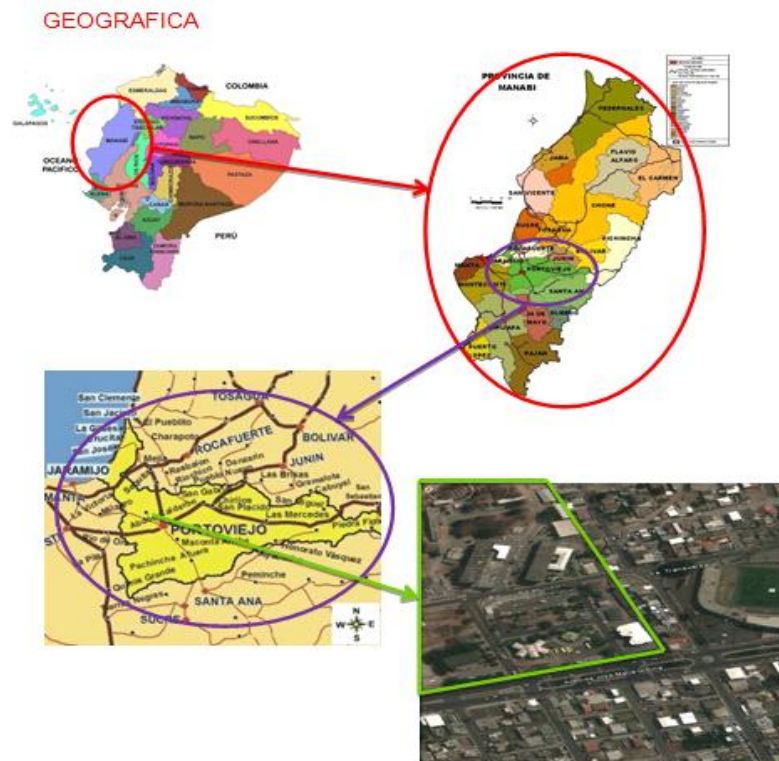
1.1 DENOMINACIÓN.

Dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

1.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

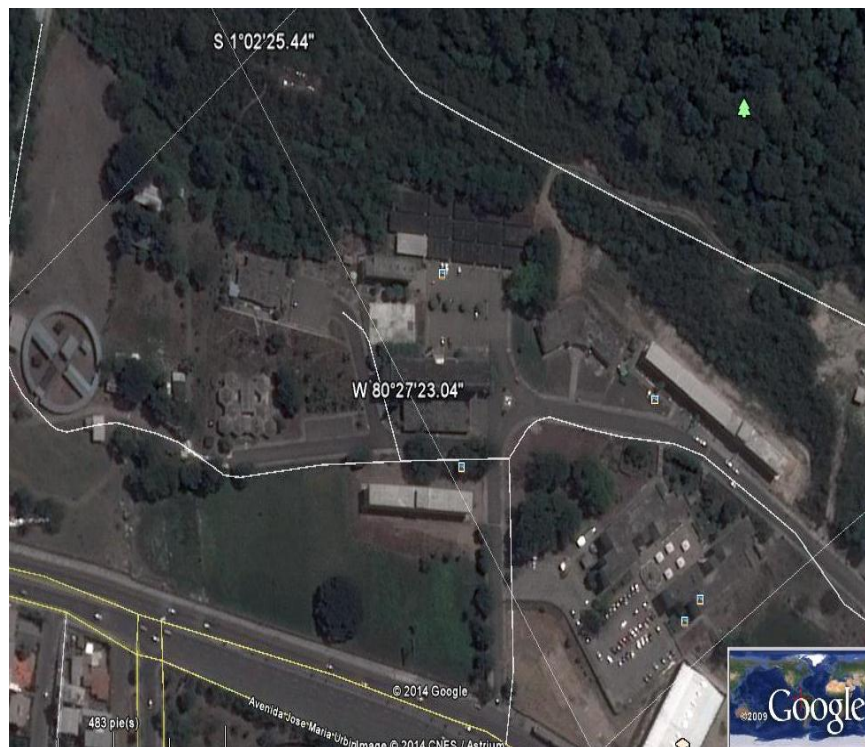
1.2.1 MACRO-LOCALIZACIÓN.

El lugar donde se ejecutará el proyecto es en la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en el Ecuador, en la región costa, provincia de Manabí, Cantón Portoviejo que limita al Norte con los cantones Rocafuerte, Sucre, Junín y Bolívar, al Sur con el cantón Santa Ana, al Oeste con el cantón Montecristi y el Océano Pacífico y al Este con los cantones Pichincha y Santa Ana, en la parroquia "12 de marzo", en la dirección avenida Urbina y calle Che Guevara.



1.2.2. MICRO-LOCALIZACIÓN.

El proyecto se lo ejecutará en las instalaciones del Instituto de Ciencias Básicas. Las coordenadas globales específicas del sitio de proyecto son las siguientes:



Las coordenadas globales específicas de la ubicación del proyecto

1.3. FUNDAMENTACIÓN.

El 25 de Junio de 1954 empieza a funcionar en Portoviejo la primera Universidad de Manabí, inaugurando una nueva etapa en el proceso educativo de la provincia.

La Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí tiene cinco carreras de categorías de ingeniería: Civil, Mecánica, Industrial, Eléctrica y Química. Y desde sus años de creación han vivido muchos cambios, en donde sus directivos están tratando siempre de mejorar las condiciones del Campus Universitario motivados por sus deseos de seguir avanzando en el progreso y modernismo tecnológico e intelectual que se vive en el país.

La Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí fue creada por el Honorable Consejo Universitario el 13 de Octubre de 1958, su primer decano fue el Ing. Cesar Delgado Otero.

Para el 16 de Mayo de 1970 se crean y funcionan las escuelas de ingeniería Civil e ingeniería Industrial para dar respuestas al modelo agro-industrial y de desarrollo de obras hídricas de Manabí y del país.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica, se inició con el sistema anual y ha ido evolucionando en conjunto con las otras carreras de la facultad, a los sistemas de semestres y actualmente a los créditos. Cuyo objetivo es formar profesionales con acreditados conocimientos técnicos, científicos y adecuadas tecnologías; ético, humanista, responsable, investigador, planificador y emprendedor de proyectos, con suficientes habilidades y destrezas, capaces de aportar al desarrollo de los diferentes sectores de la sociedad ecuatoriana.

MISIÓN:

Contribuir al desarrollo técnico y tecnológico de las empresas e instituciones de servicios social, industrial, financiero, salud y comercial; a través de profesionales formados con suficientes conocimientos teóricos - prácticos en componentes eléctricos y electromagnéticos, investigador, planificador y evaluador del desarrollo físico y del sistema integral eléctrico, apoyados en los avances de la ciencia y la tecnología.

VISIÓN:

Ser una unidad académica altamente acreditada en el campo de la técnica y tecnología en conocimientos teóricos - prácticos en componentes eléctricos y electromagnéticos, investigador, planificador y evaluador del desarrollo físico y del sistema integral eléctrico, apoyados en los avances de la ciencia y la tecnología.

Este propósito de ayudar a la Escuela de Ingeniería Eléctrica surgió ante la observación de la no existencia de instrumentos de ensayo para realizar las respectivas prácticas en el laboratorio de física, lo que ha generado preocupación a estudiantes, docentes y autoridades de la carrera, ya que es muy importante contar con instrumentos modernos y actualizados, que permita a los estudiantes poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas de clases que nos conlleva a un mejor desarrollo profesional. Los ingenieros docentes de la carrera están de acuerdo con el proyecto para darle solución a este problema (Inexistencia de instrumentos de ensayo modernos y especializados) que agobia tanto a la F.C.M.F.Q, como a las demás facultades de la Universidad Técnica de Manabí.

1.3.1 DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD.

El 13 de Octubre de 1958 el Honorable Consejo Universitario crea la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas que inicia sus labores el 6 de febrero de

1959 con las escuelas de Ingeniería Eléctrica y Mecánica. El 16 de Mayo de 1970 se crean las escuelas de Ingeniería Civil e Industrial.

Esta unidad académica se crea con la finalidad de producir profesionales eminentemente técnicos en cada una de las especialidades, que impulsen el desarrollo agro-industrial del país. Tal parece que el nombre de la facultad es muy revelador y en tal situación se crea además, el 25 de agosto del 2003 la Escuela de Ingeniería Química, entra a funcionar en el año lectivo 2004-2005, con alrededor de 80 estudiantes.

Realizando un análisis de la universidad en general podemos observar que el nivel académico se encuentra en un proceso de cambio en el cual se tiene como objetivo el desarrollo y la constante mejoría de los conocimientos impartidos por los docentes, así como también es visible la disposición total por parte de las autoridades para cualquier mejora de la Universidad.

Uno de los parámetros más notorio es el de no contar con un Laboratorio de Física óptimo para la Escuela de Ingeniería Eléctrica, ya que es de suma importancia disponer de instrumentos de ensayos adecuados, esto permite 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.

1.3.2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS.

Una vez ejecutado una observación como parte del diagnóstico de los principales problemáticas existentes en la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, específicamente aquello que confiere a la Escuela de Ingeniería Eléctrica se logra encontrar los siguientes:

- No se han implementado instrumentos de ensayo en el área de electromagnetismo para el laboratorio de física.
- Falta de concordancia entre los conocimientos teóricos y prácticos.

- No se dispone de un ambiente adecuado para realizar sus prácticas.
- No se ha capacitado al estudiante en cuanto a habilidades y técnicas en el uso de instrumentos de ensayo.

1.3.3. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.

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 laboratorio de física por tal razón se focalizó este problema; y como solución se plantea la ejecución de un proyecto único con el nombre de “Estudio e Implementación del Laboratorio de Física en el tópico de electro magnetismo para la formación científica y mejoramiento del desempeño profesional de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí”. El proyecto que nos toca desarrollar trata sobre otorgar al Laboratorio de Física, 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 los Centros de Educación Universitaria.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad la Escuela de Ingeniería Eléctrica no cuenta con un laboratorio de física en el tópico de electromagnetismo, lo cual no permite el desarrollo técnico y profesional tanto de estudiantes y docentes de la escuela, ya que en la actualidad la educación está evolucionando y cada día crece mucho más, lo que conlleva a ciertos límites en el aula de estudio en aspectos prácticos y a futuro complicaciones en el campo de trabajo por lo que es necesario darle de manera inmediata solución a esta problemática que con el pasar de los días se va agravando más.

Con la ejecución del proyecto se busca tener un laboratorio óptimo, moderno y tecnológico acorde con las nuevas exigencias pedagógicas.

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1. OBJETIVO GENERAL.

- Estudiar e implementar instrumentos y equipos de ensayo en el laboratorio de física relacionado con el tópico del electromagnetismo para el Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Desarrollar las actividades metodológicas y procedimentales para la implementación del Laboratorio de Física.
- Implementar al Laboratorio de Física con instrumentos y equipos de ensayo respecto al electromagnetismo
- Elaborar un Manual de Protocolo de los instrumentos y equipos de ensayo implementados.
- Demostrar mediante prácticas experimentales el funcionamiento de equipos de ensayo en el laboratorio de física relacionado con el tópico del electromagnetismo.

CAPITULO II

2.1. MARCO DE REFERENCIA.

La Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí fue creada por el H. Consejo Universitario el 13 de Octubre de 1958, la Junta Inaugural se realiza el 6 de febrero de 1959, año que inicia sus labores con dos escuelas: Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica (inició sus actividades el 4 de Mayo de 1959). Su primer Decano fue el Ing. César Delgado Otero.

2.1.1. LABORATORIO DE FÍSICA

El laboratorio es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico; está equipado con instrumentos de medida o equipos con que se realizan experimentos, investigaciones o prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. También puede ser un aula o dependencia de cualquier centro docente, acondicionada para el desarrollo de clases prácticas y otros trabajos relacionados con la enseñanza.

Su importancia, sea en investigaciones o a escala industrial y en cualquiera de sus especialidades (física, química, dimensional, electricidad, biología, etc.), radica en el hecho de que las condiciones ambientales están controladas y normalizadas, de modo que:

- Se puede asegurar que no se producen influencias extrañas (a las conocidas o previstas) que alteren el resultado del experimento o medición: control.
- Se garantiza que el experimento o medición es repetible, es decir, cualquier otro laboratorio podría repetir el proceso y obtener el mismo resultado: normalización.

El laboratorio de física es ideal para hacer experimentos con electricidad, electrónica, óptica y afines. Cuenta con gran número de enchufes y cables donde hacer pruebas.

El Laboratorio de Física contribuye a la formación de capacidades y competencias para el desarrollo del pensamiento lógico y su aplicación en los procesos de resolución de problemas de la vida cotidiana y la reproducción en forma experimental de los fenómenos físicos que se producen en la naturaleza.

Actualmente cuenta con equipo sofisticado de procedencia alemana marca Phywe, los mismos que permiten realizar varias prácticas en los diferentes niveles.

Para el aprendizaje del Laboratorio de Física es necesario dar una orientación o dirección adecuada en la correcta utilización del material a utilizarse en la reproducción de fenómenos, cumpliendo así con los objetivos del proceso de inter-aprendizaje.

En el Laboratorio de Física es necesario observar los hechos significativos, sentar hipótesis que expliquen satisfactoriamente estos hechos y deducir de estas hipótesis consecuencias que pueden ser puestas a prueba por la observación y verificadas en el laboratorio con el material adecuado con el que cuenta. (Burbano S., 2004)

La metodología a utilizarse en el Laboratorio de Física es: Armar el equipo de acuerdo a un esquema y tomar datos, establecer el fundamento conceptual y el procedimiento adecuado, realizar cálculos de las magnitudes que interesen, contestar un cuestionario y generar conclusiones.

Los métodos que se utilizarán en el Laboratorio de Física son:

- Método Científico: Destinado a la investigación o descubrimiento.
- Método Ecléctico: Aplica en forma simultánea tanto el método inductivo como deductivo.

- Método Inductivo: Va de lo particular a lo general, se basa en la experiencia y en la observación. Las etapas que cumple son: Observación, experimentación, comparación, abstracción y generalización.
- Método Deductivo: Va de lo general a lo particular. Las etapas que cumple son: Aplicación, comprobación, demostración.
- Método Analógico: Compara las características semejantes que hay entre dos temas (nociones, conceptos, etc.) o más.
- Método Heurístico: Con este método el docente motiva y estimula al estudiante para que elabore sus propios conocimientos.
- Método de Trabajo Individual: Establece tareas individuales de acuerdo a las necesidades del estudiante.
- Método de Trabajo Colectivo: Se apoya en el trabajo en grupos, fomenta el trabajo cooperativo.
- Método Analítico: Este método nos indica que para llegar al todo, hay que comenzar por sus partes, el estudio de cada elemento nos ayudará a comprender el todo.
- Método Sintético: La integración de todos los elementos o temas estudiados darán una visión global e integradora.

Las estrategias que se utilizarán en el Laboratorio de Física son: Exposición sistemática, demostración, presentación, interrogatorio, diálogos simultáneos, taller, investigación de laboratorio, equipos de trabajo, etc

Las técnicas que se utilizarán en el Laboratorio de Física son: Computador, televisión, modelos y maquetas, pregunta, anécdota, relato de experiencias, ejemplificación, discusión, esquemas, lista de verificación, guías de estudio, pizarrón, diagramas, solución de problemas, etc.

La combinación de las diferentes estrategias didácticas y de aprendizaje en los procesos pedagógicos en las aulas constituye la actividad adecuada para alcanzar la eficiencia, la eficacia, la pertinencia y la relación con la satisfacción de necesidades educativas en el trabajo docente – educativo.

2.1.2. METAS DE APRENDIZAJE DEL MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA.

2.1.2.1. MAGNETISMO Y ELECTROMAGNETISMO.

La Historia del electromagnetismo, que es el conocimiento y el uso registrado de las fuerzas electromagnéticas, data de hace más de dos mil años. En la antigüedad ya estaban familiarizados con los efectos de la electricidad atmosférica, en particular, del rayo ya que las tormentas son comunes en las latitudes más meridionales, ya que también se conocía el fuego de San Telmo, sin embargo, se comprendía poco la electricidad y no eran capaces de explicar científicamente estos fenómenos. (Earley, 2008)

La electricidad se trata conjuntamente con el magnetismo porque ambos aparecen generalmente juntos, cuando el primero está en movimiento, el último también está presente.

Las Ondas Electromagnéticas se encuentran presentes en cada ambiente donde la alternación de corriente eléctrica es generada. Luz eléctrica representa solo una pequeña porción del spectrum electromagnético que varía desde iones de radiación (ejemplo: Rayos X - Rayos Gamma) hasta iones de no radiación, ondas electromagnéticas de extremadamente baja frecuencia. (Pérez, 2004)

En realidad, entre estos dos extremos, otros tipos de ondas electromagnéticas están presentes. Estas incluyen frecuencias de radiosondas infrarrojas, luz visible, microondas y rayos ultravioleta. Ondas electromagnéticas también se encuentran naturalmente en el medio ambiente: el sol, los planetas y estrellas, todos irradian ondas electromagnéticas que afectan la vida en el planeta en formas diferentes. Así como otros tipos de energía, ondas electromagnéticas tienen propiedades como duración amplitud, frecuencia y fuerza. La energía que irradia cada aparato disminuye proporcionalmente al incrementar la distancia del mismo aparato. (Alvarado, 2011)

El uso incrementado de aparatos eléctricos y electrónicos está incrementando el nivel de ondas electromagnéticas en nuestro medio ambiente. Debido a esto estamos enfrentando un incremento en las preocupaciones acerca del potencial y peligroso impacto en el medio ambiente y nuestra salud personal.

La electricidad se trata conjuntamente con el magnetismo porque ambos aparecen generalmente juntos, cuando el primero está en movimiento, el último también está presente.

El fenómeno del magnetismo fue observado desde el principio de la «historia del magnetismo», pero no fue completamente explicado hasta que se desarrolló la idea de la inducción magnética.

El fenómeno de la electricidad fue igualmente observado desde el principio de la «historia de la electricidad», pero no fue completamente explicado hasta que se desarrolló la idea de carga eléctrica.

El conocimiento de la electricidad estática data de las primeras civilizaciones, pero durante milenios ha permanecido como un interesante y misterioso fenómeno, sin una teoría que explique sus fundamentos y a menudo confundida con el magnetismo. En la antigüedad ya conocían las curiosas propiedades que poseían dos minerales, el ámbar y el mineral de hierro magnetita. El primero, cuando se frota atrae cuerpos ligeros, el último tiene el poder de atraer el hierro. (González Fernandez A., 2005)

Basándose en su descubrimiento de un artefacto olmeca de hematita en América Central, el astrónomo americano John Carlson ha sugerido que los olmecas pueden haber descubierto y usado la brújula geomagnética de imán antes del 1000 a. C. Si esto es cierto, esto «precede el descubrimiento por los chinos de la brújula geomagnética de imán en más de un milenio». Carlson especula que los olmecas pueden haber utilizado artefactos similares como dispositivo direccional para astrología o para propósitos geománticos, o para orientar sus templos, las viviendas de los vivos o los enterramientos de los muertos.

La primera literatura china referente al «magnetismo» se encuentra en un libro del siglo 4 a. C. llamado Libro del Maestro del Valle del Diablo: «El imán hace venir al hierro o se atrae a sí mismo.»

El descubrimiento del ámbar y otras sustancias similares en la antigüedad sugiere que la posible percepción de la electricidad por el hombre prehistórico. El roce accidental contra las pieles con las que se vestían puede haber causado una atracción por la resina, que quedó electrificada, quedando la piel marcada en un grado suficiente como para llamar su atención.

Sin embargo, entre la simple observación del hecho, y la realización de cualquier deducción a partir de él, pudieron haber transcurrido grandes períodos, pero llegó un momento en el pasado, en el que el ámbar se vio como una sustancia extraña inanimado que podría influir o incluso atraer hacia sí otras cosas; y esto por su aparente capacidad propia, y no a través de cualquier conexión o unión mecánica que se extiende desde el ámbar hacia ellos; entonces es cuando se reconoció, en resumen, que la naturaleza ayuda a que una cosa sin vida, muestre un atributo de vida.

Mucho antes de que existiera ningún conocimiento acerca del electromagnetismo, la gente ya era consciente indirectamente de los efectos de electricidad. El relámpago, y otras manifestaciones de la electricidad, ya fueron conocidos por los filósofos antiguos, pero ningún pensamiento estaba más alejado que el que estas manifestaciones tenían un origen común. Los antiguos egipcios eran conscientes de descargas cuando se entraba en contacto con peces eléctricos (como el *Malapterurus electricus*) u otros animales (como la anguila eléctrica).

Las descargas de animales eran evidentes a observadores de la prehistoria para una variedad de pueblos que entraron en contacto con ellos. Textos antes del 2750 aC de los antiguos egipcios, se refieren a este pez como «truenos del Nilo», y los vieron como «protectores» de todos los otros peces.

Posiblemente las primeras y más próximas aproximaciones al descubrimiento de la identidad del relámpago, y la electricidad de alguna otra fuente, debe ser atribuido a los árabes, quienes ya antes del siglo XV tenían la palabra árabe para el relámpago (raad) aplicada al rayo eléctrico.

Según escribió Tales de Mileto, alrededor del 600 aC, señaló que una forma de electricidad ya fue observada por los antiguos griegos que podía causar una particular atracción por frotamiento de piel sobre varias sustancias, como el ámbar. Tales de Mileto escribió sobre el efecto actualmente conocido como electricidad estática.

Los griegos notaron que los botones de ámbar podrían atraer objetos ligeros como el pelo y que si ellos se frotaba el ámbar durante bastante tiempo podría incluso saltar una chispa. Durante esta época en la alquimia y la filosofía natural, se pensaba que podría existir un medio material llamado «éter», una sustancia que llena el espacio o campo.

Los fenómenos electrostáticos fueron otra vez relatados mil años más tarde por los romanos y los naturalistas y físicos islámicos. Varios escritores antiguos, como Plinio el Viejo y Escríbonio Largo, atestiguaron el efecto adormecedor de las descargas eléctricas del Malapteruridae y la raya torpedo. Plinio en sus libros escribe: «Los antiguos Toscanos aprendieron que hay nueve dioses que envían relámpagos de once clases.» Esta era en general la temprana idea pagana de relámpago.

Los antiguos desarrollaron el concepto de que las descargas podrían viajar a lo largo de objetos conductores. Los pacientes que sufren enfermedades como la gota o dolor de cabeza fueron dirigidas a tocar peces eléctricos con la esperanza de que la fuerte sacudida podría curarlos.

Una serie de objetos encontrados en Irak en 1938 datados en los primeros siglos a.C. (Mesopotamia Sasánida), llamados la Batería de Bagdad, se asemeja a una pila galvánica y algunos creen que se han utilizado para la galvanoplastia. Las

reivindicaciones son causa de controversia debido a la evidencia que las soporta y a las teorías sobre el uso de los artefactos. Después de la Segunda Guerra Mundial, Willard Gray demostró la producción de corriente eléctrica mediante el diseño de la batería cuando está llena de zumo de uva. W. Jansen experimentó con benzoquinona (algunos escarabajos producen quinonas) y vinagre en una celda y obtuvo un rendimiento satisfactorio pruebas físicas de los objetos conductores para funciones eléctricas, y si eran eléctricos en la naturaleza.

Por consiguiente la naturaleza de estos objetos se basó en la especulación, y la función de estos artefactos permanece en duda. Desde la Antigüedad se conocen las propiedades de la magnetita (Fe_3O_4) Tales de Mileto intentó explicar este fenómeno pero con un concepto insuficiente de la materia, incapaz de separar los conceptos de materia y fuerza. Atribuía el magnetismo a la presencia de un alma en la piedra imantada Sócrates (470-399 a.C.) observó que atraía objetos de hierro y les transfería propiedades atractivas, consiguiendo suspender una ristra de anillos de un solo imán.

Leyendas chinas hablan de su uso como brújula (83 a.C) que marca el sur y en un libro militar del 1084 se describe como fabricar una brújula.

Podemos definir un imán como una sustancia capaz de ejercer una atracción sobre el hierro y algunas otras sustancias, que llamaremos sustancias férricas. La fuerza que ejercen los imanes depende de la distancia; si separamos el imán del hierro disminuye la fuerza con que lo atrae, que aumenta cuando lo acercamos. Los imanes pueden ser naturales o artificiales.

La magnetita es un imán natural. Algunos imanes son permanentes y otros temporales. Los primeros mantienen sus propiedades magnéticas a lo largo del tiempo (Acero) y los segundos solo actúan como imanes en determinadas circunstancias (Hierro dulce), el empleo de los imanes en navegación se remonta por lo menos al siglo XI. (Costa J., 2007)

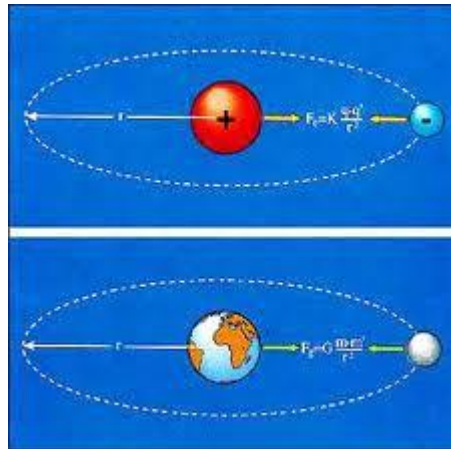
En 1269, Pierre de Maricourt, al dar forma esférica a un imán y aproximarle pequeñas agujas de acero, comprobó que estas se orientaban sobre su superficie de un modo determinado en cada punto. Al dibujar las líneas que sugerían dichas orientaciones, encontró que se cortaban en dos puntos opuestos de la esfera, justo donde se mantenía la aguja vertical. También observó que esos puntos se orientaban siempre al norte y al Sur. Los llamo Polo Norte y Polo Sur y comprobó que al acercar dos polos iguales entre sí, los imanes se repelen y si son opuestos se atraen.

En 1600, William Gilbert, postuló que la Tierra actuaba como un potente imán esférico. Las brújulas se orientaban hacia los polos magnéticos terrestres. Afirma que los trozos de imán se comportan también como imanes, es decir, sabemos que hay cargas eléctricas aisladas, pero no existen polos magnéticos aislados, siempre hay imanes (dipolos completos), nunca un polo norte o sur solo. Esto hoy en día está en discusión, pues en ciertos experimentos se han detectado monopolos magnéticos. Esto aún necesita confirmación.

Los polos magnéticos no coinciden con los polos geográficos, es decir que las brújulas no indican con exactitud el norte geográfico. A esto se le llama declinación magnética.

La conexión entre la electricidad y el magnetismo no llegó hasta el siglo XIX de la mano de Oersted, (1819) al observar que la corriente eléctrica circulando por un elemento conductor crea a su alrededor un campo magnético similar al de un imán. Ampere aportó la idea de que el magnetismo natural puede estar producido por pequeñas corrientes a nivel molecular. Faraday a partir de 1821, empezó a desarrollar ideas sobre la teoría de campos y concluyó diciendo que campos magnéticos variables crean campos eléctricos. Maxwell, en 1860, indicó que se podían crear campos magnéticos a partir de campos eléctricos variables y por tanto concluyó diciendo que la interacción eléctrica y magnética están relacionadas y tienen que ver con la carga eléctrica.

Fig. 1. Campos magnéticos



El campo magnético es el efecto sobre una región del espacio en la que una carga eléctrica puntual de valor q , que se desplaza a una velocidad v , experimenta los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad v como al campo B . Así, dicha carga percibirá una fuerza descrita con la siguiente ecuación.

donde F es la fuerza, v es la velocidad y B el campo magnético, también llamado inducción magnética y densidad de flujo magnético. (Nótese que tanto F como v y B son magnitudes vectoriales y el producto vectorial tiene como resultante un vector perpendicular tanto a v como a B). El módulo de la fuerza resultante será

La existencia de un campo magnético se pone de relieve gracias a la propiedad (la cual la podemos localizar en el espacio) de orientar un magnetómetro (laminilla de acero imantado que puede girar libremente). La aguja de una brújula, que evidencia la existencia del campo magnético terrestre, puede ser considerada un magnetómetro.

La magnitud del campo magnético terrestre en la superficie de la Tierra es de alrededor de 0.5G. Los imanes permanentes comunes, de hierro, generan campos de unos pocos cientos de Gauss, esto es a corto alcance la influencia sobre una brújula es alrededor de mil veces más intensa que la del campo magnético terrestre; como la

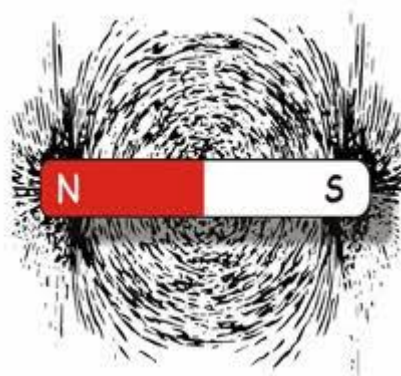
intensidad se reduce con el cubo de la distancia, a distancias relativamente cortas el campo terrestre vuelve a dominar.

Los imanes comerciales más potentes, basados en combinaciones de metales de transición y tierras raras generan campos hasta diez veces más intensos, de hasta 3000-4000 G, esto es, 0.3-0.4 T. El límite teórico para imanes permanentes es alrededor de diez veces más alto, unos 3 Tesla. Los centros de investigación especializados obtienen de forma rutinaria campos hasta diez veces más intensos, unos 30T, mediante electroimanes; se puede doblar este límite mediante campos pulsados, que permiten enfriarse al conductor entre pulsos. (Philips, 2005, pág. 143)

En circunstancias extraordinarias, es posible obtener campos incluso de 150 T o superiores, mediante explosiones que comprimen las líneas de campo; naturalmente en estos casos el campo dura sólo unos microsegundos. Por otro lado, los campos generados de forma natural en la superficie de un pulsar se estiman en el orden de los cientos de millones de Tesla.

La presencia de carga eléctrica en una región del espacio modifica las características de dicho espacio dando lugar a un campo eléctrico. Así pues, podemos considerar un campo eléctrico como una, región del espacio cuyas propiedades han sido modificadas por la presencia de una carga eléctrica, de tal modo que al introducir en dicho campo eléctrico una nueva carga eléctrica, ésta experimentará una fuerza.

Fig. 2 Barra magnética



El campo eléctrico se representa matemáticamente mediante el vector campo eléctrico, definido como el cociente entre la fuerza eléctrica que experimenta una carga testigo y el valor de esa carga testigo (una carga testigo positiva).

La definición más intuitiva del campo eléctrico se la puede dar mediante la ley de Coulomb. Esta ley, una vez generalizada, permite expresar el campo entre distribuciones de carga en reposo relativo. (Wangsness, 2015)

Sin embargo, para cargas en movimiento se requiere una definición más formal y completa, se requiere el uso de cuadvectores y el principio de mínima acción. A continuación se describen ambas.

Debe tenerse presente de todas maneras que desde el punto de vista relativista, la definición de campo eléctrico es relativa y no absoluta, ya que observadores en movimiento relativo entre sí medirán campos eléctricos o "partes eléctricas" del campo electromagnético diferentes, por lo que el campo eléctrico medido dependerá del sistema de referencia escogido.

2.2. EXPERIMENTOS A REALIZAR EN EL AULA DE LABORATORIO DE FÍSICA.

2.2.1. EXPERIMENTO No. 1

TRANSFORMADOR

Temas relacionados

Inducción, flujo magnético, transformador cargado, transformador sin carga, bobina.

Principio

Una tensión alterna se aplica a una de las dos bobinas (bobina primaria) que se encuentran en un núcleo de hierro común. La tensión inducida en la segunda bobina (bobina secundaria) y las corrientes que fluye en él se investigaron como funciones del número de vueltas en las bobinas y de la corriente que fluye en la bobina primaria.

Equipo

Bobina de 140 vueltas, 6 tomas	06526.01	2
dispositivo de sujeción	06506.00	1
Núcleo de hierro, en forma de U, laminado	06501.00	1
Núcleo de hierro, en forma de varilla, lamina	06500.00	1
Transformador multi-tap con rectificador 14 VAC / 12 VDC, 5 A	13533.93	1
Interruptor de dos vías, doble polo	06032.00	1
Reóstatos, 10 Ω , 5,7 A	06110.02	1
Multímetro digital 2010	07128.00	3
Cable de conexión, 4 mm plug, 32 A, rojo, l = 50 cm	07361.01	6
Cable de conexión, 4 mm plug, 32 A, azul, l = 50 cm	07361.04	6

Tareas

La tensión secundaria del transformador en circuito abierto se determina como una función

1. del número de vueltas en la bobina primaria,
2. del número de vueltas en la bobina secundaria,

3. de la tensión primaria.

La corriente de cortocircuito en el lado secundario se determina como una función

4. del número de vueltas en la bobina primaria,

5. del número de vueltas en la bobina secundaria,

6. de la corriente primaria.

Con carga del transformador, la corriente primaria se determina como una función

7. de la corriente secundaria,

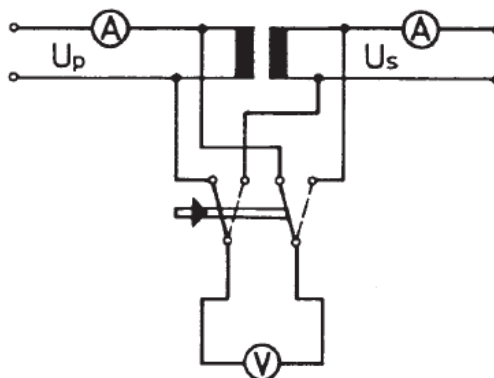
8. del número de vueltas en la bobina secundaria,

9. del número de vueltas en la bobina primaria.

Fig. 3: Montaje experimental para la investigación de las leyes que rigen el transformador.



Fig. 4: Conexión de los medidores multi-rango.



Configuración y procedimiento

El montaje experimental es como se muestra en la Fig. 3. Los medidores multi-rango deben ser conectados como se muestra en la Fig. 4, mientras que el voltímetro se puede utilizar a través de un interruptor de doble polo de dos vías para el circuito primario y secundario. El yugo de hierro debe ser abierto sólo cuando la alimentación está apagada, ya que de lo contrario corrientes excesivas fluirían. Al cargar el reóstato, la carga máxima admisible es 6,2 A durante 8 minutos no se debe sobrepasar. La unidad de energía es sin puesta a tierra, de modo que la relación de fase de corriente y tensión se puede mostrar con un osciloscopio de doble canal, si está disponible.

En tensión de alimentación constante, la corriente primaria se ajusta utilizando el reóstato en el circuito primario, con el secundario en cortocircuito. Cuando se carga el transformador, el reóstato se utiliza como la resistencia de carga en el circuito secundario.

Teoría y evaluación

Si una corriente I fluye en una bobina a causa de la tensión alterna aplicada, a continuación, de acuerdo con la segunda ecuación de Maxwell la tensión inducida en la bobina es

$$U_{ind} = -n_1 \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

donde n_1 es el número de vueltas en la bobina y ϕ es la densidad de flujo magnético. Este voltaje es de polaridad opuesta en U_1 y por lo tanto

$$U_1 = n_1 \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

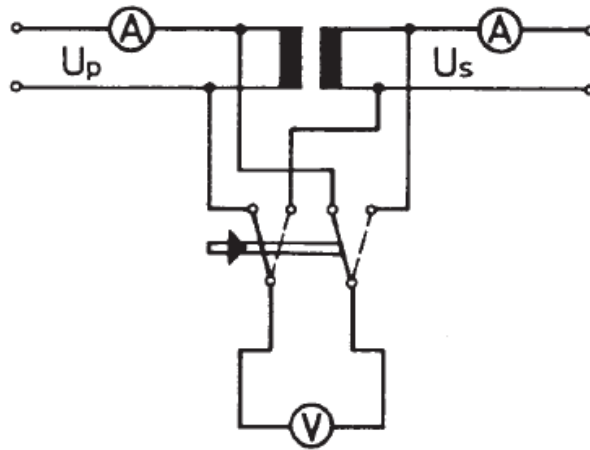
Si hay una segunda bobina (bobina secundaria) en el mismo núcleo de hierro, de modo que la misma densidad de flujo ϕ pasa a través de la bobina secundaria, entonces el voltaje inducido U_2 es

$$U_2 = -\frac{n_2}{n_1} U_1 \quad (3)$$

o, a partir de (2)

$$U_2 = -n_2 \frac{d\phi}{dt} \quad (4)$$

Fig. 5: Tensión secundaria en el transformador sin carga, como una función de la tensión primaria.



Desde la línea de regresión para los valores medidos de la Fig. 5 y la declaración exponencial

$$Y = A \cdot X^B$$

Sigue el exponente

$$B = 1.02 \pm 0.002$$

Desde la línea de regresión para los valores medidos de la Fig. 6 y la declaración exponencial

$$Y = A \cdot X^B$$

A continuación los exponentes

$$B_1 = 1.002 \pm 0.001$$

$$B_2 = -0.993 \pm 0.002$$

Si una corriente I_2 fluye en el circuito secundario, el flujo magnético resultante se superpone a la densidad de flujo en la bobina primaria: la ac Impedancia de la bobina

primaria disminuye como resultado. Por lo tanto la corriente en los principales aumentos de bobina con suministro constante de tensión U.

Dado que el flujo producido por I_2 en la bobina secundaria es igual al flujo producido por la corriente I_1 adicional en la bobina primaria, se deduce que

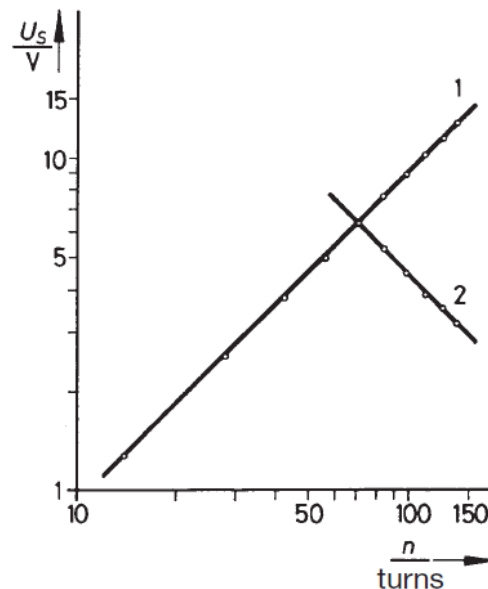
$$I_2 = -\frac{n_1}{n_2} I_1 \quad (5)$$

El cociente n_1/n_2 se denomina la relación de transformación.

Si la carga en el lado secundario es puramente resistiva y si la corriente que circula en el primario cuando se descarga el transformador es pequeño en comparación con I_1 , entonces I_1 es la corriente total que fluye en el lado primario.

Fig. 6 Tensión secundaria del transformador sin carga en función:

1. del número de vueltas en la bobina secundaria,
2. del número de vueltas en la bobina primaria.



Desde la línea de regresión para los valores medidos de la Fig. 7 y la declaración exponencial

Fig. 7: corriente de cortocircuito secundaria en función de la corriente primaria en el transformador

$$Y = A \cdot X^B$$

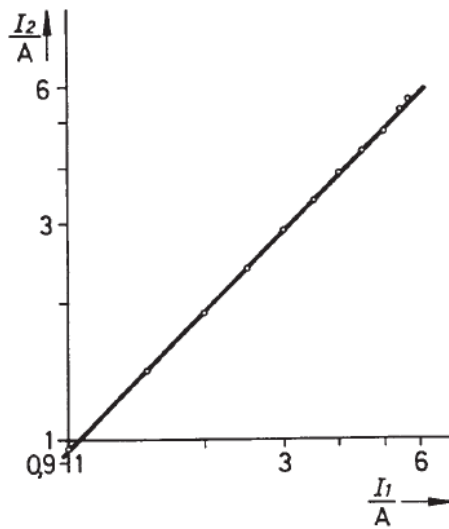
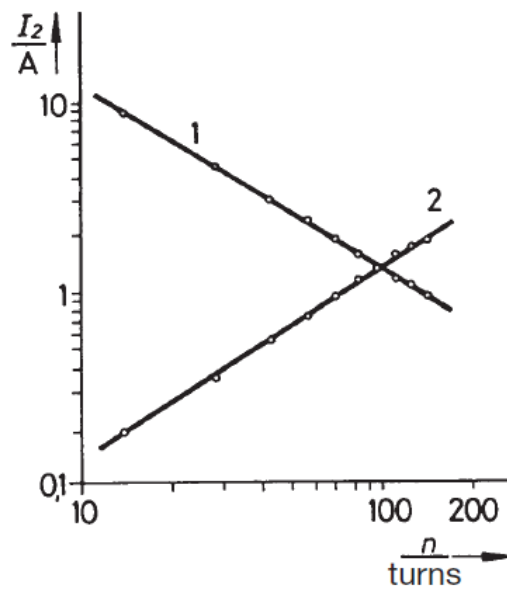


Fig. 8: corriente de cortocircuito secundaria del transformador en función

1. del número de vueltas en la bobina secundaria,
2. del número de vueltas en la bobina primaria.



Sigue el exponente

$$B = 1.02 \pm 0.01$$

Desde la línea de regresión para los valores medidos de la Fig. 8 y la declaración exponencial

$$Y = A \cdot X^B$$

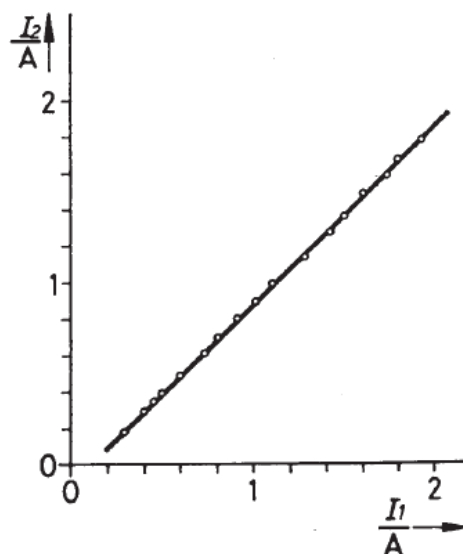
A continuación los exponentes

$$B_1 = -0.989 \pm 0.003$$

$$B_2 = 1.025 \pm 0.002.$$

Las pérdidas de un transformador se dan principalmente por la resistencia óhmica de la bobina, las pérdidas de magnetización y de histéresis del núcleo de hierro, y las pérdidas a través de campos de dispersión que surgen debido a que el flujo magnético primario total no pasa a través de la bobina secundaria, y viceversa. Las reactancias inductivas y resistencias óhmicas de los circuitos primarios y secundarios varían debido a esto.

Fig. 9: corriente Secundaria como una función de la corriente primaria, con el transformador cargado.



2.2.2. EXPERIMENTO No. 2

CAMPO MAGNÉTICO DE LAS BOBINAS INDIVIDUALES / LEY DE BIOT-SAVART

Campo magnético de las bobinas individuales / ley de Biot-Savart CON COBRA 3

Temas relacionados

Bucle de alambre, la ley de Biot-Savart, efecto Hall, el campo magnético, inducción, densidad de flujo magnético.

Principio

El campo magnético a lo largo del eje de bucles de alambre y bobinas de diferentes dimensiones se mide con un módulo de medición tesla Cobra3 y una sonda Hall. La relación entre la máxima intensidad de campo y las dimensiones se investiga y se hace una comparación entre la medida y los efectos teóricos de la posición.

Equipo

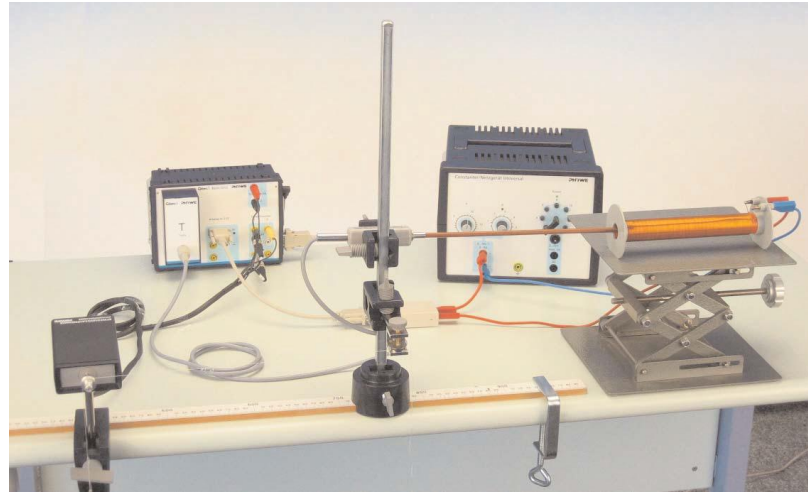
Bobina de inducción, 300 espiras, d = 40 mm	11006.01	1
Bobina de inducción, 300 espiras, d = 32 mm	11006.02	1
Bobina de inducción, 300 espiras, d = 25 mm	11006.03	1
Bobina de inducción, 200 espiras, d = 40 mm	11006.04	1
Bobina de inducción, 100 espiras, d = 40 mm	11006.05	1
Bobina de inducción, 150 espiras, d = 25 mm	11006.06	1
Bobina de inducción, 75 espiras, d = 25 mm	11006.07	1
Conductores, circular, establecidos	06404.00	1
Sonda Hall axial	13610.01	1
Fuente de alimentación universal	13500.93	1
Distribuidor	06024.00	1
Medidor de escala, demo, l = 1000 mm	03001.00	1
Base de barril -PASS-	02006.55	2
Varilla de soporte -PASS-, cuadrado, l = 250 mm	02025.55	1
Pinza de ángulo recto -PASS-	02040.55	2

G abrazadera	02014.00	2
Jack Lab, 200? 230 mm	02074.01	1
Reducción de enchufe de 4 mm / 2 socket mm, 2	11620.27	1
Cable de conexión, l = 500 mm, azul	07361.04	1
Cable de conexión, l = 500 mm, rojo	07361.01	2
Abrazadera de banco -PASS-	02010.00	1
Soporte tubo	02060.00	1
Soporte de la placa	02062.00	1
Hilo de seda, l = 200 m	02412.00	1
Sostenedor de peso 1 g	02407.00	1
Unidad Básica Cobra3	12150.00	1
Cobra3 Fuerza / Software Tesla	14515.61	1
Módulo de medición Tesla	12109.00	1
Sensor Cobra3, 6 A	12126.00	1
Sensor de movimiento por cable	12004.10	1
Adaptador, BNC-socket / 4 pares enchufe mm	07542.27	2
Adaptador, BNC sockets - 4 mm enchufe	07542.20	1
Fuente de alimentación, 12 V	12151.99	1
Cable RS232	14602.00	1

Tareas

1. Medir la densidad de flujo magnético en el medio de varios bucles de alambre con la sonda Hall e investigar su dependencia del radio y el número de vueltas.
2. Determinar la constante de campo magnético μ_0 .
3. Medir la densidad del flujo magnético a lo largo del eje de las bobinas largas y compararlas con los valores teóricos.

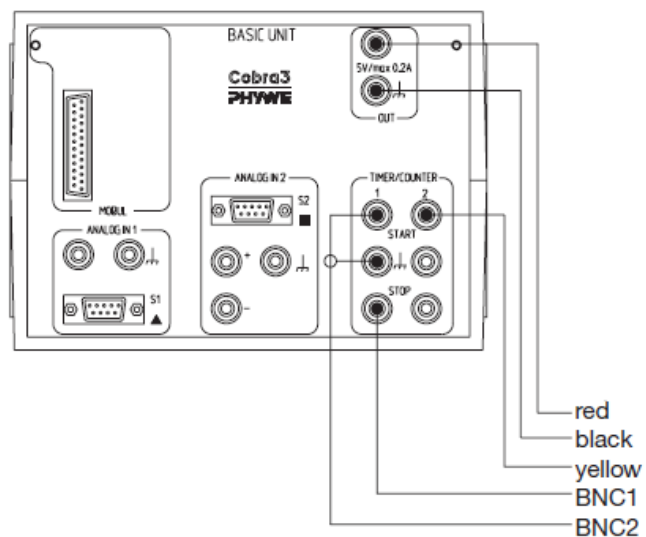
Fig. 10: Montaje experimental para la medición de un campo magnético.



Configuración y los procedimientos

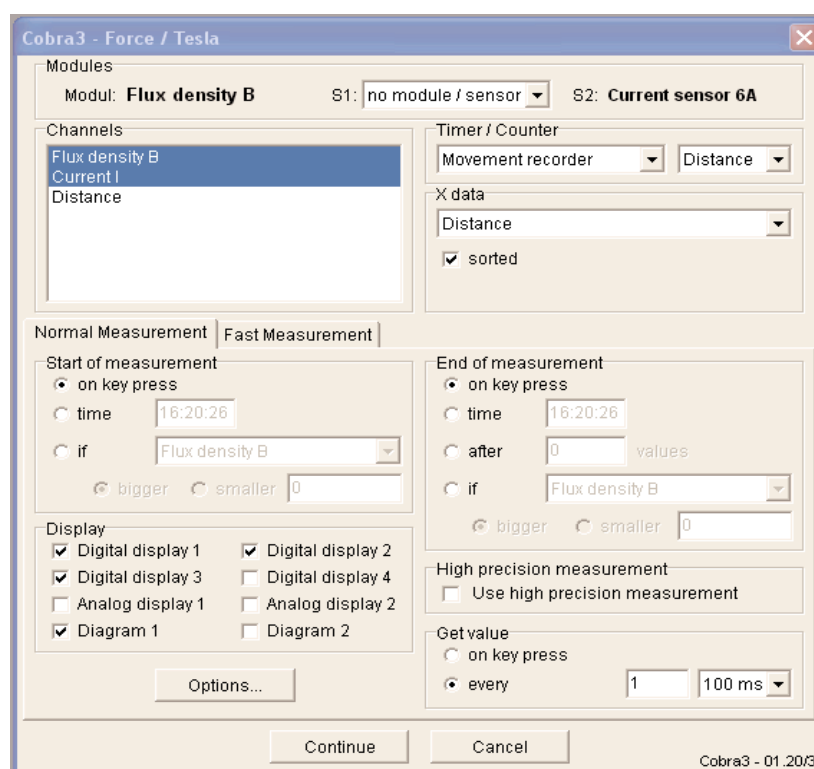
Conecte el módulo de "Tesla" al puerto "Modul" de la unidad Cobra3 y para la sonda Hall. Conecte el "6 A-Sensor" a la "Analog In 2 / S2" puerto de la unidad Cobra3. Conectar el "Movement recorder" a la unidad de Cobra3 acuerdo con la Fig. 11.

Fig. 11. Conexión del sensor de movimiento para la Unidad Básica Cobra3



Conecte la unidad Cobra3 a su computadora al puerto COM1, COM2 o al puerto USB (para el uso puerto USB del ordenador USB a RS232 Convertidor 14.602,10). Configure el experimento de acuerdo a la Fig. 1 e inicie el programa "measure" en su computadora. Seleccione la opción "Gauge" "Cobra3 Fuerza / Tesla". Establezca los parámetros de acuerdo a la Fig. 12.

Fig. 12: Ajuste de parámetros para el medidor de fuerza / Tesla.



Haga clic en el botón "Options..." y ejecute las calibraciones en el "Angle / Distance" y el gráfico "Calibration". Para una buena precisión de la distancia enrollar el hilo de seda una vez alrededor del eje de la grabadora movimiento. Usted puede usar un peso un poco más pesado para la tensión del hilo en este experimento si el peso proporcionado es insuficiente para hacer el hilo conducir la grabadora correctamente.

Fig. 13: El gráfico de "Calibration"

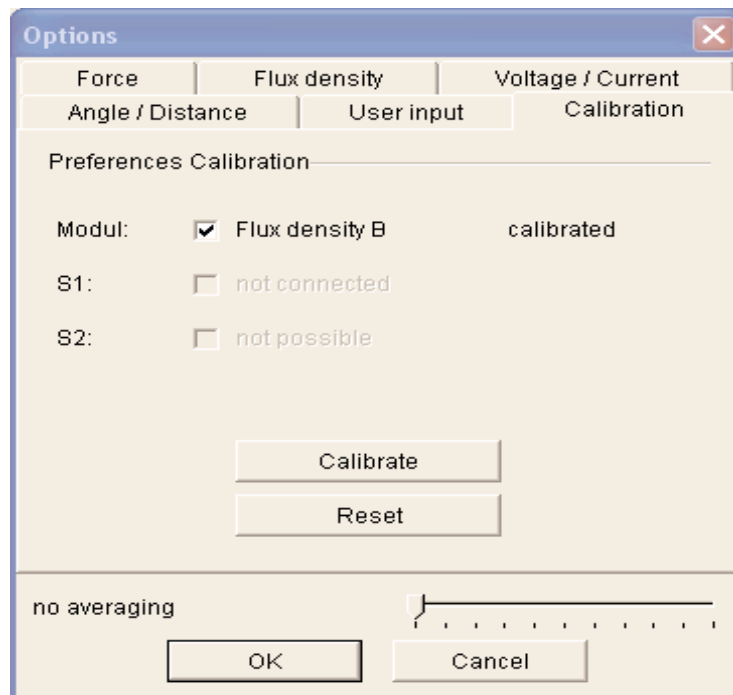
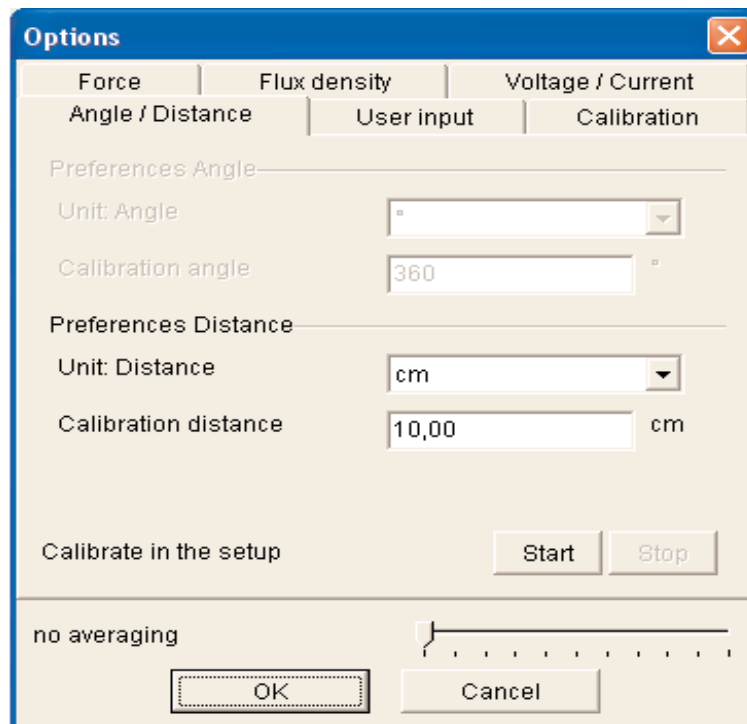
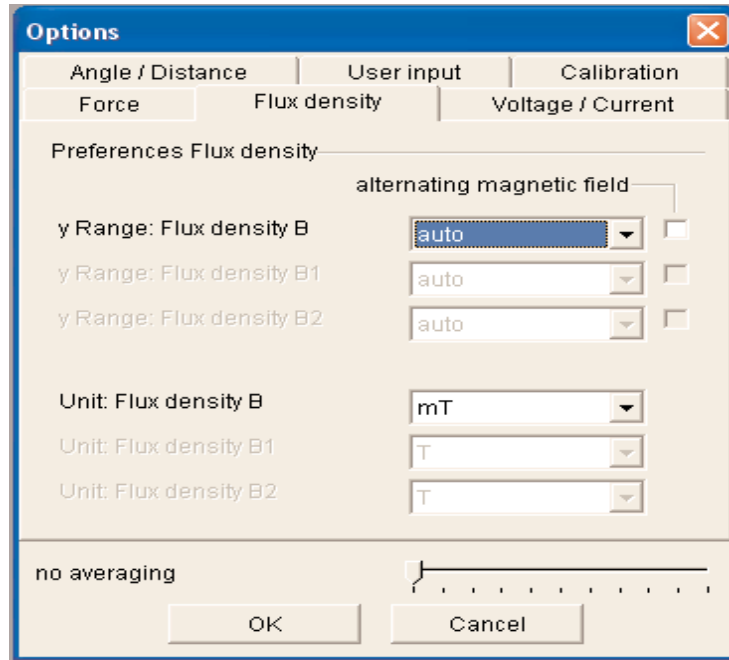


Fig. 14: El menu "Angle/ Distance"



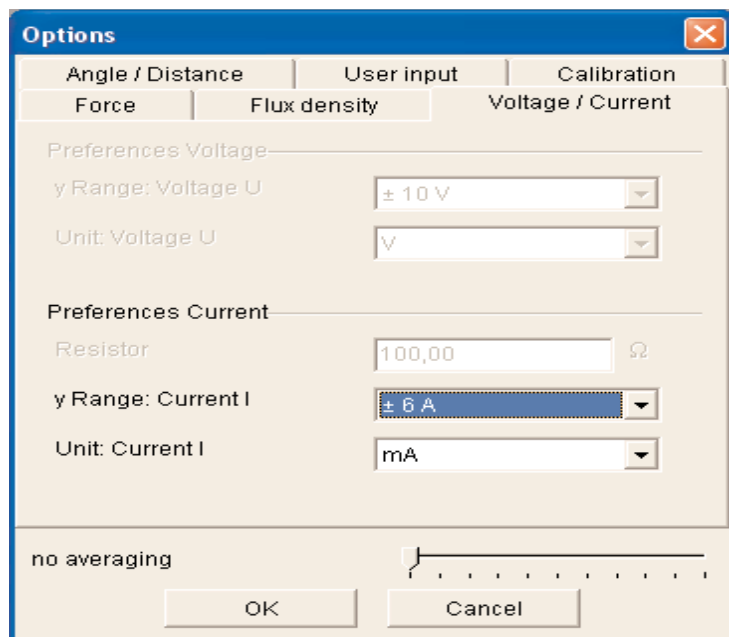
La configuración de la tabla de "densidad de flujo" debe ser como se ve en la figura. 15.

Fig. 15: configuración de la gráfica "flux density"



Y los ajustes "Voltage / Current" deben verse como la figura. 16.

Fig. 16: " Voltage / Current" Ajustes



Con el botón "Continue" la medición a continuación se puede iniciar. Seleccione un ejemplo actual apropiado la corriente máxima indicada en las bobinas utilizando la fuente de alimentación como fuente de corriente constante. La fuente de alimentación está en el modo de corriente constante cuando el LED sobre el control de la corriente está en rojo. Ajuste el control de voltaje suficientemente alto como para lograrlo. Otra cosa la fuente de alimentación está en el modo de voltaje constante y la corriente disminuirá con el calentamiento de las bobinas y esto puede perturbar la medición. 1200 mA puede ser elegido para todas las bobinas. Una vez que haya ajustado la corriente, puede dejar el control de la corriente sin tocar con el fin de medir todas las bobinas con la misma corriente. Pero hacer bajar la tensión antes de romper el circuito de desconectar las bobinas para evitar picos (!).

Guarde los datos y luego se pone en marcha, ya sea con el "return" o tecla "espacio" o haciendo clic en el botón "startmeasurement".

Medir la intensidad de campo magnético en el centro de los conductores circular por ejemplo, 5A de fuerza current. La asimetría en los campos de configuración y de interferencia se puede eliminar mediante la medición de los cambios en la intensidad de campo cuando se dan vuelta en la alimentación con ambas polarizaciones de corriente y tomando el valor medio de la variación para cada polarización.

Medir la intensidad de campo magnético a lo largo del eje z de las bobinas solenoides de deslizamiento la sonda Hall montado a una base de barril a lo largo del medidor y registrar la posición con el sensor de movimiento. Si se mantiene la base cilindro deslizante en un solo borde del medidor, se puede lograr un movimiento bastante recto por el centro de las bobinas.

Trazar los resultados para

- Mismo diámetro y la densidad de vueltas pero diferente longitud de la bobina (Fig. 17)
- Misma densidad de vueltas y longitud pero diferente diámetro (Fig. 18)
- La misma longitud y el diámetro pero diferente densidad de vueltas (Fig. 19)

Las gráficas pueden verse como los siguientes diagramas:

Fig. 17: dependencia de longitud de la bobina del campo magnético con la misma densidad de vueltas para 1200 mA de corriente y 41 mm diámetro de la bobina.

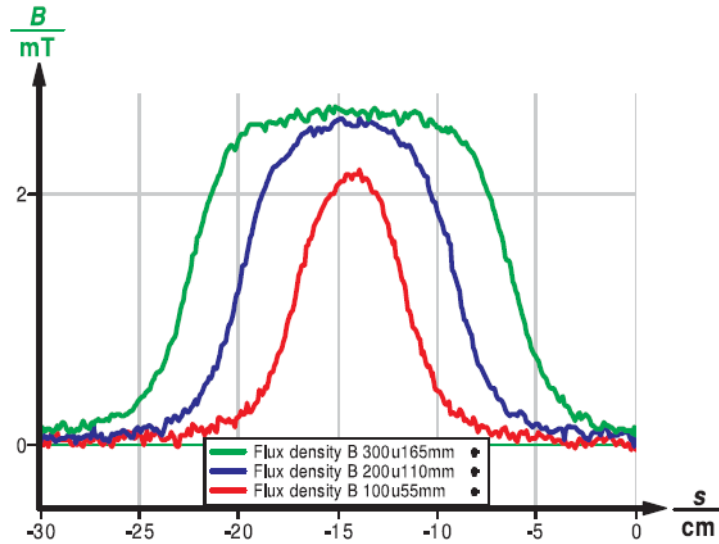


Fig. 18: Independencia en el diámetro de la bobina de intensidad de campo con 1200 mA y 165 mm de longitud de la bobina

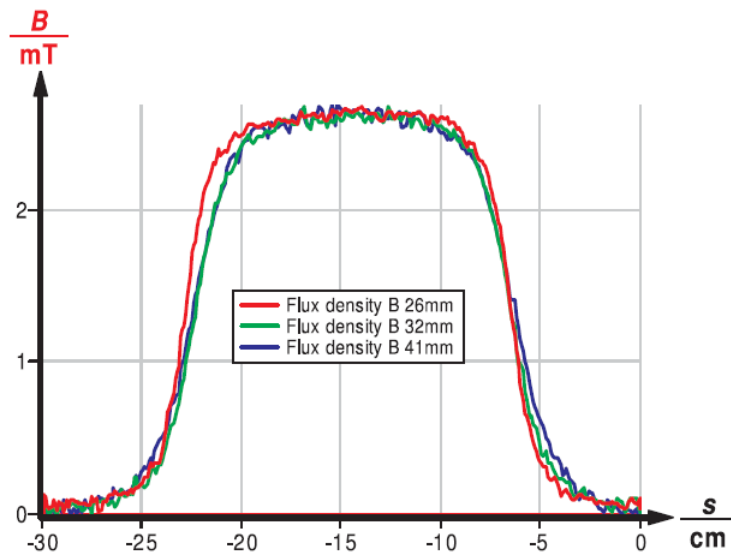
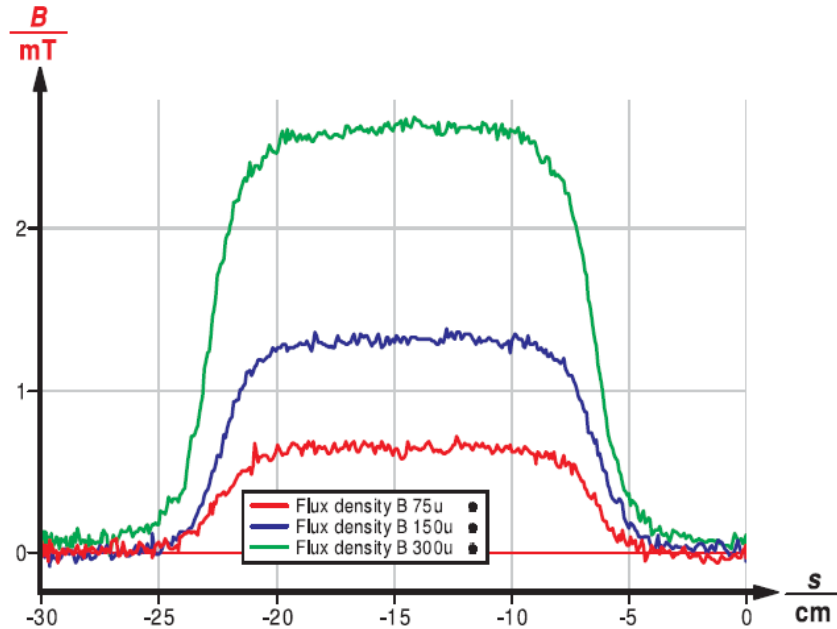


Fig. 19: dependencia lineal del número de vueltas de la intensidad de campo para 1200 mA de corriente y 26 mm de diámetro de la bobina



Teoría y evaluación

Parte I: Campo magnético de bucles de alambre

La ley de Biot-Sarvat es el análogo magnetostático a la ley de Coulomb en electrostática.

La ley de Coulomb (1) determina las intensidades de campo eléctrico $\vec{E}(\vec{r})$ (magnitud y dirección) a un determinado punto de emisión \vec{r} cuando se le da una carga puntual y su posición \vec{r}_Q

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \frac{\vec{r} - \vec{r}_Q}{|\vec{r} - \vec{r}_Q|^3} \quad (1)$$

La ley de Biot-Sarvat (2) determina las intensidades de campo magnético (cantidad y dirección) $\vec{E}(\vec{r})$ en un determinado punto de emisión \vec{r} cuando una carga puntual se mueve en el punto \vec{r}_Q con velocidad \vec{v}

$$\vec{B} \left(\frac{\rightarrow}{r} \right) = \frac{\mu_0}{4\pi} Q \frac{\vec{v} \times (\vec{r} - \vec{r}_Q)}{|\vec{r} - \vec{r}_Q|^3} \quad (2)$$

Durante varias cargas puntuales las intensidades de campo (eléctrico y magnético) en el punto de emisión es la superposición de las contribuciones de las diferentes cargas puntuales.

(1) y (2) se pueden derivar directamente de las ecuaciones de Maxwell y se puede extender para cargar distribuciones de densidad o densidad de corriente, respectivamente.

Para la aplicación de (2) para el presente experimento las siguientes restricciones experimentales deben ser consideradas:

1. La geometría del experimento como se muestra en la Fig. 20.
2. Para una corriente I a través de una forma de línea conductora $Q \cdot \vec{v}$ puede escribirse como $I \cdot d\vec{r}_Q$ donde $d\vec{r}_Q$ denota la infinitesimal elemento de línea a lo largo del conductor en forma de línea en el punto \vec{r}_Q .
3. En el experimento sólo el campo magnético a lo largo del eje z es de interés.

Fórmula (2) se puede expresar en forma

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{\rho}}{\rho^3} \quad (3)$$

Debido a las propiedades del producto cruz y desde ρ^3 se encuentran en $d\vec{l}$ es perpendicular al plano del gráfico $d\vec{H}$ también se encuentran en el plano del dibujo perpendicular a la $\vec{\rho}$ vectorial.

Resolviendo $d\vec{H}$ en la axial y en componentes radiales que los rendimientos (compare Fig. 20)

$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{dl}{\rho^2} \cdot \sin(\gamma) \quad (4)$$

y

$$dB_r = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{dl}{\rho^2} \cdot \cos(\gamma) \quad (5)$$

Integración de la componente axial dH_z sobre todo el lazo de corriente con respecto $\rho = \sqrt{R^2 + z^2}$ y $\sin(\gamma) = \frac{R}{\sqrt{R^2 + z^2}}$ resulta en

$$B_z(z) = \frac{\mu_0 I}{2} \cdot \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \quad (6)$$

La integral sobre los componentes radiales dH_r , desaparece ya que los componentes se anulan entre sí debido a simetría razones.

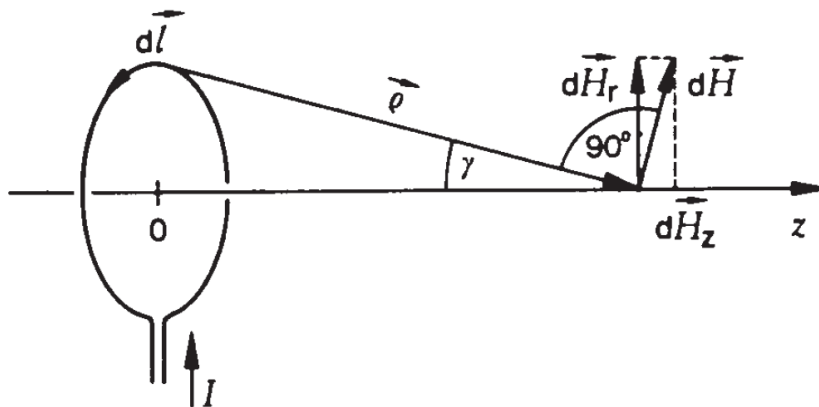
Si n idéntica espiras están muy juntas la densidad de flujo magnético se obtiene multiplicando (6) con el número de vueltas n .

En el centro del bucle ($z=0$)

$$B(0) = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{2R} \quad (7)$$

es obtenido.

Fig. 20: Dibujo para el cálculo del campo magnético a lo largo del eje de un bucle de alambre.



Para comprobar la dependencia lineal de $B(0)$ en n y $\frac{1}{R}$ a partir del experimento deansatz.

$$B = A_1 \cdot n^{E_1} \quad (8)$$

y la ansatz

$$B = A_2 \cdot R^{E_2} \quad (9)$$

se utiliza.

La línea de regresión para los valores medidos en la la Fig. 21 proporciona para n la dependencia del exponente

$$E_1 = 0.96 \pm 0.04$$

y la línea de regresión en la Fig. 13 para el R de dependencia del exponente

$$E_2 = 0.97 \pm 0.04$$

Esos datos experimentales confirman la forma esperada teórica de una dependencia lineal.

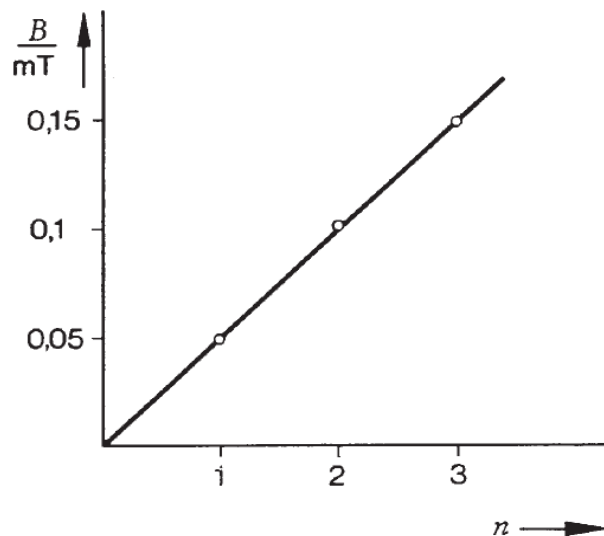
La pendiente de la dependencia lineal se puede utilizar para determinar la constante de campo magnético.

A partir de los datos experimentales sigue el valor

$$\mu_0 = (1.28 \pm 0.01) \cdot 10^{-6}$$

Este valor concuerda muy bien con el valor de la literatura $\mu_0^{\text{Lit.}} = 1.257 \cdot 10^{-6}$

Fig. 21: densidad de flujo magnético en el centro de una bobina con n vueltas, como una función del número de vueltas (radio 6 cm, la corriente de 5 A).



Parte II: El campo magnético a lo largo del eje de una bobina (larga)

El cálculo de la densidad de flujo magnético en el eje de una bobina enrollada de manera uniforme de longitud l y con n se convierte de producir el resultado

$$B(z) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot n}{2l} \cdot \left(\frac{z+1/2}{\sqrt{R^2+(z+1/2)^2}} - \frac{z-1/2}{\sqrt{R^2+(z-1/2)^2}} \right) \quad (10)$$

Por medio de la bobina, $z = 0$ sigue

$$B(0) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot n}{2l} \cdot \frac{l}{\sqrt{R^2 + l^2/4}}$$

Para una bobina de largo ($l \gg R$), un solenoide, la ecuación superior finalmente se reduce

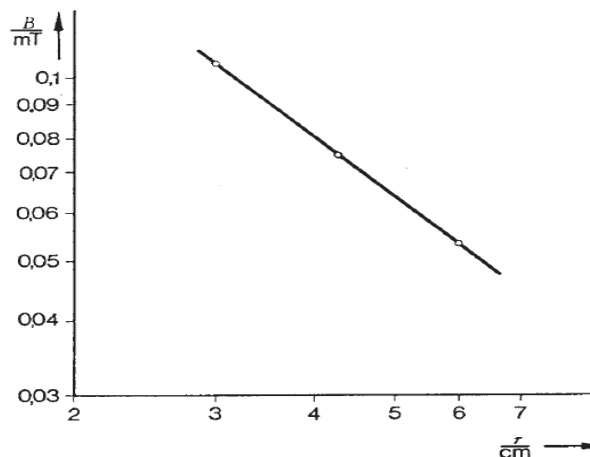
$$B(0) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot n}{l}$$

Por lo tanto la intensidad de campo magnético es para solenoides independientes desde el diámetro de la bobina.

La independencia del diámetro de la bobina directamente se puede ver en la Fig. 18 mientras que la dependencia de número de vueltas se muestra en la Fig. 19.

gráfico $B(z)$ de la ecuación (10) con los datos de la bobina del solenoide utilizado con 41 mm y comparar con los resultados medidos.

Fig. 22: densidad de flujo magnético en el centro de un solo giro, como una función del radio (corriente 5 A).



2.2.3. EXPERIMENTO No. 3

INDUCCIÓN MAGNÉTICA

INDUCCIÓN MAGNÉTICA CON COBRA3

Temas Relacionados.

Las ecuaciones de Maxwell, campo eléctrico De Foucault, de campo magnético de las bobinas, bobinas, de flujo magnético, la tensión inducida.

Principio:

Un campo magnético de frecuencia variable y variando la fuerza se produce en una bobina larga. Los voltajes inducidos a través de bobinas delgadas que son empujados a la bobina larga se determinan como una función de la frecuencia, número de vueltas, el diámetro y la intensidad de campo.

Equipos:

Bobina de campo, 750 mm, 485 vueltas / m	11001.00	1
Bobina de inducción, 300 vueltas, d = 40 mm	11006.01	1
Bobina de inducción, 300 vueltas, d = 32 mm	11006.02	1
Bobina de inducción, 300 vueltas, d = 25 mm	11006.03	1
Bobina de inducción, 200 vueltas, d = 40 mm	11006.04	1
Bobina de inducción, 100 vueltas, d = 40 mm	11006.05	1
Bobina de inducción, 150 vueltas, d = 25 mm	11006.06	1
Bobina de inducción, 75 vueltas, d = 25 mm	11006.07	1
Cable de conexión, l = 750 mm, rojo	07362.01	2
Cable de conexión, l = 750 mm, azul	07362.04	1
Cable de conexión, l = 2000 mm, azul	07365.04	1
Unidad Básica Cobra3	12150.00	1
Fuente de alimentación, 12 V	12151.99	2
RS 232 cable de datos	14602.00	1
Software PowerGraph	14525.61	1
Módulo generador de funciones Cobra3	12111.00	1

Tareas

Determinación de la tensión de inducción como una función

1. de la fuerza del campo magnético,
2. de la frecuencia del campo magnético,
3. del número de vueltas de la bobina de inducción,
4. de la sección transversal de la bobina de inducción.

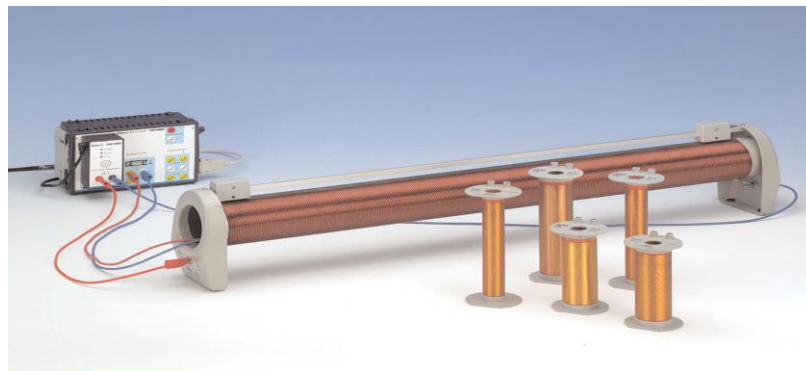
Configuración y Procedimiento

Configure el equipo como se ve en la figura 1. La bobina generadora de campo se conecta al módulo generador de funciones y las bobinas de inducción para ser puesto en el campo de la generación de la bobina están conectados a "Analog In 2 / S2", mejor a las dos tomas amarillas (+ y -) y no a tierra.

Conecte la Unidad Básica Cobra3 al puerto del ordenador COM1, COM2 o al puerto USB (para el uso puerto USB del ordenador USB a RS232 Convertidor 14.602,10) e inicie el programa "measure".

Seleccione "Gauge"> "PowerGraph" y en el ahora visible "Setup" haga clic en la tabla símbolo generador de funciones. Utilice el generador de funciones en el modo de corriente continua - la intensidad de campo producida en función de la intensidad de la corriente es de interés y no la tensión que se necesita para producirlo.

Fig. 23: Montaje experimental



En primer lugar utilizar el generador de funciones para producir una rampa de corriente a una frecuencia fija. Establezca los parámetros como se ve en la figura. 24.

Fig. 24 Ajustes del módulo generador de funciones para la rampa de amplitud:

The screenshot shows a 'Module settings' dialog box with the following configurations:

- Module settings:** Mode of operation: amplitude ramp
- Signal settings:** Signal type: Current, Signal form: Sine, Amplitude: 100 mA, Frequency: 800 Hz, DC-Offset: 0 mA, On/off ration: 50 %
- ChannelVoltage:** Label: U, Averaging: unchecked, Digital display: checked
- Channel amplitude:** Label: I, Digital display: unchecked
- Channel frequency:** Label: frq, Digital display: checked
- Ramp settings:** Start: 0 mA, End: 100 mA, Step size: 5 mA, Delay: 0 s

Fig. 25. Luego haga clic en "Analog In 2 / S2" símbolo y configurar el módulo de "Burstmeasurement" como se ve en la Fig. 25.

The screenshot shows a 'Cobra3 Basic-Unit - Analog In 2 / S2' dialog box with the following configurations:

- Module / Sensor:** Burst measurement
- Channel settings:** Label: U2, Mode: amplitude, Number of samples: 256, Sample rate: Controll channel, Control channel: Frequency frq, Range: 0,3V, Unit: mV, Averaging: unchecked, Digital display: checked

Buttons: OK, Cancel

Los "Settings" de tablas "Display" de PowerGraph deben parecerse a la figura. 26 y Fig. 27.

Fig. 26: La tabla " Settings" del PowerGraph de rampa de amplitud

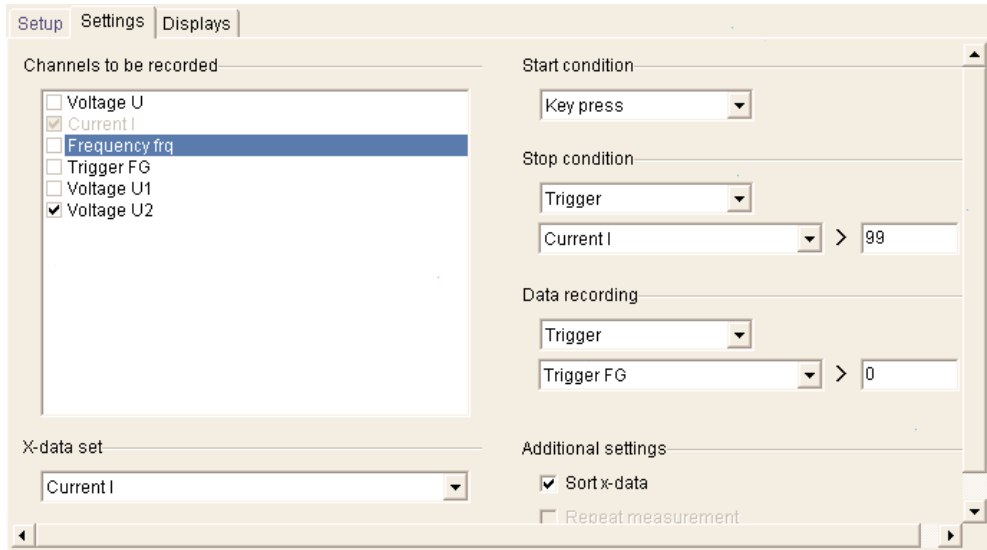
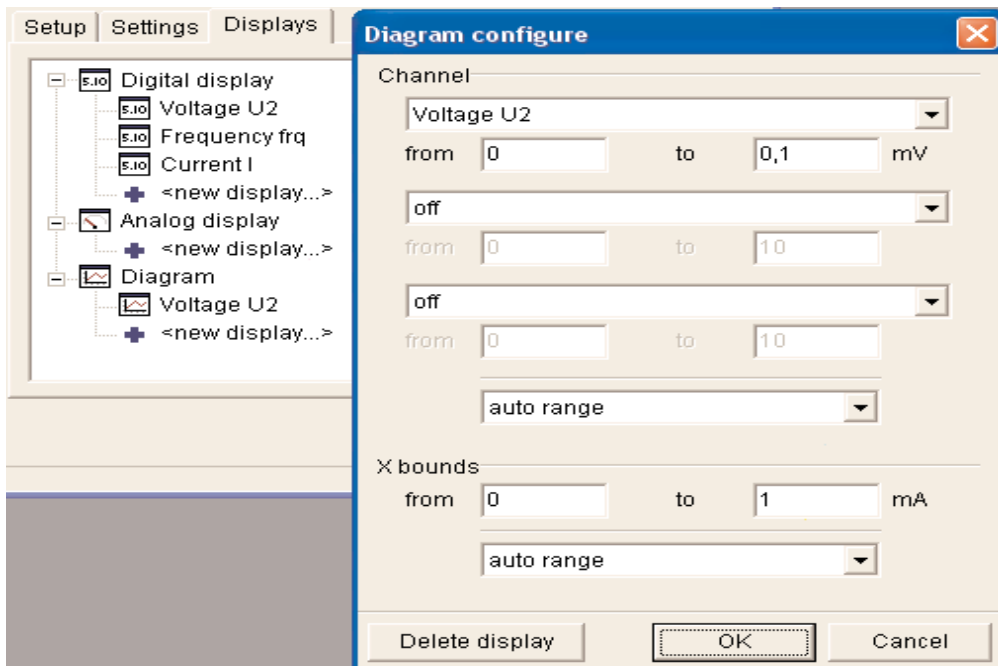


Fig. 27: " Display" tabla de PowerGraph



Tomar una medida para cada una de las bobinas de inducción. Iniciar la medición con el botón "Continue".

(Si va a hacer una gráfica logarítmica, corrija las curvas resultantes restando el valor de la corriente I_0 para todos los valores de uso de "Analysis">"Channelmodification..." con "U2" como "Sourcechannel". El traslado de origen se debe a ruido digital y la tensión inducida por campos de dispersión y se pueden considerar como constante durante una medición, pero pueden cambiar ligeramente de medición en medición debido a diferentes disposiciones de los cables. El desplazamiento deforma la gráfica logarítmica fuertemente pero no importa en un gráfico normal.)

Nota por la pendiente de la curva evaluada la función "Regression" de "measure" (en la trama lineal).

A continuación, ajuste el generador de funciones en el "Setup" carta de PowerGraph para sintonizar la frecuencia de 100 a 1000 Hz con intensidad de corriente constante, es decir, la constante amplitud del campo magnético. Ver Fig. 28 para los ajustes adecuados. La "Settings" Tabla de Power Graph debe ser similar a la Fig. 29. Una vez más tomar una medición de cada una de las bobinas de inducción.

(La corrección de la desviación del origen se puede realizar con la función "Regression" de la "measure": Reste el valor entregado por la función de "Regression", como traslado de origen a partir de los datos de "U2" usando de nuevo "Analysis">"Channelmodification...").

Anote los valores de pendiente para una evaluación adicional.

Fig. 29. Módulo Settings para desniveles de frecuencia

Module settings

Mode of operation: frequency ramp

Signal settings

Signal type: Current

Signal form: Sine

Amplitude: 100 mA

Frequency: 10700 Hz

DC-Offset: 0 mA

On/off ration: 50 %

Channel/Voltage

Label: U

Averaging

Digital display

Channel amplitude

Label: I

Digital display

Channel frequency

Label: freq

Digital display

Ramp settings

Start: 100 Hz

End: 1000 Hz

Step size: 50 Hz

Delay: 0 s

Fig. 30: Tabla de "Settings" para desniveles de frecuencia

Setup Settings Displays

Channels to be recorded

Voltage U

Current I

Frequency freq

Trigger FG

Voltage U1

Voltage U2

X-data set

Frequency freq

Start condition

Key press

Stop condition

Trigger

Frequency freq > 999

Data recording

Trigger

Trigger FG > 0

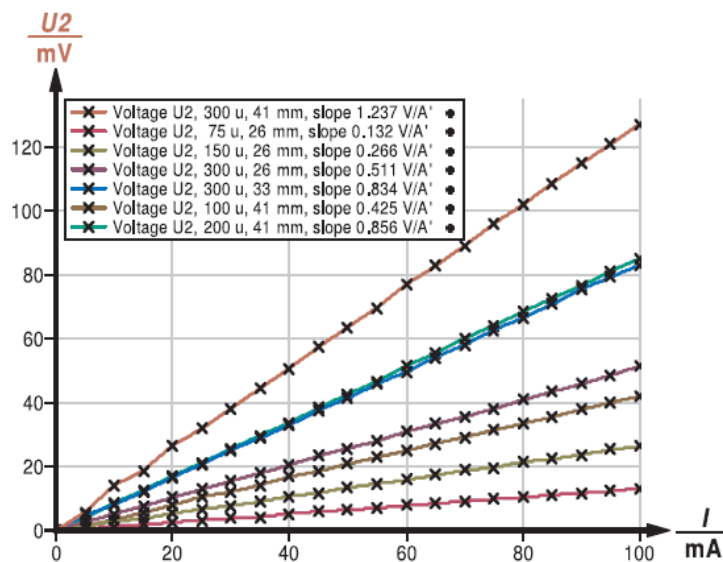
Additional settings

Sort x-data

Teoría y evaluación

Para la primera parte con la frecuencia constante de los datos obtenidos pueden verse como la figura. 31 si se pone en un solo diagrama con "Measurement"> "Assumechannel..." y escala en el mismo valor con "Scale curves".

Fig.31 Respuesta de voltaje de las diferentes bobinas vs. corriente en la bobina de generación de campo para la frecuencia fija de 800 Hz



Utilice la función de "regresión" de "medida" para evaluar las pendientes de los datos de medición registrados que producen la tensión de respuesta de las bobinas de inducción por intensidad de corriente de la bobina de campo en V / A.

Grafique la tensión de reacción por mA para bobinas de inducción con el mismo diámetro pero diferente número de vueltas vs. el número de vueltas y graficar la tensión de reacción por mA para bobinas de inducción con el mismo número de vueltas pero diferentes diámetros vs. el área de sección transversal correspondiente al diámetro. Utilice "Measurement"> "Enter data manually..." para hacerlo. Fig. 32 y Fig. 33 muestran posibles resultados.

Fig.32 Respuesta de tensión vs. número de vueltas en el área de sección transversal constante.

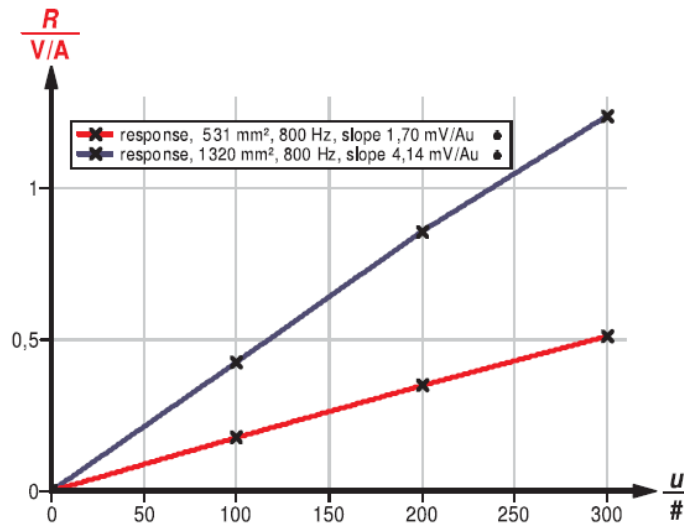


Fig. 33: Respuesta Tensión vs. área de la sección transversal con constante número de vueltas

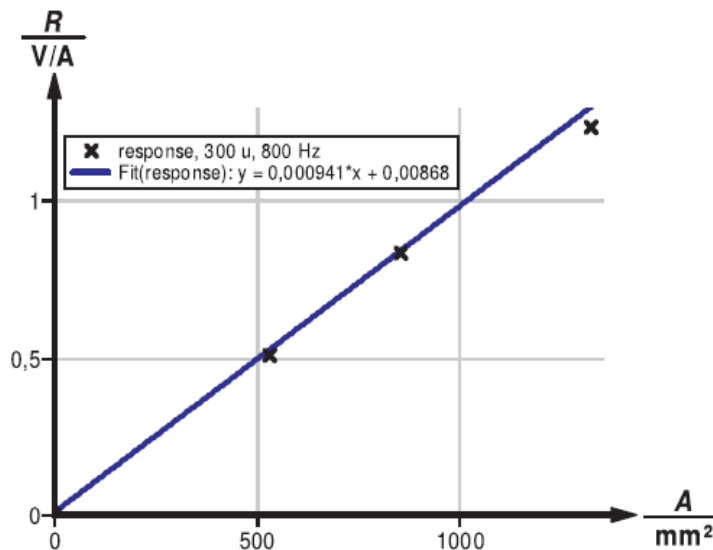


Fig.34 muestra la respuesta de voltaje de la bobina de inducción en dependencia de la frecuencia del campo. Con los datos de la Fig. 34 una evaluación análoga es posible.

Fig.34: Respuesta de tensión frente a la frecuencia.

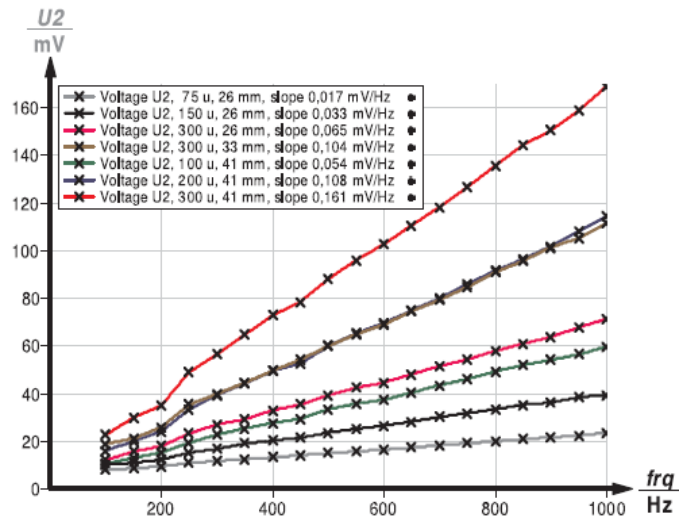
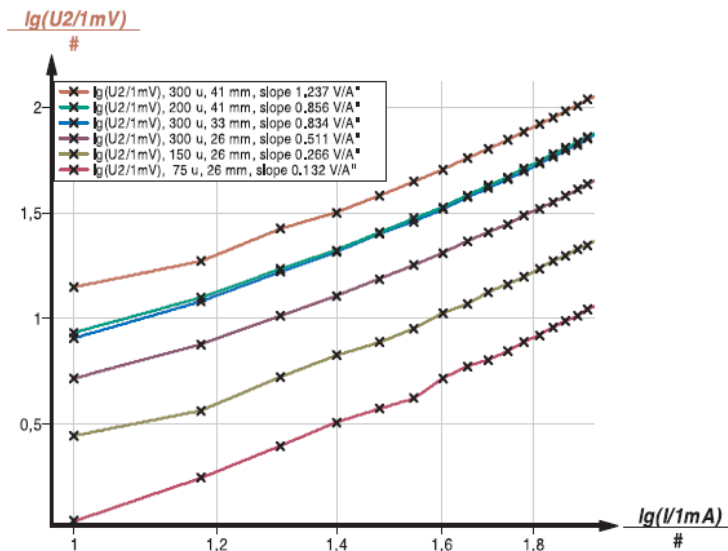


Fig. 35: Grafico tensión inducida biloga rítmica vs. Corriente campo producida.



Para la comparación de los datos experimentales con la teoría de dos cantidades deben determinarse en relación con los parámetros experimentales:

1. El voltaje inducido en la bobina de inducción en dependencia del número de vueltas y el área de la sección transversal de la bobina de inducción y para un campo dado.
2. El campo magnético generado por la bobina de campo en dependencia de la longitud y el número de vueltas de la bobina de campo y en dependencia de la corriente que fluye a través de la bobina de campo. El campo magnético generado por la bobina de campo es el campo dado para la bobina de inducción en este experimento.

Ambas relaciones sigue las leyes de Maxwell y las condiciones experimentales.

Bobina de inducción:

De acuerdo con la segunda ley de Maxwell es el potencial eléctrico inducido por un flujo magnético variable $\phi(t)$ la tensión U a lo largo de una línea cerrada C .

$$U = \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{S} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Con

$$\Phi(t) = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad (2)$$

\vec{A} es la zona delimitada por la línea C .

Dentro del campo de la bobina larga del campo magnético (campo dado para la bobina de inducción) es espacialmente homogéneo y sólo la cantidad del campo puede cambiar en el tiempo. Además, el área \vec{A} de la sección transversal de la bobina de inducción se encuentra en un plano perpendicular a \vec{B} .

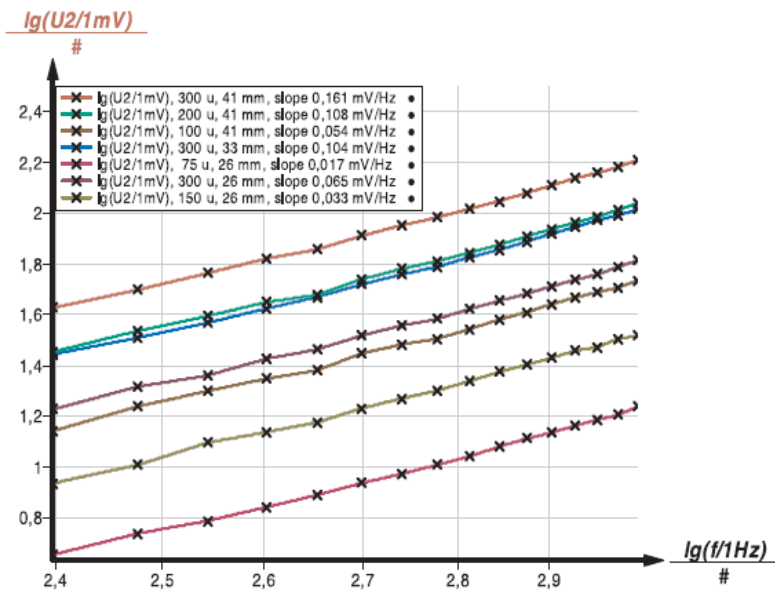
Por lo tanto, la relación (2) se puede escribir como

$$\Phi(t) = B(t) \cdot A \quad (3)$$

Insertar (3) en (1) y teniendo en cuenta que la bobina de inducción consta de n conductores en paralelo de rendimiento por espiras.

$$U(t) = -n \cdot A \frac{dB}{dt}$$

Fig. 36: diagrama bilogarítmico tensión inducida vs. frecuencia de campo.



Bobina de campo:

La primera ley de Maxwell

$$\mu_o \oint_A \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int \vec{j} \cdot d\vec{A}$$

junto con la cuarta ley de Maxwell

$$\oint_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

y

$$I = \int_A \vec{j} \cdot d\vec{A}$$

resulta en

$$B(t) = \mu_o \frac{m}{l} \cdot I(t) \quad (5)$$

para el campo magnético generado por la bobina de campo.

$\mu_0 = 1.26 \cdot 10^{-6}$ Vs / Am es el campo magnético constante, m es el número de vueltas y l la longitud de la bobina de campo. La corriente que fluye a través de la bobina de campo se denota por $I(t)$.

Finalmente combinado el resultado para la bobina de inducción (4), el resultado para la bobina de campo (5) y $I(t) = I_0 \cdot \sin(\omega t)$ el rendimiento

$$U(t) = -\mu_0 n A \frac{m}{l} \cdot I_0 \cos(\omega t) \quad (6)$$

o para los valores eficaces

$$U_{\text{eff}} = \mu_0 \omega \cdot n A \frac{m}{l} I_{\text{eff}} \quad (7)$$

Así la tensión U_{eff} en las bobinas de inducción debe ser proporcional a

- El número de vueltas n de la bobina de inducción
- El área de sección transversal A de la bobina de inducción
- El número de vueltas m de la bobina de campo
- La longitud l de la bobina de campo
- La frecuencia ω de la corriente a través de la bobina de campo
- La cantidad que $|I_{\text{eff}}|$ de la corriente a través de la bobina de campo.

Las figuras 31 a 34 muestran estas proporcionalidades. Las dependencias lineales se pueden probar con la ayuda de las gráficas bilogarítmica.

Para las dependencias de la tensión inducida en la frecuencia y cantidad de la corriente a través de la bobina de campo Esto se muestra en la Fig. 35 y 36.

De la ecuación (7) sigue

$$\mu_0 = \frac{U}{I_{\text{eff}} \cdot n} \cdot \frac{1}{\omega} \cdot \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{n}$$

para la constante de campo magnético.

Con $\omega = 2\pi f = 5027\text{Hz}$, $\frac{m}{l} = 485 \frac{1}{m}$,

Fig. 32 produce

para el área $1320 \text{ mm}^2 = 0.001320 \text{ m}^2$

la pendiente $4,142 \text{ mV} / (\text{A} \cdot \text{n})$, por lo tanto $\mu_0 = 1.29 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$

y para el área de $531 \text{ mm}^2 = 0,000531 \text{ m}^2$

la pendiente $1,704 \text{ mV} / (\text{A} \cdot \text{n})$, por lo tanto $\mu_0 = 1.32 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$

y la Fig. 33 produce

para 300 vueltas la pendiente $0,941 \text{ mV} / (\text{mm}^2 \cdot \text{A})$, por lo tanto

$$\mu_0 = 1.29 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Estos valores se ajustan bastante bien con el valor de la bibliografía de $\mu_0 = 1.29 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$ para la constante de campo magnético.

2.2.4. EXPERIMENTO No. 4

CIRCUITO RLC

CIRCUITO RLC CON COBRA 3

Temas relacionados

Circuito resonante, circuito resonante en serie, circuito resonante en paralelo, resistencia, capacitancia, inductancia, condensadores, bobinas, desplazamiento de fase, factor Q, anchura de banda, impedancia, resistencia a la pérdida, la amortiguación.

Principio

La impedancia de circuitos en paralelo y en serie resonante se investigó como una función de la frecuencia. El factor Q y ancho de banda de los circuitos se investigan.

El desplazamiento de fase entre corriente y tensión se investiga para el circuito sintonizado en serie.

Equipos

Cobra3 Unidad Básica	12150.00	1
Fuente de alimentación, 12 V-	12151.99	2
Cable de datos RS 232	14602.00	1
Cobra3 PowerGraph software	14525.61	1
Software de escritura Cobra3 universal	14504.61	1
Módulo generador de funciones Cobra3	12111.00	1
Bobina, 3600 vueltas	06516.01	1
caja de conexión	06030.23	1
Resistencia de carbón PEK 1 W 5% 100 Ω	39104.63	1
Resistencia de carbón PEK 1 W 5% 220 Ω	39104.64	1
Resistencia de carbón PEK 1 W 5% 470 Ω	39104.15	1
PEK condensador / de caja 1.2 microF / 250 V	39113.01	1
PEK condensador / de caja 1 / 2,2 microF / 250 V	39113.02	1
PEK condensador / de caja 1 / 4,7 microF / 250 V	39113.03	1
enchufe de conexión	39170.00	2
Cable de conexión, l = 250 mm, de color rojo	07360.01	2
Cable de conexión, l = 250 mm, azul	07360.04	1
Cable de conexión, l = 500 mm, rojo	07361.01	2
Cable de conexión, l = 500 mm, azul	07361.04	2

Tareas

- Determinar la dependencia de la frecuencia de la impedancia de
- Un circuito resonante serie con diferentes resistencias de amortiguación y diferentes valores de capacitancia
- Un circuito resonante en paralelo con diferentes resistencias de amortiguación y diferentes valores de capacitancia.
- Determinar el factor Q y la anchura de banda de las curvas obtenidas.

- Determinar la dependencia de la frecuencia del desplazamiento de fase entre la corriente y el voltaje en un circuito en serie resonante.

Configuración y el procedimiento

- El montaje experimental es como se muestra en las figuras. 1, 38a y 38b.
- Conecte la Unidad Básica COBRA3 al puerto del ordenador COM1, COM2 o al puerto USB (para el uso puerto USB del ordenador USB a RS232 Convertidor 14.602,10).
- Iniciar el programa de "measure" y seleccione " Gauge"> "Cobra3PowerGraph".
- Haga clic en la "Analog In2 / S2" y seleccione la opción "Módulo / Sensor" "Burstmeasurement" con los parámetros observados en la Fig. 39.
- Haga clic en el símbolo "Generador de funciones" y establecer los parámetros como en la Fig. 40.
- Añadir un "dispositivo virtual" haciendo clic en el triángulo blanco en la parte superior izquierda de la ventana "PowerGraph" o haciendo clic derecho en el símbolo "Cobra3 Basic-Unidad". Pero primero apague todos los canales y configure éste como se ve en la Fig. 41.

Fig. 37: Experimento configurado para la medición de la frecuencia de resonancia.



Fig. 38a: Circuito serie resonante RLC.

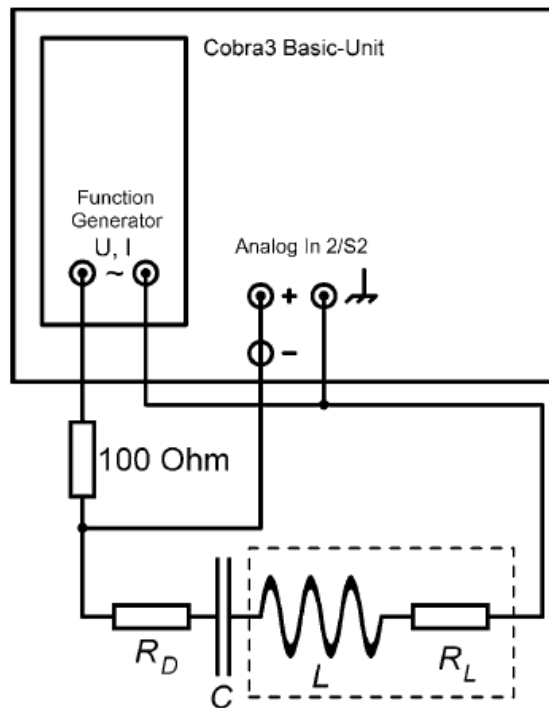


Fig. 38b: Circuito paralelo resonante RLC.

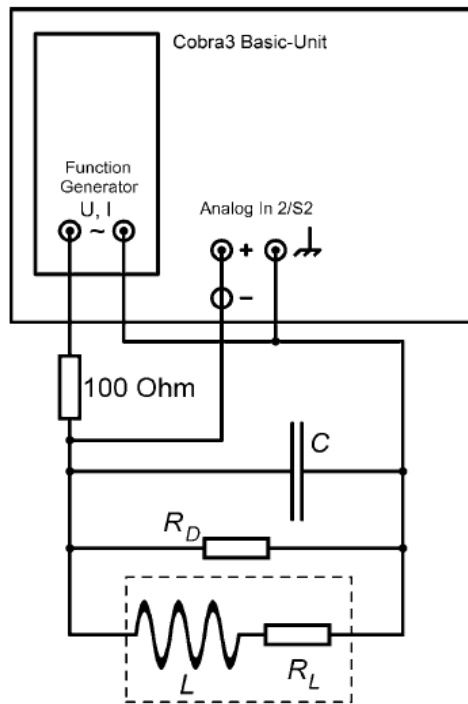
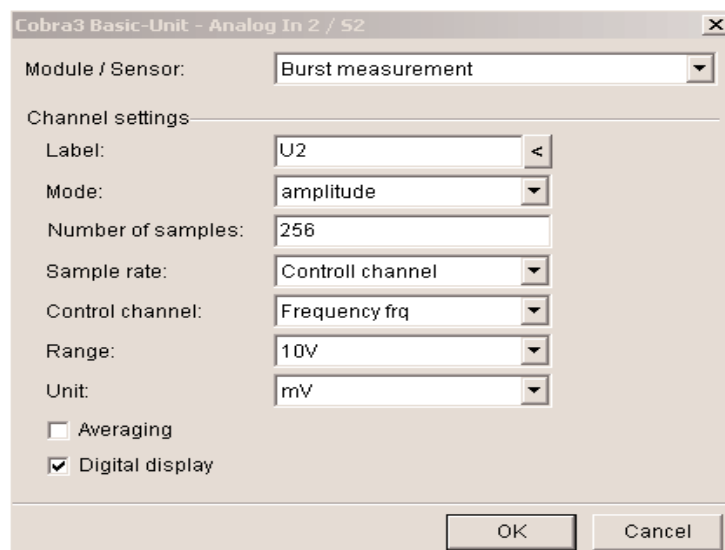


Fig. 39: Analog In 2 S2 – Ajustes



- El catálogo "Settings" de PowerGraph debe ser similar a la Fig. 42.

- Configurar un diagrama para ser visto durante la medición en el catálogo "Displays" de PowerGraph como en la Fig. 43 y encienda algunas pantallas de la frecuencia, las tensiones y la corriente.

Fig. 40: configuración del generador de funciones

Module settings

Mode of operation: frequency ramp

Signal settings

Signal type: Voltage

Signal form: Sine

Amplitude: 9000 mV

Frequency: 200 Hz

DC-Offset: 0 mV

On/off ration: 50 %

Channel Current

Label: I

Averaging

Digital display

Channel amplitude

Label: U

Digital display

Channel frequency

Label: frq

Digital display

Ramp settings

Start: 20 Hz

End: 800 Hz

Step size: 20 Hz

Delay: 0 s

- Establecer un circuito resonante serie como se ve en la Fig. 38a. Iniciar una medición con el botón "Continue". Después que la medición se ha detenido, las curvas registradas son visibles en el menú del programa "measure" principal.

Fig. 41: configuración de dispositivos virtuales.

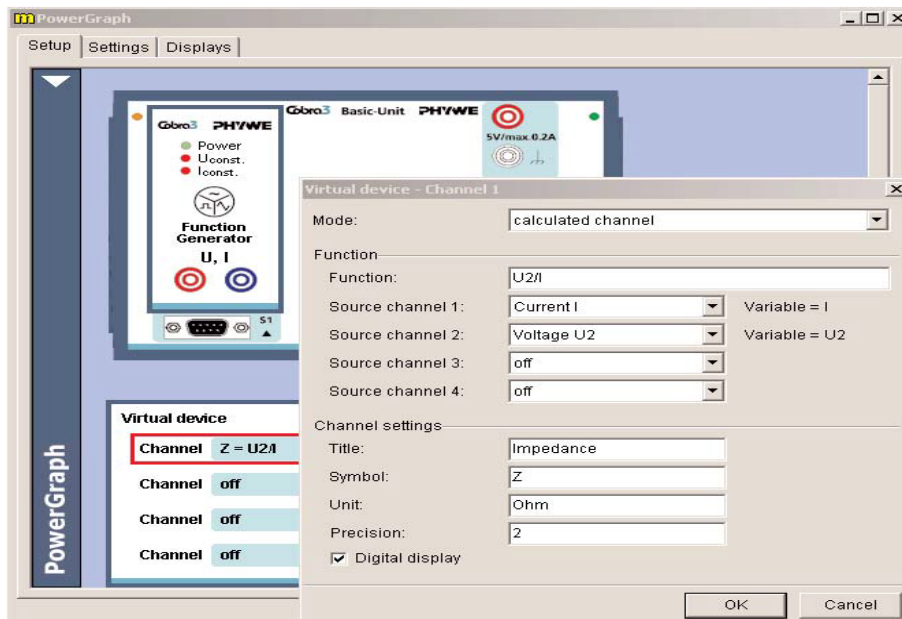


Fig. 42: "Settings" del catálogo PowerGraph.

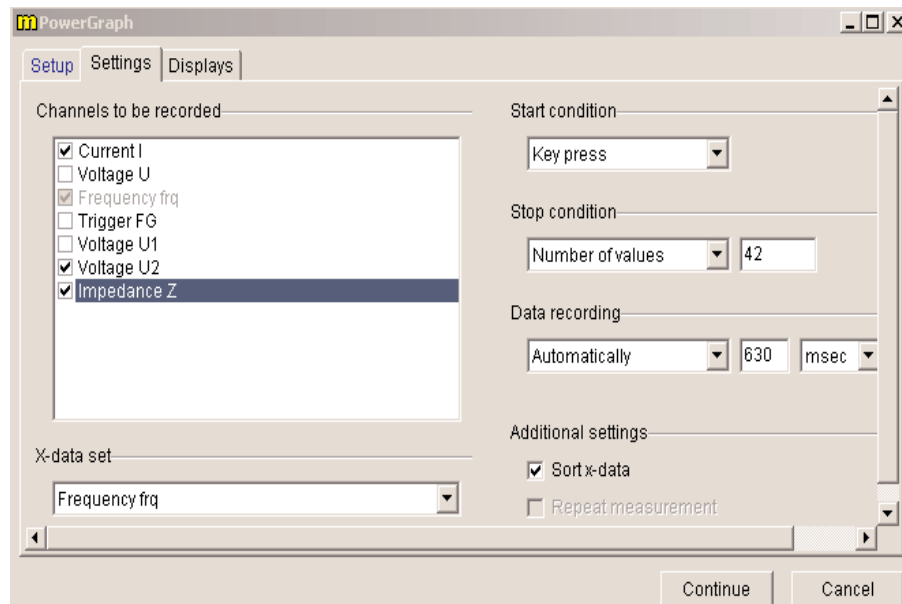
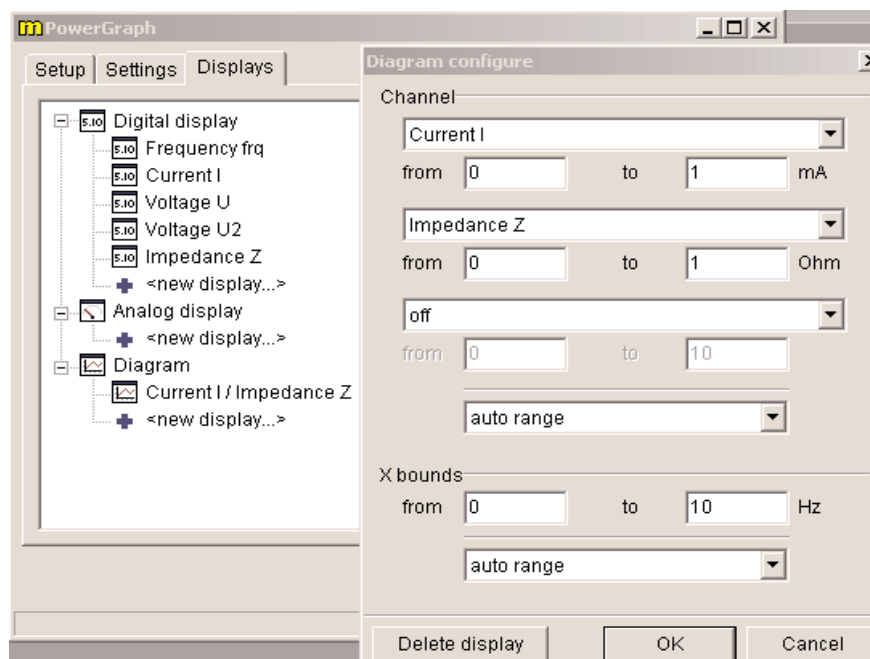


Fig. 43: "Displays" catálogo de Power Graph.



- Curvas de Registros de $R_D = 0 \Omega$, 220Ω , 470Ω con el condensador de $2.2 \mu\text{F}$.
- Curvas de Registros de $R_D = 0 \Omega$ con el condensador $1 \mu\text{F}$ y el condensador de $4.7 \mu\text{F}$.
- Usar "Measurement">"Assumechannel..." y "Measurement">"Channel manager" para mostrar las tres curvas de impedancia con los valores de la resistencia de amortiguación $R_D = 0 \Omega$, 220Ω , 470Ω para el condensador de $2,2 \mu\text{F}$ en un solo gráfico. La escala de las curvas de impedancia al mismo valor, ya sea con "Scale curves" con la opción "set to values" o el uso de "Measurement">"Displayoptions..." llenando los valores adecuados en el campo "Displayedarea" en los "Channels" gráfico. El resultado puede verse como la figura. 44.
- De una manera similar producir un gráfico de la impedancia sobre la frecuencia para el circuito resonante serie sin resistencia de amortiguación adicional y los tres valores de capacitancia $C = 1 \mu\text{F}$, $2.2 \mu\text{F}$, $4.7 \mu\text{F}$. Fig. 45 muestra un posible resultado.

Fig. 44: Impedancia en función de la frecuencia para diferentes resistencias de amortiguación en un circuito en serie resonante.

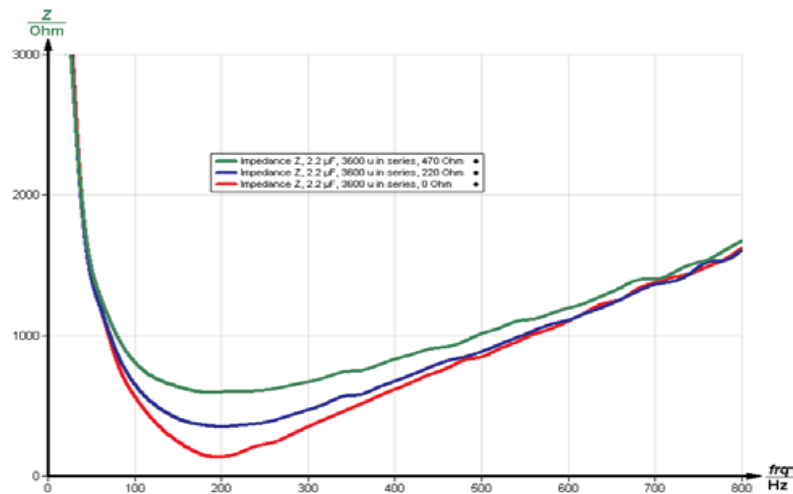
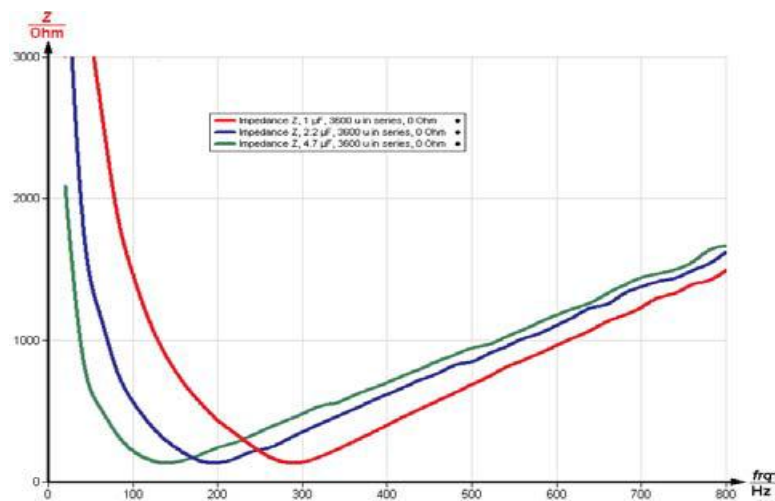


Fig. 45: Impedancia en dependencia de frecuencia para diferentes condensadores en un circuito en serie resonante.



- Establecer un circuito resonante en paralelo como en la Fig. 38b.
- Curvas de registro con el condensador de 2.2 uF y diferentes resistencias de amortiguación $R_D = \infty \Omega$, 470 Ω , 220 Ω .
- Curvas de registro con la resistencia de amortiguación $R_D = \infty \Omega$ (es decir, sin resistencia) y $C = 1 \mu\text{F}$, 4.7 μF .

- Gráfica la impedancia en función de la frecuencia para $C = 2,2 \mu\text{F}$ y $R_D = \infty \Omega$, 470Ω , 220Ω (Fig. 46).
- Grafica la impedancia en función de la frecuencia para $C = 1 \mu\text{F}$, $2.2 \mu\text{F}$, $.47 \mu\text{F}$ y $R_D = \infty \Omega$ (Fig. 47).
- Establecer un circuito resonante serie como se ve en la Fig. 2a con $R_D = 0 \Omega$ y $C = 2.2 \mu\text{F}$.
- Seleccione "Gauge"> "Cobra3 Universal Writer" y seleccionar los parámetros como se ve en la Fig. 48.
- Curvas de corriente y tensión de Registros en dependencia de tiempo para diferentes frecuencias entre 80 Hz y 360 Hz. Para frecuencias de más de 200 Hz es necesario cambiar el rango de frecuencias en "Configure FG module" a "High frequencies".

Fig. 46: Impedancia en dependencia de frecuencia para diferentes resistencias de amortiguación en un circuito resonante en paralelo.

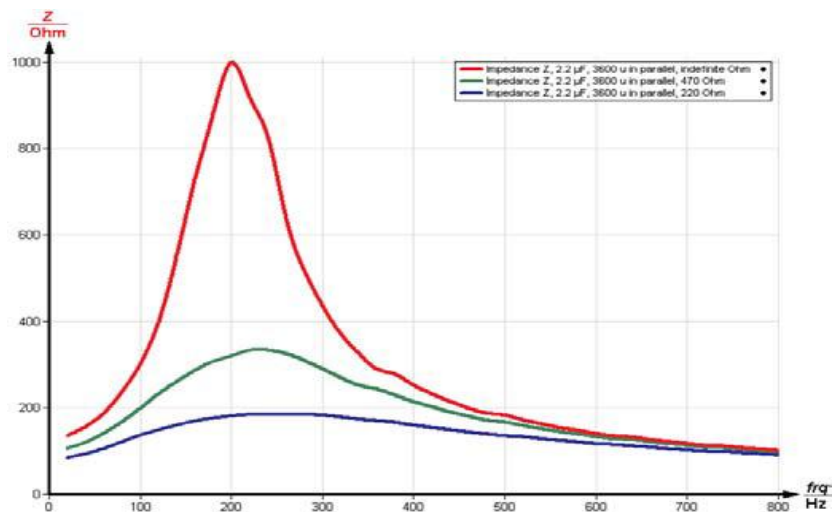
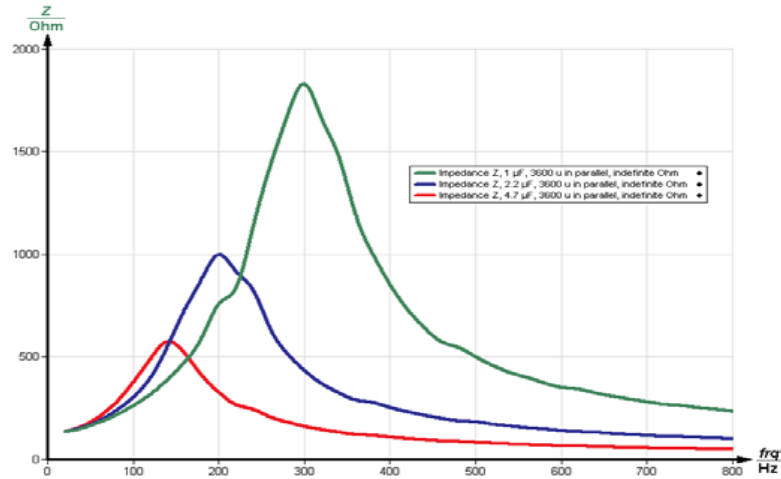


Fig. 47: Impedancia en dependencia de frecuencia para diferentes condensadores en un circuito resonante en paralelo.



- Nota cuál de las curvas, corriente o voltaje, se adelantó a la otra.
- Use "Analysis" > "Smooth..." con las opciones "left axis" y "add new" en ambas curvas de corriente y tensión. La curva que se ha hecho clic antes se procesará.
- Usar "Measurement" > "Channel manager..." para seleccionar el "Current FG" valores como eje X y el "Analog in 2" valores -Voltaje como eje y (Fig. 49). La figura de Lissajous a producir ahora hay función sino una relación así que seleccione en la ventana "Convert relation to function" la opción "Keep measurement in relation mode".
- Utilice la función "Survey" para determinar la extensión máxima de la figura de Lissajous en x-dirección ΔI_{\max} (Fig. 50) y la extensión de la figura de y = 0 línea ΔI_0 (Fig. 51).
- La relación $\Delta I_0 / \Delta I_{\max}$ es igual al seno del ángulo de desplazamiento de fase $\sin(\varphi)$ entre corriente y tensión.
- Calcula φ y $\tan(\varphi)$ para las frecuencias utilizadas y colócalas sobre la frecuencia de uso de "Measurement" > "Enter data manually..." (Fig. 52).

- Usted puede utilizar "Measurement" > "Functiongenerator..." para comparar los valores teóricos calculados con los valores medidos. Fig.53 muestra la ecuación para la bobina con $L = 0,3 \text{ mH}$ y dc resistencia $R_L = 150 \Omega$ en serie con un condensador de $2,2 \mu\text{F}$ sin resistencia de amortiguación adicional.

Fig. 48: Configuración Universal Writer.

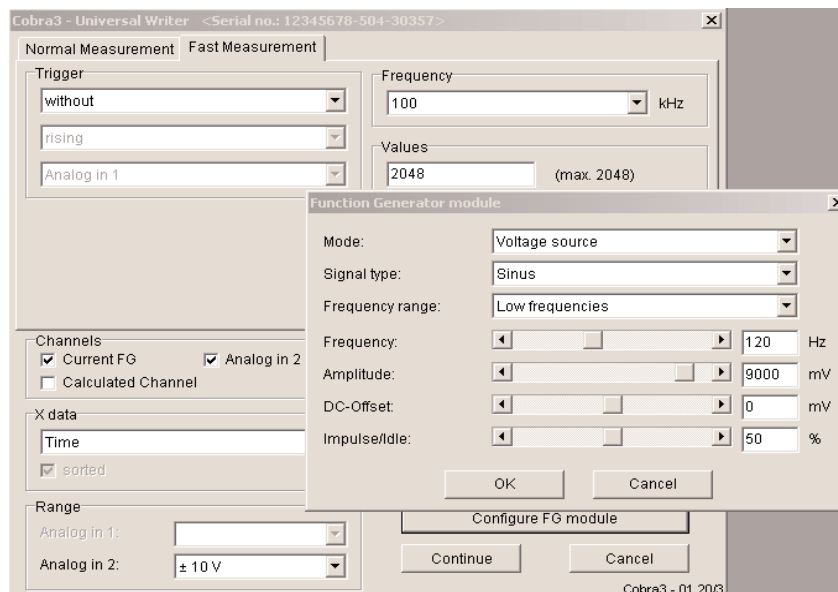
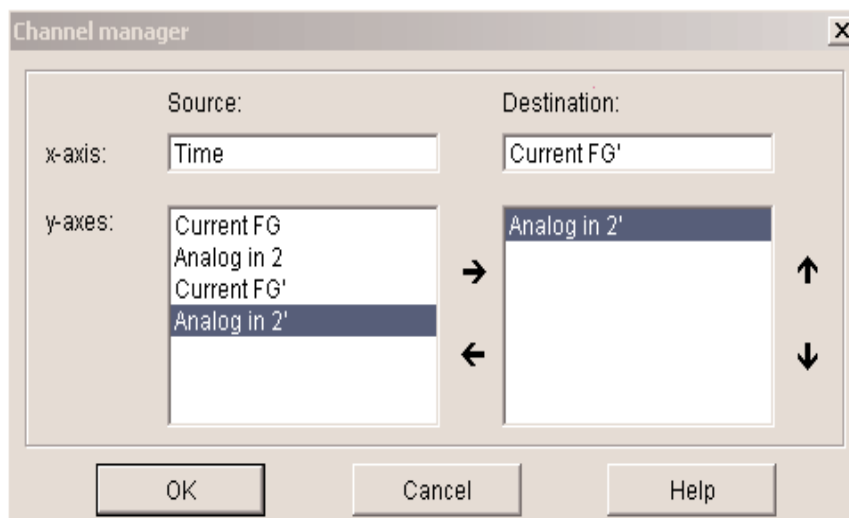


Fig. 49: Channel manager.



Teoría y evaluación

- Circuito resonante en serie

Una bobina con inductancia L y la resistencia óhmica R_L , una capacitancia C y una resistencia óhmica R_D están conectados en serie a una fuente de tensión alterna

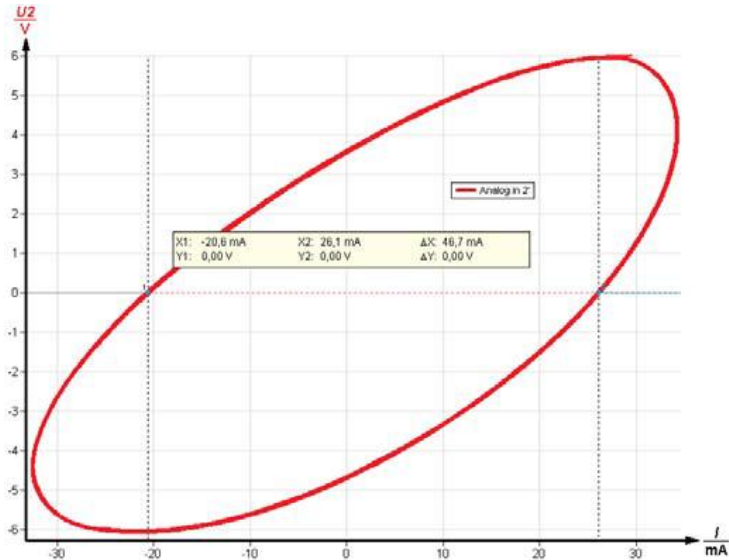
$$U(t) = \hat{U} \cdot e^{-i\omega t}$$

con la frecuencia angular $\omega = 2\pi f$. Las resistencias óhmicas se suman a una resistencia óhmica total $R = R_L + R_D$. Inductancia L y la resistencia óhmica R_L de la bobina están en serie porque toda la corriente que pasa a través de la bobina se ve afectada por la resistencia óhmica de la bobina de alambre larga. Aunque la regla de Lenz $U_L = -L \cdot dI / dt$, aquí la polaridad de la tensión en la bobina tiene que ser incluido como positivo, porque si un voltaje está conectado en una bobina ideal, el voltaje inducido en la bobina es tal, que el polo positivo de la bobina es allí, donde se conecta al polo positivo de la fuente de tensión.

Fig. 50: Determinación ΔI_{\max} en la figura de Lissajous que muestra el desplazamiento de fase entre la corriente y del voltaje.



Fig. 51: Determinación de ΔI_0 en la figura de Lissajous se presenta el desplazamiento de fase entre corriente y tensión.



Entonces la ley de voltaje de Kirchhoff se convierte en

$$U(t) = I(t) \cdot R + L\dot{I}(t) + \frac{1}{C}Q(t) \quad (1)$$

con la corriente $I(t)$ y la carga en el condensador $Q(t)$. de

$$I(t) = \dot{Q}(t)$$

diferenciando (1) los productos

$$\dot{U} = \frac{1}{C}I + R\dot{I} + L\ddot{I} \quad (2)$$

Con $\dot{U} = i\omega\hat{U} \cdot e^{-i\omega t}$ y el planteamiento

$$I = e^{-i\varphi}\hat{I}e^{i\omega t}, \dot{I} = i\omega e^{-i\varphi}\hat{I}e^{i\omega t}, \ddot{I} = -\omega^2 e^{-i\varphi}\hat{I}e^{i\omega t}$$

y la ecuación de impedancia $Z = \frac{\hat{U}}{\hat{I}}$ (2) se convierte

$$i\omega Z = e^{-i\varphi} \left(\frac{1}{C} + i\omega R - \omega^2 L \right) \quad (3)$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

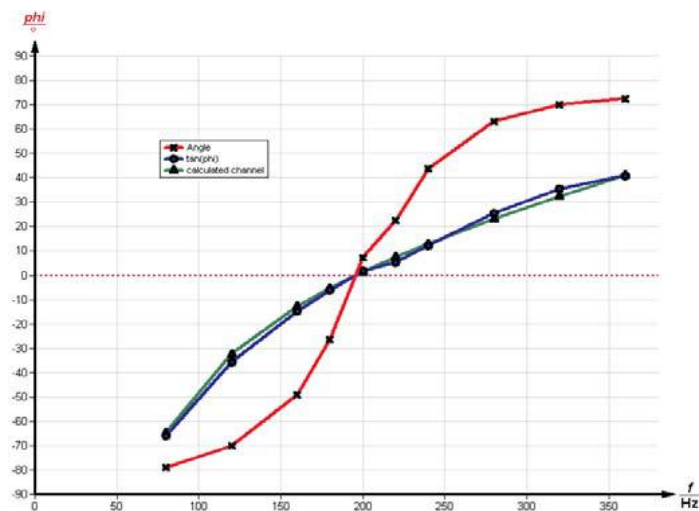
Así que la impedancia del circuito se hace infinita para las bajas frecuencias - los bloques de condensadores todos de corriente dc. Para frecuencias bajas el condensador domina el comportamiento del circuito.

La impedancia tiene un mínimo de

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \text{ así } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

donde sólo viene la resistencia óhmica pura para efectuar. Por altas frecuencias la impedancia de la bobina de alta prevalece. El circuito en serie resonante es un filtro de paso de banda que tiene una baja impedancia solamente para las frecuencias alrededor de la frecuencia de resonancia ω_0 .

Fig. 52: Ángulo de desplazamiento de fase y tangente del ángulo de desfase entre la corriente y el voltaje en un circuito en serie resonante.



Usando $e^{-i\varphi} = \cos \varphi - i \sin \varphi$ y la división (3) en los productos parte real e imaginaria para la parte imaginaria (desde Z es real):

$$i \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \cos \varphi - iR \sin \varphi = 0$$

$$\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (4)$$

Este término es negativo para las frecuencias bajas - es decir, el exponente de la función de corriente $e^{i(\omega t - \varphi)}$ tiene un valor más alto que el de la función de tensión $e^{i\omega t}$. Esto significa que la corriente está por delante de la tensión para las bajas frecuencias y detrás de la tensión para altas frecuencias.

Para el circuito resonante serie Q_s de factor la calidad se define como

$$Q_s = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

El factor de calidad determina el ancho de banda del circuito de $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ con

$$Q_s = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{f_0}{\Delta f} \quad \text{y} \quad Z(\omega_{1,2}) = \sqrt{2 \cdot R}$$

y. La frecuencia de resonancia es el valor medio geométrico de las frecuencias ω_2 Y ω_1 :

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2} = 1/\sqrt{LC}$$

En los datos de medición de la Fig. 44 y Fig. 45 el factor de calidad se puede determinar con la función "Survey" de "measure". El valor de resistencia medido incluye la resistencia óhmica de la bobina y se trata de esa cantidad mayor que la RD nominal. Un multímetro digital mide corriente continua de la bobina resistencia a 132 Ω .

- Circuito resonante paralelo

El cálculo correcto para el circuito de la figura. 38b es más complicado ya que existe una resistencia óhmica relevante tanto en paralelo y en serie con la inductancia. El

cálculo se deja fuera aquí, pero se puede llevar a cabo de la misma manera que antes utilizando ahora regla corriente y la tensión de Kirchhoff.

La frecuencia de resonancia es de baja R_L otra vez

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Aquí la impedancia es máxima para la frecuencia de resonancia. Debajo de ella la bobina actúa como un atajo y en la frecuencia cero la curva de impedancia se inicia en la resistencia de la bobina en corriente continua, si no hay resistencia de amortiguación se conectaría ($R_D = \infty \Omega$). Para frecuencias altas el condensador actúa como un atajo y la impedancia tiende a cero para $f \rightarrow \infty$.

Para baja R_L : El factor de calidad Q_P para el circuito resonante en paralelo se define como

$$Q_P = R_D \sqrt{\frac{C}{L}}$$

de nuevo con $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ y $Q_P = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{f_0}{\Delta f}$ aunque aquí

$$Z(\omega_{1,2}) = \frac{1}{\sqrt{2}} Z(\omega_0), \omega_0 = \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2} = 1/\sqrt{LC}$$

Nota

La resistencia de 100Ω está en el circuito para minimizar las posibles interferencias entre el circuito resonante en paralelo y la salida del módulo generador de funciones.

Fig. 53: Cuadro del generador de funciones "Equation".

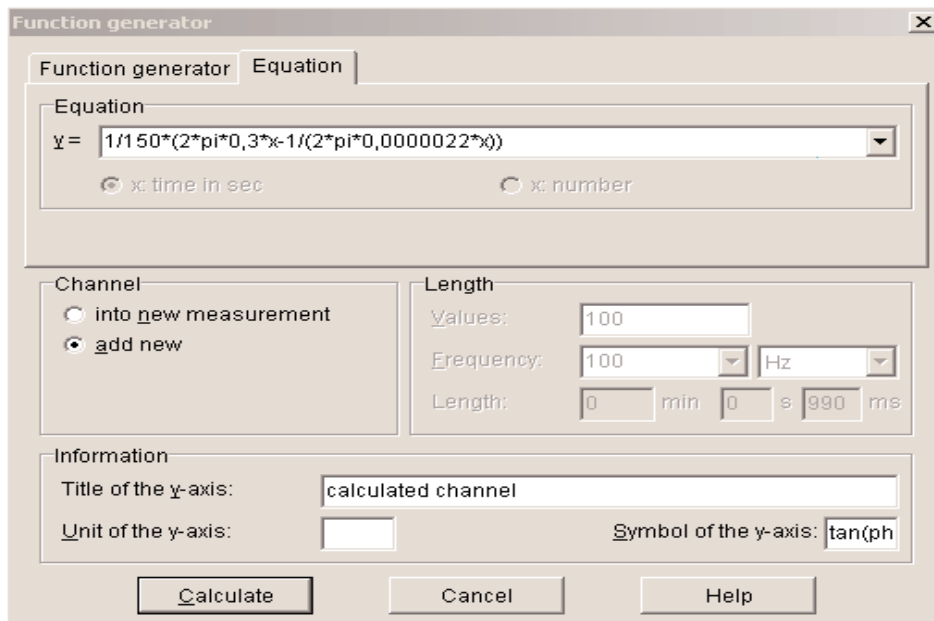


Tabla 1: Series circuito resonante con bobina nominal de 0,3 mH y $R_L = 150 \Omega$

c / μF (nom.)	R_D / Ω (nom.)	R / Ω (meas.)	Δf /Hz(meas.)	f_0 /Hz(meas.)	f_0 /Hz(theor.)	Q (meas.)
1	0	133	67	290	291	4.3
2.2	0	134	68	195	196	2.9
4.7	0	133	70	140	134	2.0
2.2	220	351	186	200	196	1.1
2.2	470	598	315	206	196	0.7

3. BENEFICIARIOS.

3.1.DIRECTOS.

- Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí que en total son un promedio de (209) por semestre en la UTM.
- Docentes de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la UTM que son en total (140), que de los cuales (31) son de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de 3er y 4to nivel.

3.2. INDIRECTOS.

- Estudiantes de las otras universidades con afines a la carrera de Ingeniería Eléctrica.
- Las autoridades de la Universidad Técnica de Manabí.
- Los docentes de la Universidad Técnica de Manabí que obtienen otros beneficios indirectamente a través de las prácticas continuas del resto de estudiantes y empleados.
- La comunidad universitaria en general.
- La provincia de Manabí como zona influenciada para el desarrollo obteniendo profesionales competentes

4. METODOLOGÍA.

El proyecto se fundamentó en la metodología del “Enfoque Lógico” y “Aprender Haciendo” implica que se aprenda a utilizar el software, en el “Enfoque Lógico” cuyas herramientas principales son:

- La Matriz de Involucrados
- El Árbol de Problemas
- El Árbol de Objetivos
- El Árbol de Alternativas
- Matriz del Marco Lógico

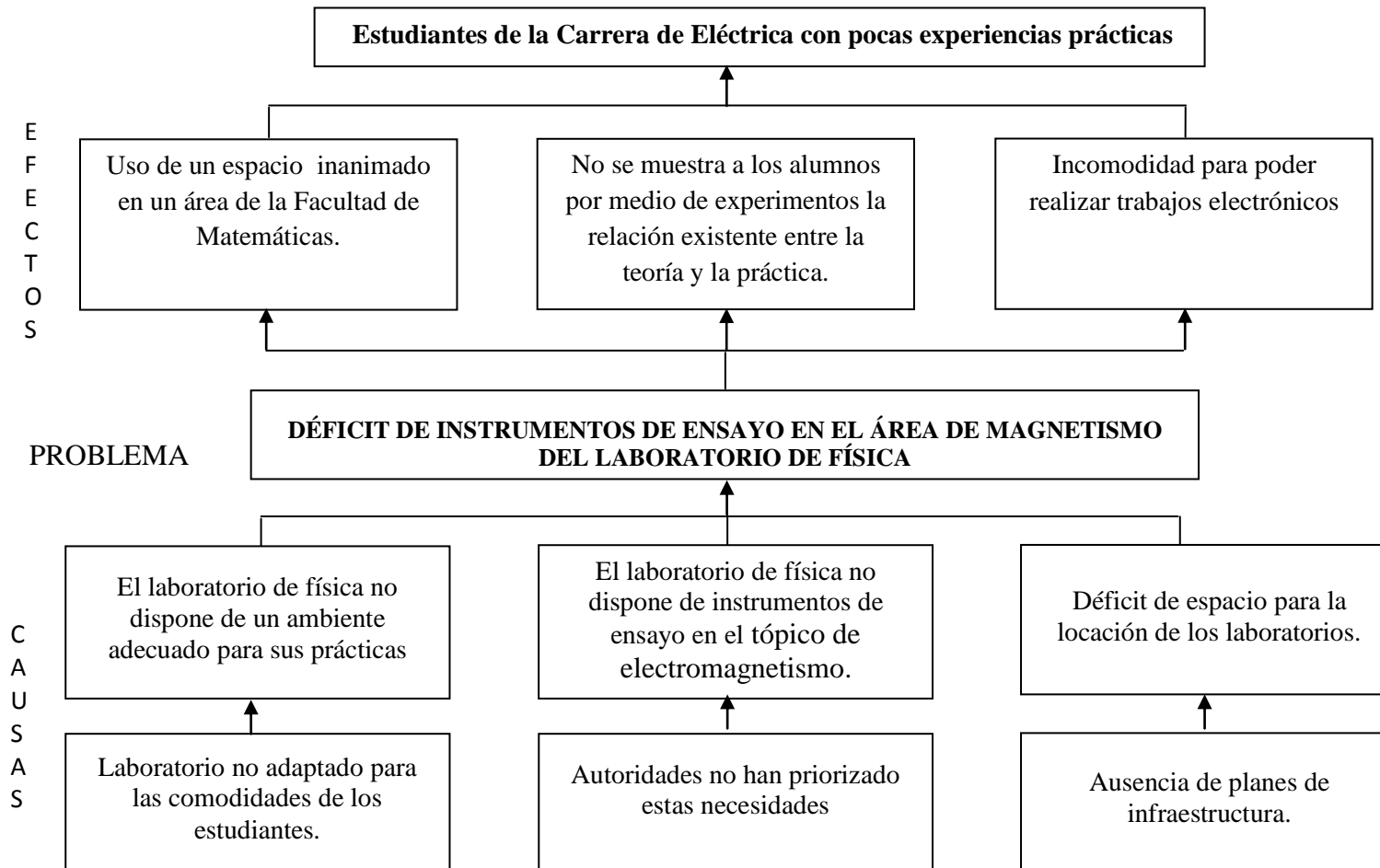
4.1. MATRIZ DE INVOLUCRADOS.

GRUPOS / INSTITUCIONES	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS	Disponer de un Laboratorio de Física en el tópico de electromagnetismo para la formación científica y mejoramiento del desempeño profesional de los estudiantes.	Falta de implementación del Área de Electromagnetismo del Laboratorio de Física.	Recursos: Humanos Mandatos: Formar profesionales con conocimientos técnicos y científicos, con capacidades cognoscitivas y adecuadas tecnologías; ético, humanista, responsable, investigador, planificador y emprendedor de proyectos, con suficientes habilidades y destrezas para ejercer la Ingeniería Eléctrica.
DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	Proporcionar experiencias de aprendizaje práctico en	Docentes con pocos conocimientos sobre	Recursos: Humanos Mandatos: Cumplir con la

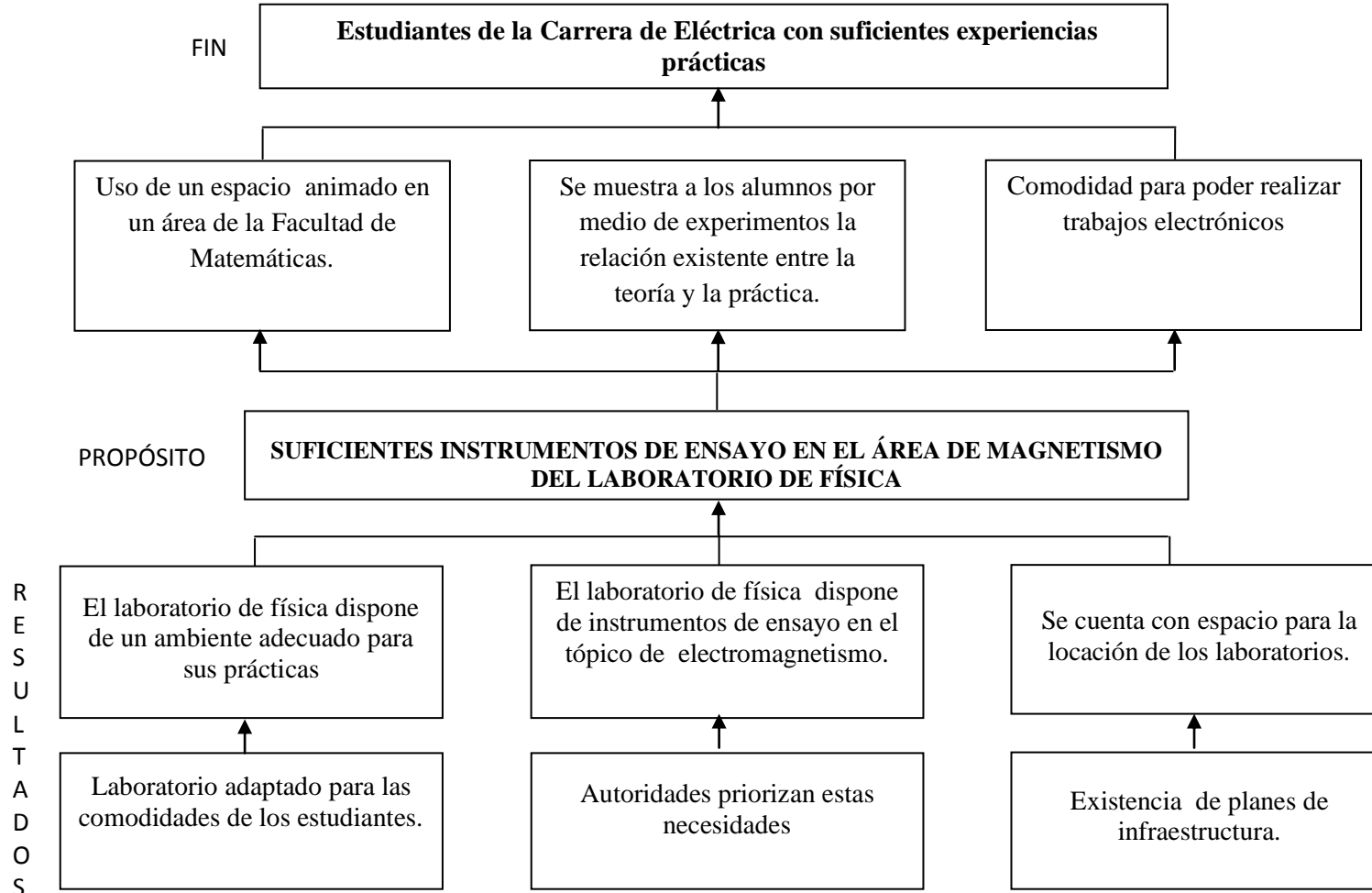
	materia del t3pico de electromagnetismo para la formaci3n cient3fica y mejoramiento del desempe1o profesional de los estudiantes.	electromagnetismo en el Laboratorio de F3sica.	mis3n de la FCMFQ, responder a la demanda social de profesionales de excelencia, en los niveles de pregrado y posgrado, orientando a la juventud que proviene de los diversos sectores sociales
ALUMNOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	Adquirir destrezas en el t3pico de electromagnetismo electr3nicos del Laboratorio de F3sica	D3ficit de pr3cticas del t3pico de electromagnetismo electr3nico del Laboratorio de F3sica	Recursos: Humanos Mandatos: Aprovechar con eficiencia la ense1anza que recibe de la Universidad y ponerlas al servicio de la comunidad durante su vida estudiantil y luego en el ejercicio de la profesi3n de acuerdo con el Estatuto Org3nico de la Universidad y las Leyes de la Rep3blica del Ecuador.

AUTORES DEL PROYECTO	Implementar un Laboratorio de Física.	Poca capacidad para realizar prácticas en el Laboratorio de Física en el tópico de electromagnetismo	Recursos: Humanos Mandatos: Participar en proyectos de intervención comunitaria que permitan vincularse con la comunidad
----------------------	---------------------------------------	--	---

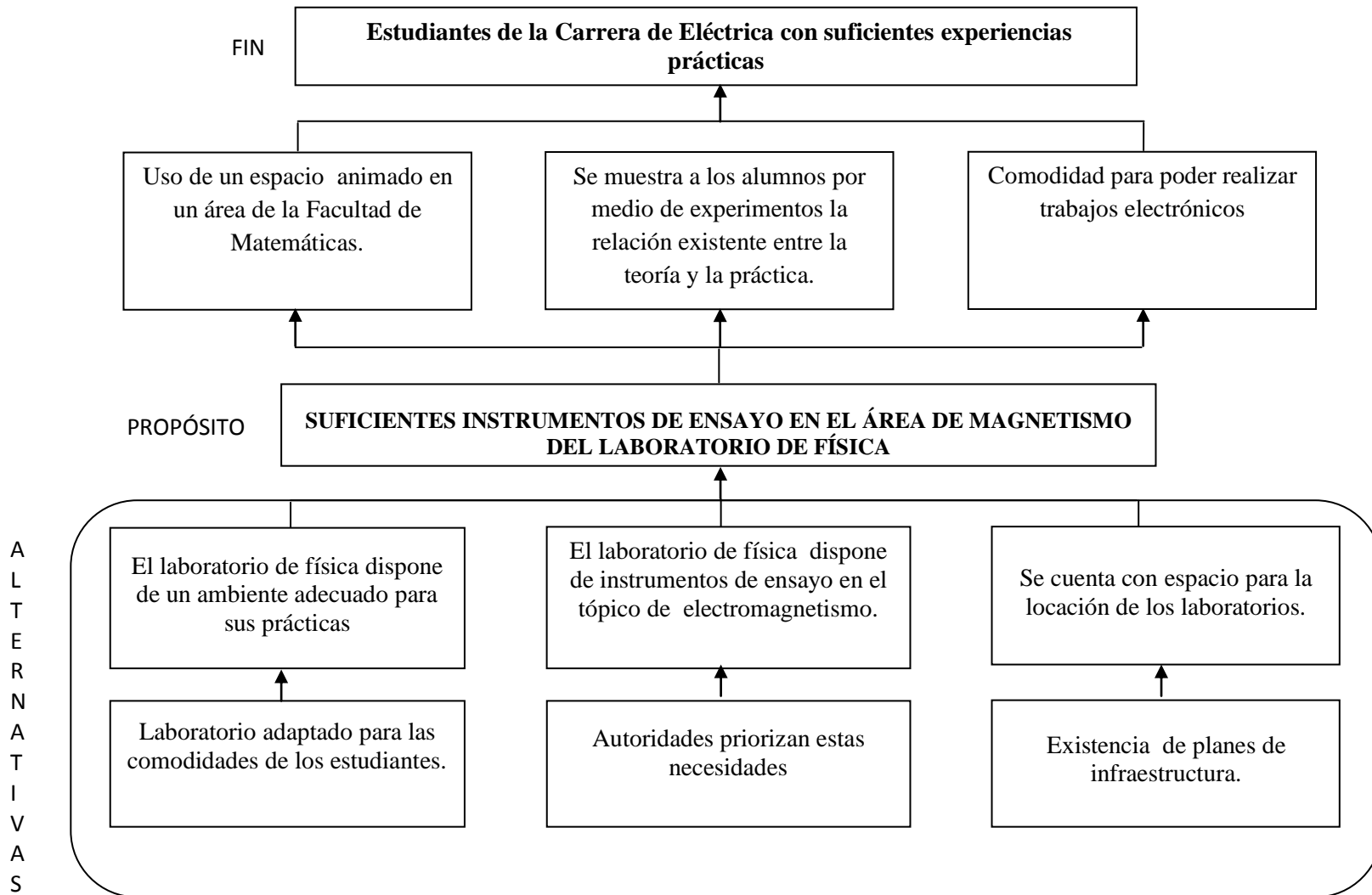
4.2.ÁRBOL DE PROBLEMAS.



4.3.ÁRBOL DE OBJETIVOS.



4.4.ÁRBOL DE ALTERNATIVAS



4.5. MARCO LÓGICO

OBJETIVOS	INDICADORES	FUENTE DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<p>FIN:</p> <p>Mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante la implementación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física</p>	<p>En Junio del 2015 el 100% de los estudiantes podrán disponer de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física</p>	<p>Observación Sondeo de Opinión encuesta</p>	<p>Se brinda mejores servicios a los estudiantes</p>
<p>PROPÓSITO:</p> <p>Entregar un instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física</p>	<p>A Julio del 2015 se dispone de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física</p>	<p>Observación Sondeo de Opinión Encuesta</p>	<p>Adecuada utilización de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física</p>

<p>RESULTADO:</p> <p>No. 1</p> <p>Contar con instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física</p>	<p>En Julio del 2015 el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas contará con instrumentos y equipos en un 100%</p>	<p>Dispone de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física</p>	<p>Apropiado uso del Laboratorio de Física</p>
---	---	--	--

ACTIVIDADES	RESPONSABLES	CRONOGRAMA	RECURSOS
<p>RESULTADO.</p> <p>Contar con instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.</p>			
<p>1. Envío de comunicación a autoridades para solicitar autorización para realizar el proyecto.</p>	<p>Autores del proyecto</p>	<p>Noviembre 7 -2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Hojas • Papel • Esferos
<p>2. Aprobación del proyecto por parte de las autoridades</p>		<p>Noviembre 12- 2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> •
<p>3. Entrevista con autoridades</p>	<p>Autores del proyecto Decano de la Facultad Vice Decano de la Escuela de Ingeniería Eléctrica</p>	<p>Noviembre 22 - 2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Hojas • Papel • Esferos
<p>4. Diagnóstico situacional</p>	<p>Autores del proyecto</p>	<p>Diciembre 3 – 2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Hojas • Papel • Esferos
<p>5. Adquisición del módulo</p>	<p>Autores del proyecto</p>	<p>Febrero 27 del 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Financieros

<p>6. Implementar instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.</p>	<p>Autores del proyecto</p>	<p>Junio del 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Económicos
<p>7. Entrega del instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas</p>	<p>Autores del proyecto</p>	<p>18 de febrero 2015 (entrega)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Oficios • Cámara fotográfica.

5. RECURSOS.

5.1. HUMANOS.

- Egresados de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
- Director de tesis
- Docentes de la Facultad
- Autoridades de la Facultad

5.2. MATERIALES.

- Equipos de multimedia.
- Cámara fotográfica.
- Material de oficina.
- Computadora portátil.

5.3. RECURSOS TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS.

- Computadoras.
- Cámaras Fotográficas.
- Pen Drive.

5.4. INSTITUCIONALES

- Instituto de Ciencias Básicas.

5.5. MATRIZ DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

ACTIVIDADES	INSUMOS		FECHAS DE EJECUCIÓN		FUENTES DE VERIFICACIÓN	RESULTADOS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO			
			PREVISTA	LIMITES		25%	50%	75%	100%
	MATERIALES	HUMANOS				R	B	MB	E
	Envío de comunicación a autoridades para solicitar autorización para realizar el proyecto.	Papel bond	Grupo ejecutor	X		X	Oficio	X	
Entrevista con autoridades	Oficio	Dirección. Grupo ejecutor.	X	X	Fotos		X		
Diagnóstico situacional	Papel bond Afiches	Grupo ejecutor	X	X	Fotos		X		
Adquisición de los instrumentos y equipos de ensayo	Facturas	Grupo ejecutor	X	X	Facturas		X		
Implementar instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo	Equipo	Grupo ejecutor	X	X	Fotos			X	
Entrega de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica	Oficio Cámara Fotográfica	Grupo ejecutor	X	X	Documento Fotos				X

6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

RESULTADO 1:

DOTACIÓN DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE ENSAYO EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO DEL NUEVO LABORATORIO DE FÍSICA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ PARA LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.

6.1. Envío de comunicación a autoridades para solicitar autorización para realizar el proyecto.

Para el cumplimiento de esta actividad se envió comunicación a autoridades para solicitar autorización para realizar el proyecto en Noviembre 7 del 2014.

6.2. Aprobación del proyecto por parte de las autoridades.

El 12 de Noviembre del 2014 se recibió con beneplácito la aprobación del proyecto por parte de las autoridades de la Universidad.

6.3. Entrevista con las autoridades

El 22 de Noviembre del 2014, se llevaron a cabo reuniones con las autoridades, en la cual participaron los involucrados: Autores del proyecto, Decano de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y Director de Carrera de Ingeniería Eléctrica para aprobar el proyecto.

6.4. Diagnóstico situacional.

Esta actividad se realizó el 3 de Diciembre del 2014 una vez obtenido el permiso de las autoridades de ingresar al Laboratorio de Física de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad se obtuvo toda la información respecto a la situación en que se encontraba el mismo, se realizó un listado de necesidades lo que permitió organizarnos de mejor manera para pedir cotizaciones de instrumentos y equipos de ensayo para este Laboratorio.

6.5. Adquisición del módulo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas.

Esta actividad se cumplió el Junio del 2015, en la cual se analizaron las diferentes proformas recabadas y se tomó la decisión de compra a la mejor propuesta. De esta manera, se realizó la compra, cuyo financiamiento estuvo a cargo de los autores del proyecto.

6.6. Implementar el Área de Electromagnetismo con instrumentos y equipos de ensayo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas.

En el mes de Julio del 2015, se implementó instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas.

6.7. Entrega de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas a autoridades

En el mes de Julio del 2015 mediante acto especial se realizó la entrega de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas.

Para ello, se contó con la participación del Director de la Tesis, los miembros del Tribunal de Revisión de Tesis y Vice-Decano.

CUADRO N° 1

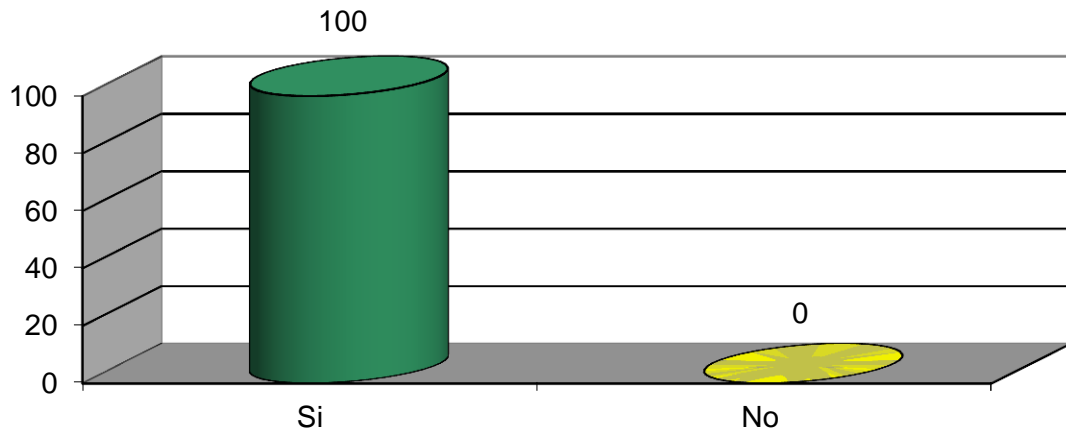
1.- ¿Consideras que era necesario e indispensable la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica?.

CONTENIDOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	80	100
No	0	0
TOTAL	80	100

FUENTE: ESTUDIANTES DEL SEXTO AL DECIMO SEMESTRE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ELABORACIÓN: AUTORES

GRAFICO No. 1



ANÁLISIS DEL CUADRO Y GRÁFICO N. 1

¿Consideras que era necesario e indispensable la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica?

Al cuestionar a los estudiantes, en cuanto a su opinión acerca de la necesidad de realizar la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas?, los 80 estudiantes que representan el 100% de los encuestados, respondieron que SI.

Los resultados demuestran que los estudiantes se sienten bien en este nuevo laboratorio de Física, que la implementación de equipos de ensayo que se ha realizado facilita el desarrollo tanto de las clases como de las prácticas.

El aspecto físico e implementación de un espacio destinado para que los estudiantes universitarios reciban y realicen prácticas de Laboratorio de Física, resulta uno de los elementos que generalmente motiva a los estudiantes para desarrollar sus prácticas con mayor facilidad, por lo tanto se pueden obtener mejores resultados en cuanto al desarrollo de competencias específicas para su formación como ingenieros eléctricos.

CUADRO N° 1

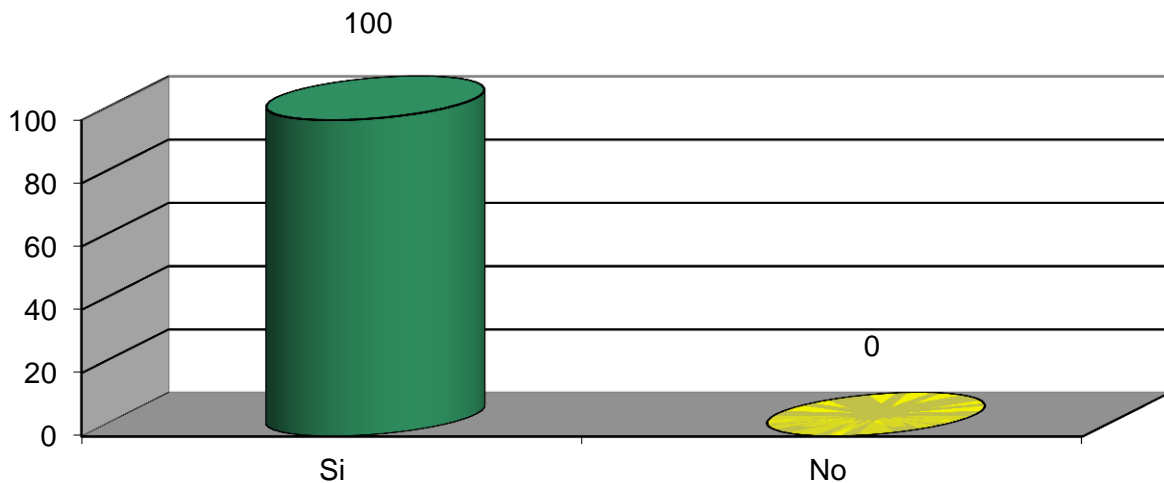
2.- ¿Considera usted que la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas permitirá desarrollar mejor las prácticas?

CONTENIDOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	80	100
No	0	0
TOTAL	80	100

FUENTE: ESTUDIANTES DEL SEXTO AL DECIMO SEMESTRE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ELABORACIÓN: AUTORES

GRAFICO No. 2



ANÁLISIS DEL CUADRO Y GRÁFICO N. 2

¿Considera usted que la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas permitirá desarrollar mejor las prácticas?

A esta pregunta las respuestas que dieron los estudiantes fueron: 80 que corresponden al 100%, respondieron que “sí”.

Las respuestas que dieron los estudiantes demuestran que en su totalidad los estudiantes consideran que actualmente el laboratorio de Física si cuenta con la implementación acorde al desarrollo de sus prácticas, las mismas que fortalecen y optimizan su formación académica y profesional.

Las prácticas que realizan los estudiantes en el Laboratorio de Física requieren necesariamente de la ejecución actividades de comprobación, y experimentación por lo tanto el lugar donde desarrollen estas prácticas debe contar con todos los equipos necesarios para obtener veracidad en los resultados de las mismas.

CUADRO N° 3

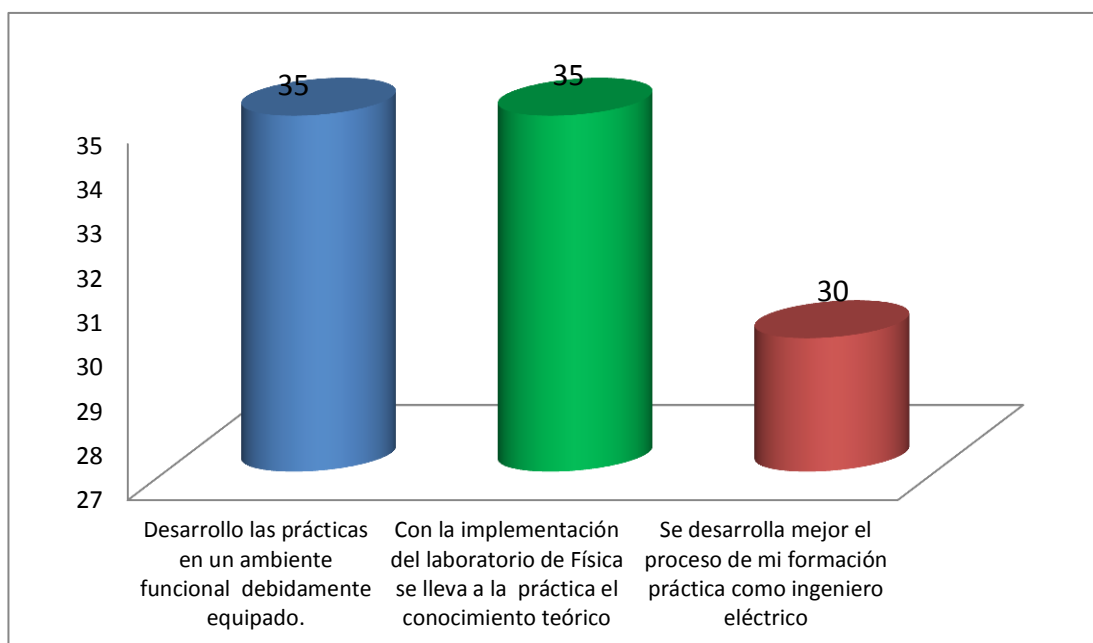
3.- ¿De qué manera cree usted que se ha beneficiado la Carrera de Ingeniería Eléctrica con la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas?

CONTENIDOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Desarrollo las prácticas en un ambiente funcional debidamente equipado.	28	35
Con la implementación del laboratorio de Física se lleva a la práctica el conocimiento teórico	28	35
Se desarrolla mejor el proceso de mi formación práctica como ingeniero eléctrico	24	30
TOTAL	80	100

FUENTE: ESTUDIANTES DEL SEXTO AL DECIMO SEMESTRE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ELABORACIÓN: AUTORES

GRAFICO No. 3



ANÁLISIS DEL CUADRO Y GRÁFICO N. 3

3.- ¿De qué manera cree usted que se ha beneficiado la Carrera de Ingeniería Eléctrica con la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas?

En cuanto a los beneficios que los estudiantes consideran que han tenido con la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física, los resultados fueron:

28 estudiantes que corresponden al 35% opinan que “Desarrollo las prácticas en un ambiente funcional debidamente equipado”, igual número y porcentaje de estudiantes opinaron que “con la implementación del laboratorio de Física se lleva a la práctica el conocimiento teórico“ y 24 estudiantes que representan el 30% indicaron que “se desarrolla mejor el proceso de mi formación práctica como ingeniero eléctrico”.

Los resultados reflejan que los estudiantes están conscientes de los muchos beneficios que han tenido con la dotación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física de la Escuela de Ingeniería Eléctrica

Un laboratorio de Física para que los estudiantes universitarios desarrollen sus prácticas de laboratorio tiene muchos beneficios o ventajas, pues además de ser un elemento potencializador propicia el desarrollo de competencias en su formación profesional.

EVALUACIÓN DE INDICADORES

“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”

INDICADORES	NIVEL DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<p>INDICADOR DEL FIN</p> <p>* Mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante la implementación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas”</p>	100%	<p>*Laboratorio de Física</p> <p>*Fotos</p>
<p>INDICADOR DEL PROPÓSITO</p> <p>* Implementación de instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas.</p>	100%	<p>*Entrega de la obra</p> <p>*Facturas</p> <p>*Proformas</p>
<p>INDICADOR DE RESULTADOS</p> <p>No. 1</p> <p>Se cuenta con instrumentos y equipos de ensayo para el Área de Electromagnetismo del nuevo Laboratorio de Física del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí</p>	100%	<p>*Fotografías</p>

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.2.CONCLUSIONES

- Se implementó de instrumentos y equipos de ensayo al laboratorio de Física relacionado con el tópico del electromagnetismo para la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí.
- Se logró desarrollar las actividades metodológicas y procedimentales para la implementación del Laboratorio de Física, contando con la aprobación de todos los directivos y con el financiamiento respectivo.
- Se diseñó un Manual de Protocolo de los instrumentos y equipos de ensayo implementados para que los docentes y estudiantes puedan aplicar los lineamientos de su funcionamiento.
- Se demostró mediante la práctica el funcionamiento de equipos de ensayo en el laboratorio de Física relacionado con el tópico del electromagnetismo con el objetivo de profundizar acerca de los equipos implementados.
- La implementación del laboratorio fortaleció y enriqueció la innovación tecnológica en la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.

7.2. RECOMENDACIONES

- 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.
- Impulsar el intercambio de experiencias con otras instituciones educativas con la finalidad de demostrar las bondades del equipamiento.
- Revisar anualmente las instalaciones y los espacios donde están ubicados los equipos para ofrecer un óptimo servicio.

8. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

8.2. SUSTENTABILIDAD

- El proyecto se puede utilizar de manera fácil y práctica por docentes, estudiantes, sin ayuda externa y sin agotar los recursos necesarios de la universidad para su funcionamiento.
- No demanda del uso de energía contaminante y el proyecto contribuye con la energía limpia.
- No genera contaminación de aire, evidencia la ausencia de alteración del entorno donde se desarrolla el proyecto. Favorece a la conservación del entorno y el ambiente por no generar desechos sólidos ni inorgánicos.
- El proyecto no genera ruidos por lo que no requiere de protección para las personas que lo manipulen.

8.3. SOSTENIBILIDAD

- El proyecto utiliza equipos de ensayo respecto al electromagnetismo de última generación y por ende servirá para los estudiantes y docentes de las futuras generaciones de la carrera de ingeniería eléctrica.
- Existencia de personal docente capacitado para continuar la operación del proyecto.
- La actualización tecnológica está garantizada por qué se puede acceder a las actualizaciones de los sistema y sin ningún costo o valor económico por medio de internet.
- Con un entrenamiento previo y el uso del manual un usuario perfectamente continúa sin la necesidad de tutoría.
- El manual descrito en el presente trabajo está estructurado de manera didáctica, y facilita la manipulación de los equipos y programas dando continuidad a los procesos implementados.
- El desarrollo del proyecto está asociado con las habilidades prácticas en el campo de la electrónica que tiene un potencial de crecimiento alto.

PARTE
REFERENCIAL

PRESUPUESTO

TEMA DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO.

“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN EL TÓPICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”

ENTIDAD: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

POSTULANTES: Heredia Calderón Carlos Javier e Intriago Macías David Gonzalo.

EQUIPOS ADQUIRIDOS		Valor total
1	Cargas eléctricas y cuerpos electrizados	\$ 7.040,00
2	Campo Eléctrico	
3	Instrumentación y ley de ohm	
4	Puente de Wheatstone	
5	Resistencia variable	
Subtotal		\$ 7.040,00
IVA 12%		\$ 960,00
TOTAL		8.000,00

ITEM	CONCEPTO	CANT.	V. UNIT	V.TOTAL
1	Adquisición de materiales para el laboratorio de física (monto que conforma el presupuesto general de \$128000,17)	1	\$8000.00	\$8000.00
2	Copias	500	\$0.02	\$5.00
3	Empastado de Tesis	7	\$4.00	\$28.00

4	Impresiones	800	\$0.05	\$20.00
5	Internet		\$20.00	\$10.00
6	Materiales de Oficinas		\$25.00	\$12.50
7	Transporte		\$100.00	\$50.00
8	Varios/imprevistos		\$300.00	\$150.00
TOTAL				\$ 8276.00

NOTA: El valor para la implementación de equipos para el laboratorio de física es de (\$8000.00) fue financiado por los 2 autores de tesis encargados de la ejecución del proyecto: "Estudio e implementación del laboratorio de física en el tópico de electricidad, para la formación científica y mejoramiento del desempeño profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí", gracias a la beca recibida por parte de la Universidad Técnica de Manabí.

CRONOGRAMA VALORADO DE ACTIVIDADES 2014-2015

ACTIVIDADES	TIEMPO MESES																												RECURSOS			COSTO				
	NOVIEM/14				DICIEM/14				FEB/15				MAR/15				ABRIL/15				MAYO/15				JUNIO/15				JULIO/15				HUMANO	MATERIAL	OTROS	USD
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN																																	Equipo responsable	Material de oficina		
DIAGNOSTICO SITUACIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE ENSAYO PARA EL ÁREA DE ELECTROMAGNETISMO DEL LABORATORIO DE FÍSICA.																																	Equipo responsable		Mano de obra eléctrica	
INSTALACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE ENSAYO																																	Equipo responsable		Mano de obra eléctrica	\$ 8.000.00
PRUEBA DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE ENSAYOS IMPLEMENTADOS.																																	Equipo responsable		Refrigerios	
ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL																																	Equipo responsable docentes		Transcripción Empastado del informe Transporte	
INAUGURACIÓN																																	Autoridades de la Facultad	Matriz de monitoreo y evaluación		
TOTAL																																\$8.000.00				

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Brown, AJ, (2000). An Innovative digital Flat Current Measurement technique - parttwo, proceedings of battConn®
- Brokering Christie, Walter; Palma Behnke, Rodrigo; Vargas Díaz, Luis (2008). «5». En María Fernanda Castillo. ÑomLüfke (El rayo domado) o Los sistemas eléctricos de potencia.
- Earley, Mark W. Sargen, Jeffrey S. Sheehan, Joseph V. Buss, E William. NEC (2008) handbook. Autores y editores.
- Hambley, Allan R., Electrónica, Prentice-Hall, (2000), ISBN: 84-205-2999-0
- J. David Irwin. (2005). Análisis básico de circuitos en ingeniería, sexta edición, Limusa Wiley.
- Muhammad h. Rashid Pearson. (2004). Electrónica, Prentice hall, tercera edición,
- R. W. Erickson, D. Maksimovic. (2001). “Fundamental of Power Electronics”. Second Edition. Ed. Springer Science + Business Media Inc.. ISBN: 0 -7923-72700. Disponible en:<http://ecee.colorado.edu/~pwrelect/book/SecEd.html>
- Willey-IEEE. (2011). control de convertidores AC/DC y DC/AC conectados a la red eléctrica
- W. K. H. Panofski y M. Philips (2005). Classical electricity and magnetism, New York, Dover, p. 143.

- William H. Hayt, Jr., Jack E. Kemmerly, Steven M. Durbin. (2003). Análisis de circuitos en ingeniería, Mc Graw Hill, Sexta Edición.
- PHYWE Laboratory Experiments • Physics • © PHYWE SYSTEME GMBH & Co. KG • D-37070 Göttingen

ANEXOS



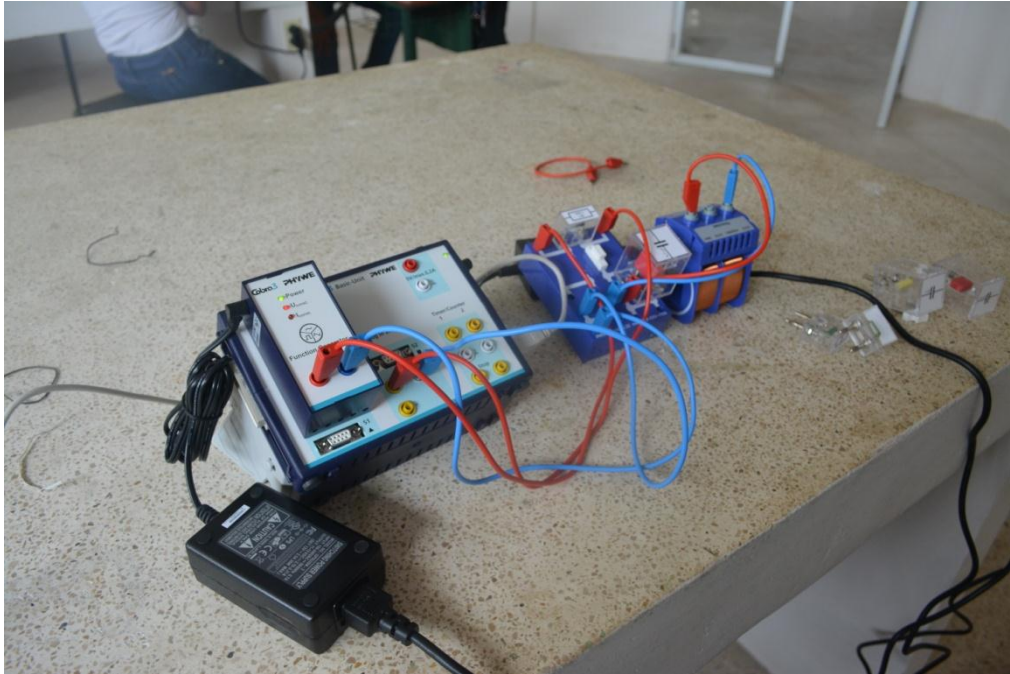
Recepción de los equipos





Explicación del uso de equipos





Práctica de circuito RLC





Práctica de Transformadores





Práctica de Inducción Magnética





Practica de campo magnético de las bobinas individuales / ley de Biot-Savart





Equipos