

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA**

**REMODELACIÓN DE LAS MESAS DE TRABAJO Y
MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE MEDICIÓN EN EL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD BÁSICA DEL INSTITUTO
TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

POR:

ZAMBRANO CARRILLO FRANCISCO XAVIER

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
& AVIÓNICA**

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **ZAMBRANO CARRILLO FRANCISCO XAVIER**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

SRTA. ING. LUCÍA GUERRERO
DIRECTORA DEL PROYECTO

Latacunga, 06 de julio del 2010

DEDICATORIA

Este esfuerzo puesto en todos y cada uno de mis logros los dedico con amor y cariño a toda mi familia de manera especial a mi primita Maristher Carrillo y tía abuela Hortencia Carrillo como muestra del afecto y la comprensión que siento por ellas, que les sirva de ejemplo para que siempre lleven consigo la idea y el deseo de superación en la vida.

De igual manera le dedico a mi abuelita Blanquita que desde el cielo me iluminó para terminar con el camino emprendido.

A mi querida madre por su esfuerzo y apoyo incondicional, quien con paciencia y amor brindado supo inculcarme valores de responsabilidad, honestidad, respeto llevándome así al sendero del bien, y a mis tios que pusieron su confianza en mí, por infundir el deseo de superación teniendo presente siempre los valores primordiales que todo ser humano debe poseer a cada paso de la vida.

A todos muchas gracias de corazón.

ZAMBRANO CARRILLO FRANCISCO XAVIER

AGRADECIMIENTO

“No son los títulos sino las acciones las que hacen nobles a las personas”

Elevo un reconocimiento de Gratitud a Dios; ser supremo de toda la humanidad por poner a mi disposición lo necesario para la realización y culminación de este Proyecto de Grado.

De manera especial expreso mis sentimientos de gratitud a mi abuelita que desde el cielo me iluminó y me dió la fortaleza de seguir adelante para culminar con mi sueño anhelado.

De igual manera expreso mis sentimientos de gratitud a mi madre quien a sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino en la vida.

A mis hermanas, a mis tíos y a mi adorada tía abuela por su compañía, comprensión y aliento para seguir siempre adelante y por el incondicional apoyo que me brindaron.

A mi Directora de Tesis y a todos mis profesores quienes con su esfuerzo, dedicación y paciencia me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Bueno son muchas las personas especiales a quienes me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón.

Mil gracias.

ZAMBRANO CARRILLO FRANCISCO XAVIER

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. GENERALES	4
1.3.2. ESPECÍFICOS	4
1.4. ALCANCE	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de Protección Eléctrica.....	5
2.1.1. Fusible.....	5
2.1.2. Tipos de Fusibles	7
2.1.3. Interruptor Termomagnético.....	8
2.1.3.1. Funcionamiento del Interruptor Termomagnético.....	8
2.2. Conductor Eléctrico	10
2.2.1. Tipos de cobre para conductores eléctricos.....	11
2.2.2. Partes que componen los conductores eléctricos	11

2.2.2.1. El alma o elemento conductor	12
2.2.2.2. El aislamiento	13
2.2.2.3. Las cubiertas protectoras	14
2.2.3. Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a sus condiciones de empleo	15
2.2.3.1. Conductores de cobre desnudos.....	15
2.2.3.2. Alambres y cables de cobre con aislación.....	16
2.3. Terminales.....	16
2.4. Tomacorriente	18

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. MANTENIMIENTO DE LOS DIGITAL MULTIMETER MODEL 120	20
3.2. CALIBRACIÓN DE LOS DIGITAL MULTIMETER MODEL 120	22
3.2.1. Pruebas Funcionales.....	24
3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LAS MESAS DE TRABAJO DEL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD BÁSICA	25
3.3.1. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONDUCTOR A SER UTILIZADO EN LAS MESAS DE TRABAJO	25
3.3.2. Reestructuración de las Mesas de Trabajo	28
3.3.3. Instalación Eléctrica en las Mesas de Trabajo	30
3.4. Plan de Mantenimiento.....	44
3.4.1. Plan de Mantenimiento de los Digital Multimeter Model 120	45
3.6.2. Plan de Mantenimiento de las Mesas de Trabajo.....	46

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones.....	48
4.2. Recomendaciones.....	49
GLOSARIO.	50
Bibliografía	51

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Problemas Encontrados en los Digital Multimeter Model 120.....	21
Tabla 3. 2 Chequeo Funcional y Operacional de los Digital Multimeter.....	23
Tabla 3. 3 Pruebas Funcionales.....	24
Tabla 3. 4 Datos de referencia	25
Tabla 3. 5 Distancia Tomada Para Cortar el Cable	33
Tabla 3. 6 Disposición del cableado para cada Módulo.....	34
Tabla 3. 7 Mantenimiento de los Digital Multimeter Model 120	45
Tabla 3. 8 Mantenimiento de la Instalación Eléctrica.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.2. 1 Representación de un fusible.....	5
Fig.2. 2 Representación de un fusible en diagrama de bloques.....	6
Fig.2. 3 Representación de un fusible desnudo.	7
Fig.2. 4 Representación de un fusible encapsulado de vidrio.....	7
Fig.2. 5 Representación de un fusible de tapón enroscable.	8
Fig.2. 6 Representación de un fusible de cartucho.....	8
Fig.2. 7 Alambre.....	12
Fig.2. 8 Cable	12
Fig.2. 9 Monoconductor	13
Fig.2. 10 Multiconductor	13
Fig.2. 11 Partes de un Conductor	15
Fig.2. 12 Tipos de Terminales	17
Fig.2. 13 Tomacorriente polarizado	18
Fig.2. 14 Tomacorriente no polarizado.....	18
Fig.2. 15 Instalación de Tomacorriente polarizado	19

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 3. 1 Mesas del Laboratorio de lado Izquierdo antes de realizar el Proyecto .	28
Foto 3. 2 Mesas del Laboratorio de lado Derecho antes de realizar el Proyecto ..	28
Foto 3. 3 Mesas del Laboratorio con los módulos puestos.....	29
Foto 3. 4 Material usado para la instalación.....	31
Foto 3. 5 Tomacorriente	32
Foto 3. 6 Luz Piloto.....	32
Foto 3. 7 Breaker Siemens.....	33
Foto 3. 8 Medidas Tomadas	33
Foto 3. 9 Cortando el Cable	34
Foto 3. 10 Pelando el cable	35
Foto 3. 11 Soldando las puntas del cable.....	35
Foto 3. 12 Ponchando el cable.....	36
Foto 3. 13 Colocación del breaker y de la luz piloto	37
Foto 3. 14 Se retira las fundas de protección y se aflojan los tornillos de los tomacorrientes.....	37
Foto 3. 15 Colocación y ajuste del cable de color rojo (Fase)	38
Foto 3. 16 Colocación y ajuste del cable de color negro (Neutro).....	38
Foto 3. 17 Colocación y ajuste del cable de color verde (Tierra).....	39
Foto 3. 18 Arnés terminado y colocación (Tierra)	39
Foto 3. 19 Colocación del arnés en el tomacorriente 2.....	40
Foto 3. 20 Colocación del arnés en el tomacorriente 1 y conexión a luz piloto y breaker	41
Foto 3. 21 Colocación del cable sucre en el módulo	41
Foto 3. 22 Colocación del cable de alimentación principal.....	42
Foto 3. 23 Verificación de fases	42
Foto 3. 24 Verificación de fases	43
Foto 3. 25 Colocación de la tapa trasera del módulo	44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A TABLA DE CONDUCTORES AWG

ANEXO B MANUAL DEL FABRICANTE DE LOS DIGITAL MULTIMETER

ANEXO C ANTEPROYECTO

RESUMEN

El 8 de noviembre de 1999 se crea el ITSA después de haber sufrido varios cambios desde el año de 1954 en el cuál se llamo Escuela de Especialidades del Estado Mayor, para luego en el año de 1976 trasladarse a al ciudad de Latacunga con el nombre de Escuela Técnica de Aerotécnicos, con este nombre permanece hasta 1990 fecha en la cuál se denomina ETFA.

Está gran infraestructura académica ha sufrido un proceso de evolución dentro de sus diferentes laboratorios para llevar a cabo prácticas que ayuden a la formación técnica de los estudiantes, pero en la actualidad estos no se encuentran contextualizados a las necesidades de la sociedad actual , a pesar del proceso de renovación en el cuál se encuentra el Establecimiento.

El Laboratorio de Electricidad Básica no ha tenido una renovación de equipos desde hace 20 años, ni un claro proceso de mantenimiento, por lo que se puede observar aparatos antiguos y muchos de ellos sin funcionamiento lo que limita el aprendizaje experimental de los estudiantes que hacen uso del Laboratorio.

El presente trabajo de graduación está dirigido a la rehabilitación de los Digital Multimeter Model 120, y la reestructuración de las 10 mesas de trabajo, con su respectiva instalación eléctrica (protección, iluminación, y cableado), para su funcionalidad en cada práctica que se realice en el Laboratorio de Electricidad Básica.

La rehabilitación de los Digital Multimeter Model 120, se realizó mediante un chequeo funcional y un chequeo operacional, teniendo en cuenta el manual del fabricante, también se efectuó una limpieza completa del equipo y calibración del mismo.

Luego de un estudio de alternativas de los componentes a utilizarse para la reestructuración de las 10 mesas de trabajo, se optó por un moduló de madera revestido de formica de color azul en el que se colocó la instalación eléctrica la cual consta de un breaker Siemens, una luz piloto de color verde, tres tomacorrientes Vetto, cable número 12, cable número 16 y terminales.

ABSTRACT

On 8 November 1999 creates the ITSA after having suffered several changes since the year 1954 in what they call School of specialties of the State increased, and then in the year of 1976 move to the city of Latacunga with the name of Technical School in Aerotécnicos, with this name remains until 1990 date on what is called ETFA.

Is largely academic infrastructure has suffered a process of evolution within their different laboratories to carry out practices to help the technical training for students, but now these are not contextualized to the needs of society, in spite of the process of renewal in the what is the establishment.

The Laboratory of Basic Electricity has not had a renewal of equipment for 20 years, or a clear maintenance process, so it can be seen old machines and many of them without operation which limits the experiential learning for students who make use of the Laboratory.

This research work is directed to the rehabilitation of the Digital Multiscope Model 120, and the restructuring of the 10 working tables, with their respective electrical installation (protection, lighting, and cabling), for its functionality in each practice that is carried out in the Laboratory of Basic Electricity.

The rehabilitation of the Digital Multiscope Model 120, was carried out through a check functional and a check operational, taking into account the manufacturer's manual, was also made a complete cleanup equipment and calibration of the same.

After a study of alternatives to the components used for the restructuring of the 10 working tables, it was decided by a module of wood lined with formica blue in the placed the electrical equipment which consists of a breaker Siemens, a pilot light green, three outlets Vetto cable, number 12, cable number 16 and terminals.

CAPÍTULO I

EL TEMA

“REMODELACIÓN DE LAS MESAS DE TRABAJO Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE MEDICIÓN EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD BÁSICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

1.1. ANTECEDENTES

En el año de 1954, la Fuerza Aérea Ecuatoriana crea su Escuela de Especialidades del Estado Mayor, consciente de que la actividad Aeronáutica demanda de perfección, en lo que se refiere al mantenimiento de las aeronaves y sus componentes, pues un mal funcionamiento o un error humano, tendría consecuencias fatales.

En el año de 1976, las instalaciones de esta escuela se trasladan hasta la ciudad de Latacunga y luego de haber graduado a 21 promociones de Aerotécnicos cambia su denominación por el de Escuela Técnica de Aerotécnicos, nombre con el que permanece hasta el año de 1990, fecha en la que se denomina Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, ETFA.

Esta gran infraestructura educativa, por iniciativa del mando de la Fuerza Aérea, se pone al servicio de la juventud estudiosa de la Patria bajo el principio de que la sociedad Ecuatoriana irá donde vayan sus Universidades y que las Fuerzas Armadas irán donde se encuentren sus centros de formación, con profunda convicción en los ideales, se presenta el proyecto de transformación de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea a Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ITSA.

Con el fin de formar técnica y humanísticamente al personal de oficiales, aerotécnicos, alumnos y ciudadanos civiles que participen en forma mancomunada en la seguridad y desarrollo tecnológico del País, fue el objetivo que inspiró a presentar este proyecto de transformación, que muy

bien acogido por las autoridades hizo posible que el 8 de Noviembre de 1999, se ponga a disposición del país fructíferas Carreras, las mismas que plantean nuevas posibilidades educativas a la juventud Ecuatoriana, en la actualidad existen las Tecnologías en Mecánica Aeronáutica Menciones Motores y Estructuras, Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, Logística y Transporte, Telemática, y Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre. Para la formación técnica se tiene el apoyo de la escuela de idiomas la cual está abierta para el público en general acreditando al estudiante con la Suficiencia en el Idioma Inglés.

Durante todo este proceso de evolución del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se han establecido diferentes laboratorios para llevar a cabo prácticas que ayudan a la formación técnica de los estudiantes, en ese sentido se ha tratado de brindar un servicio de alta calidad en cada especialidad, pero los laboratorios que en la actualidad existen no están contextualizados a las necesidades de la sociedad actual; a pesar del proceso de renovación en el cual se encuentra el establecimiento; como por ejemplo se han adquirido nuevos osciloscopios y entrenadores RF para la Carrera de Electrónica.

El laboratorio de Electricidad Básica, cuenta con equipos que desde hace 20 años no han tenido una renovación ni un claro proceso de mantenimiento, se puede observar diferentes aparatos antiguos y muchos de ellos sin funcionamiento, lo que limita el aprendizaje experimental de los estudiantes.

La adquisición de nuevas mesas para el laboratorio como parte de la renovación Institucional no tiene una función práctica para su uso correcto, la función ergonómica es nula en este sentido, y mucho más la función de instalación eléctrica, la que debería ser un ícono fundamental para las prácticas de Electricidad Básica.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Dentro de la Carrera de Electrónica se necesita la operatividad del Laboratorio de Electricidad Básica debido a que en este lugar los alumnos llevan sus conocimientos teóricos a la práctica, por esto, el Laboratorio debe tener el material adecuado para su utilización, para lo que es importante contar con una instalación eléctrica adecuada en cada mesa.

El aporte de este trabajo investigativo radica en la utilidad práctica y metodológica puesto que contribuye a evaluar al recurso tecnológico con un nuevo enfoque de detectar, adquirir, potenciar y desarrollar la utilidad de un mantenimiento adecuado hacia los Digital Multimeter Model 120 existentes en Laboratorio de Electricidad Básica.

El presente trabajo de investigación e implementación es factible puesto que se tiene el acceso y la colaboración del personal de la institución en el sentido de reunir toda la información necesaria para llevar a cabo todos y cada uno de los objetivos planteados.

Es una investigación importante, original y de mucha trascendencia puesto que beneficiará a la institución al tener un plan de mantenimiento adecuado y sistematizado, el cual favorecerá en la productividad y optimización de los resultados orientados a la excelencia; así como también a los estudiantes que acuden al Laboratorio de Electricidad Básica del ITSA quienes aspiran que al culminar su proceso de estudio puedan solucionar los problemas propios de su especialidad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERALES

Reestructurar las mesas de trabajo del Laboratorio de Electricidad Básica con una nueva instalación eléctrica.

Dar mantenimiento a las unidades de medición del Laboratorio de Electricidad Básica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- ◆ Investigar y dimensionar los diferentes tipos de sistemas de protección a ser utilizadas en las mesas de trabajo.
- ◆ Analizar el cable a ser utilizado en la instalación eléctrica.
- ◆ Implementar el sistema eléctrico en cada una de las mesas con su respectiva protección.
- ◆ Limpiar y Calibrar las unidades de medición.
- ◆ Establecer el plan de mantenimiento de los Digital Multimeter Model 120.

1.4. ALCANCE

El presente trabajo de investigación está dirigido a la rehabilitación de los Digital Multimeter Model 120 existentes en Laboratorio de Electricidad Básica y a la reestructuración de las 10 mesas de trabajo de dicho laboratorio con el respectivo sistema de protección e iluminación, con el cableado eléctrico de cada mesa para su funcionalidad en cada práctica que realizan los alumnos civiles y militares del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de Protección Eléctrica

2.1.1. Fusible

El fusible es un dispositivo utilizado para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos¹; en la Fig.2.1 se puede observar los diferentes formas de simbolizar a un fusible, así como un fusible real.



Fig.2. 1 Representación de un fusible.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp

Elaborado Por: Francisco Zambrano

El fusible permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido.

Si el valor de la corriente que pasa, es superior a éste, el fusible se derrite, se abre el circuito y no pasa corriente.

Si esto no sucediera, el equipo que se alimenta se puede recalentar por consumo excesivo de corriente: (un corto circuito) y causar hasta un incendio.

El fusible normalmente se coloca entre la fuente de alimentación y el circuito a alimentar. En equipos eléctricos o electrónicos comerciales, el fusible está colocado dentro de éste.

¹ http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp

El fusible está constituido por una lámina o hilo metálico que se funde con el calor producido por el paso de la corriente.

Es una práctica común reemplazar los fusibles, sin saber el motivo por el cual este se "quemó", y muchas veces el reemplazo es por un fusible de valor inadecuado.

Los fusibles deben tener la capacidad de conducir una corriente ligeramente superior a la que supuestamente se dé: "quemar". Esto con el propósito de permitir picos de corriente que son normales en algunos equipos.

Los picos de corriente son valores de corriente ligeramente por encima del valor aceptable y que dura muy poco tiempo.

Hay equipos eléctricos que piden una gran cantidad de corriente cuando se encienden (se ponen en ON).

Si se pusiera un fusible que permita el paso de esta corriente, permitiría también el paso de corrientes causadas por fallas "normales" que harían subir la corriente por encima de lo normal. En otras palabras: el circuito no queda protegido.

En la Fig.2.2, se puede observar una representación en diagrama de bloques como se encuentra conectado un fusible en una instalación eléctrica y/o electrónica.

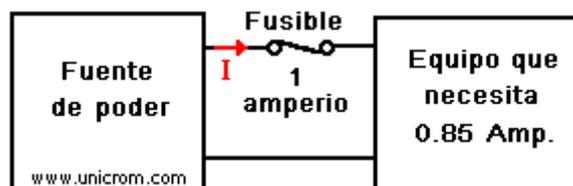


Fig.2. 2 Representación de un fusible en diagrama de bloques.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp

Elaborado Por: Francisco Zambrano

Un caso es el de los motores eléctricos, que en el arranque consumen una cantidad de corriente bastante mayor a la que consumen en funcionamiento estable.

Para resolver este problema hay **fusibles** especiales que permiten, por un corto período de tiempo (ejemplo: 10 milisegundos), dejar pasar una corriente hasta 10 veces mayor que la corriente normal.

Cuando se queme un **fusible**, siempre hay que reemplazarlo por uno de las mismas características, sin excepciones, previa revisión del equipo en cuestión.

2.1.2. Tipos de Fusibles

- En la Fig.2.3, se puede observar un fusible desnudo: constituido por un hilo metálico (generalmente de plomo) que se funde por efecto del calor.

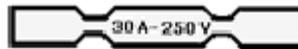


Fig.2. 3 Representación de un fusible desnudo.
Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp
Elaborado Por: Francisco Zambrano

- En la Fig.2.4, se puede observar un fusible encapsulado de vidrio: utilizado principalmente en equipos electrónicos.



Fig.2. 4 Representación de un fusible encapsulado de vidrio.
Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp
Elaborado Por: Francisco Zambrano

- En la Fig.2.5, se puede observar un fusible de tapón enroscable: pieza cilíndrica de porcelana o similar, sobre la cual se pone una camisa roscada

que sirve para que sea introducido en el circuito. El alambre (fusible) se coloca internamente, se fija con tornillos y se protege con una tapa roscada

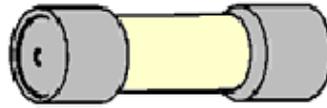


Fig.2. 5 Representación de un fusible de tapón enroscable.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp

Elaborado Por: Francisco Zambrano

- En la Fig.2.6, se puede observar un fusible de cartucho: Están constituidos por una base de material aislante, sobre la cual se fijan unos soportes metálicos que sirvan para introducir a presión el cartucho

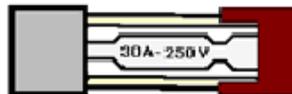


Fig.2. 6 Representación de un fusible de cartucho.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp

Elaborado Por: Francisco Zambrano

2.1.3. Interruptor Termomagnético

Un interruptor termomagnético, o disyuntor termomagnético, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.²

2.1.3.1. Funcionamiento del Interruptor Termomagnético

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo

² http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_magnetotérmico

podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentar conforme se conectan aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el reset del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este reset no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

2.2. Conductor Eléctrico

Un conductor eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente tal, usualmente de cobre. Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio. Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno y otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo.

Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%.

Depende del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semiduro y blando o recocido.

2.2.1. Tipos de cobre para conductores eléctricos

a. Cobre de temple duro:

- Conductividad del 97% respecto a la del cobre puro.
- Resistividad de a 20 °C de temperatura.
- Capacidad de ruptura a la carga, oscila entre 37 a 45 kg/ mm².

Por esta razón se utiliza en la fabricación de conductores desnudos, para líneas aéreas de transporte de energía eléctrica, donde se exige una buena resistencia mecánica.

b. Cobre recocido o de temple blando:

- Conductividad del 100%
- Resistividad de 0,01724 respecto del cobre puro, tomado éste como patrón.
- Carga de ruptura media de 25 kg/ mm².
- Como es dúctil y flexible se utiliza en la fabricación de conductores aislados.

El conductor está identificado en cuanto a su tamaño por un calibre, que puede ser milimétrico y expresarse en mm² o americano y expresarse en AWG o MCM con una equivalencia en mm²

2.2.2. Partes que componen los conductores eléctricos

Estas son tres muy diferenciadas:

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

2.2.2.1. El alma o elemento conductor

Se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

La clasificación de los conductores eléctricos es de acuerdo como este constituido el elemento conductor. Así se tiene:

a. Según su constitución

Alambre: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Como se ve en la Fig.2.7.



Fig.2. 7 Alambre

Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en ductos o directamente sobre aisladores.

Cable: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad. Como se ve en la Fig.2.8.

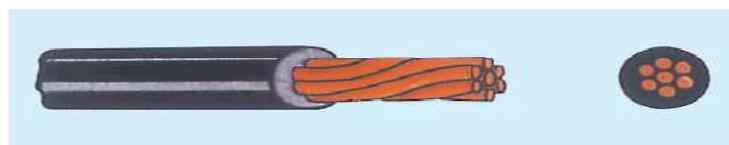


Fig.2. 8 Cable

Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

b. Según el número de conductores

Monoconductor: Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislación y con o sin cubierta protectora. Como se ve en la Fig.2.9.

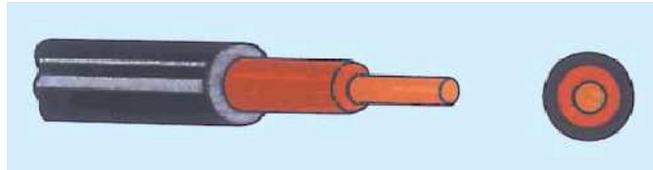


Fig.2. 9 Monoconductor

Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

Multiconductor: Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes. Como se ve en la Fig.2.10.

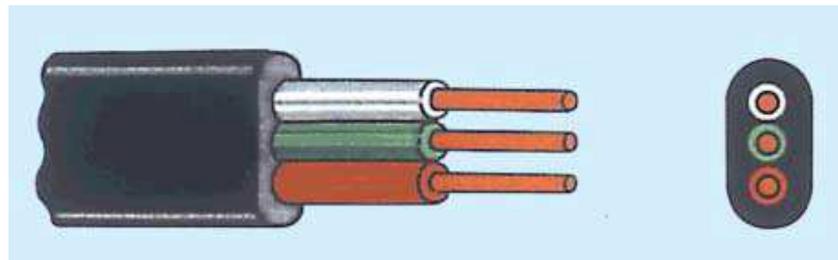


Fig.2. 10 Multiconductor

Fuente: http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

2.2.2.2. El aislamiento

El objetivo de la aislación en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean éstos ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, la aislación debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí.

Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico

formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Antiguamente los aislantes fueron de origen natural, gutapercha y papel. Posteriormente la tecnología los cambió por aislantes artificiales actuales de uso común en la fabricación de conductores eléctricos.

Los diferentes tipos de aislación de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerar el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para la aislación de conductores se puede mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el caucho, la goma, el neopren y el nylon.

Si el diseño del conductor no consulta otro tipo de protección se le denomina aislación integral, porque el aislamiento cumple su función y la de revestimiento a la vez.

Cuando los conductores tienen otra protección polimérica sobre la aislación, esta última se llama revestimiento, chaqueta o cubierta.

2.2.2.3. Las cubiertas protectoras

El objetivo fundamental de esta parte de un conductor es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc.

Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina «armadura». La «armadura» puede ser de cinta, alambre o alambres trenzados.

Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección,

en vez de cinta se encuentre constituida por alambres de cobre, se le denomina «pantalla» o «blindaje». Como se indica en la Fig.2.11.

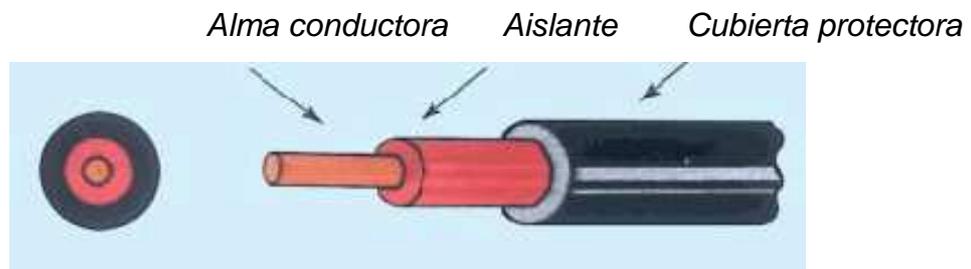


Fig.2. 11 Partes de un Conductor

Fuente: http://www.pro cobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

2.2.3. Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a sus condiciones de empleo

Para tendidos eléctricos de alta y baja tensión, existen en el país diversos tipos de conductores de cobre, desnudos y aislados, diseñados para responder a distintas necesidades de conducción y a las características del medio en que la instalación prestará sus servicios.

La selección de un conductor se realizara de la siguiente manera: debe asegurarse una suficiente capacidad de transporte de corriente, una adecuada capacidad de soportar corrientes de cortocircuito, una adecuada resistencia mecánica y un comportamiento apropiado a las condiciones ambientales en que operará.

2.2.3.1. Conductores de cobre desnudos

Son alambres o cables y se utilizan para:

- Líneas aéreas de redes urbanas y suburbanas.
- Tendidos aéreos de alta tensión a la intemperie.
- Líneas aéreas de contacto para ferrocarriles y trolley-buses.

2.2.3.2. Alambres y cables de cobre con aislación

Estos son utilizados en:

- Líneas aéreas de distribución y poder, empalmes, etc.
- Instalaciones interiores de fuerza motriz y alumbrado, ubicadas en ambientes de distintas naturaleza y con diferentes tipos de canalización.
- Tendidos aéreos en faenas mineras (tronadura, grúas, perforadoras, etc.).
- Tendidos directamente bajo tierra, bandejas o ductos.
- Minas subterráneas para piques y galerías.
- Control y comando de circuitos eléctricos (subestaciones, industriales, etc.).
- Tendidos eléctricos en zonas de hornos y altas temperaturas.
- Tendidos eléctricos bajo el agua (cable submarino) y en barcos (conductores navales).
- Otros que requieren condiciones de seguridad.

2.3. Terminales

- Dispositivo o elemento diseñado para establecer contacto eléctrico con un aparato³
- Es un dispositivo para unir circuitos eléctricos sin que exista la necesidad de soldarlo entre el punto de conexión y el jacket.

En la Fig.2.12, se puede observar los distintos tipos de conectores que son utilizados en electricidad, electrónica, telefonía, y radiocomunicaciones.

³ <http://www.parro.com.ar/definicion-de-terminal>

Denominación	Sección del cable mm²	Ctd por caja	Ø g	Imagen	Cantidad por cofre			Imagen	Denominación	Sección del cable mm²	Ctd por caja	Ø g	Imagen	Cantidad por cofre		
					449.21A 450.21A	449.22A	449.23A							449.21A 450.21A	449.22A	449.23A
Borne redondo Ø 5	0,5 a 1,5	50	60		20	20	20		ZB.42	Extremo plano estriado l = 2,9	1,5 a 2,5	50	49			20
Borne redondo Ø 4	0,5 a 1,5	50	51				20	20	ZB.51	Cilíndrico macho Ø 4	1,5 a 2,5	25	38	15		
Borne redondo Ø 3	0,5 a 1,5	50	47						ZB.52	Cilíndrico hembra Ø 4	1,5 a 2,5	25	25	15		
Borne horquilla Ø 4	0,5 a 1,5	50	48						ZB.60	Conector rápido	1,5 a 2,5	5	20	5		
Borne horquilla Ø 3	0,5 a 1,5	50	43				20		ZJ.1	Borne redondo Ø 8	3 a 6	25	69			15
Clip. l = 2,8 esp. = 0,5	0,5 a 1,5	50	40						ZJ.2	Borne redondo Ø 6	3 a 6	25	66			15
Clip. l = 6,3 esp. = 0,8	0,5 a 1,5	50	70						ZJ.3	Borne redondo Ø 10	3 a 6	25	63	15		
Clip. l = 6,3 esp. = 0,8 aislado	0,5 a 1,5	25	46						ZJ.4	Borne redondo Ø 5	3 a 6	25	56			
Clip. l = 2,8 esp. = 0,8	0,5 a 1,5	50	40			15	15		ZJ.11	Borne horquilla Ø 6	3 a 6	25	62			
Clip. l = 4,8 esp. = 0,5	0,5 a 1,5	50	49						ZJ.12	Borne horquilla Ø 4	3 a 6	25	58			15
Lengüeta 6,3 espesor 0,8	0,5 a 1,5	50	50						ZJ.13	Borne horquilla Ø 5	3 a 6	25	58			
Clip. mixto 6,3 esp. = 0,8	0,5 a 1,5	25	46						ZJ.21	Clip. l = 6,3 esp. = 0,8	3 a 6	25	55			
Clip. l = 4,8 esp. = 0,8	0,5 a 1,5	50	48				15		ZJ.24	Lengüeta 6,3 esp. = 0,8	3 a 6	50	42			
Prolongador	0,5 a 1,5	25	43			15			ZJ.29	Clip. l = 9,5 esp. = 1,2	3 a 6	25	62			
Extremo redondo Ø 1,8 para cable	0,5 a 1,5	50	43						ZJ.33	Prolongador	3 a 6	25	77	15		15
Extremo plano estriado anch. 2,9	0,5 a 1,5	50	45				15		ZJ.41	Extremo redondo Ø 2,8 para cable	3 a 6	25	59			
Conector rápido	0,5 a 1,5	5	20		5				ZJ.42	Extremo plano estriado l = 4,5	3 a 6	25	60			
Terminal redondo borne Ø 6	1,5 a 2,5	50	60		20	20			ZD.21	Y por 1 clip 6,3 y 2 lengüetas 6,3		10	51	5	5	
Terminal redondo borne Ø 5	1,5 a 2,5	50	70		20	20	20		ZD.22	Y por 2 clips 6,3 y 1 lengüeta 6,3		10	47	5		
Terminal redondo borne Ø 4	1,5 a 2,5	50	60		20	20	20		ZD.23	Lengüeta 6,3 doble		50	81			25
Terminal redondo borne Ø 8	1,5 a 2,5	50	87						ZD.31	Taladro Ø 5,2		10	45			
Borne horquilla Ø 5	1,5 a 2,5	50	66			20			ZD.32	Y por clavija cil. Ø 4,2 machos 1 hembra		10	49			
Borne horquilla Ø 4	1,5 a 2,5	50	55				20		ZD.35	Y por clavijas cil. Ø 4,1 macho 2 hembras		10	49			
Clip. l = 6,3 esp. = 0,8	1,5 a 2,5	50	63						ZD.36	Barra de conexión doble de 6 vias 6,3 y 2,8		2	37	1	1	1
Clip. l = 6,3 esp. = 0,8 aislado	1,5 a 2,5	25	50		15	15	15		ZD.37	Shunt con lengüeta 6,3 esp. = 0,8		5	25			5
Clip. l = 8 esp. = 0,8	1,5 a 2,5	25	51						ZD.38	Shunt con clip recto 6,3		5	24			5
Clip. mixto 6,3 esp. = 0,8	1,5 a 2,5	25	51		15		15		ZD.38	Shunt con clip tipo bandera 6,3		5	26			5
Lengüeta 6,3 esp. = 0,8	1,5 a 2,5	50	64		20	20	20		ZD.65	Caja de conexiones (macho + hembra) 6 entradas para clip y lengüeta 6,3		1	25			2
Clip. l = 4,8 esp. = 0,5	1,5 a 2,5	50	54		15				ZD.70	Porta-fusibles		2	26	1		
Clip. l = 5 esp. = 0,8	1,5 a 2,5	50	50		15				ZD.71	Juego de fusibles con pinza		20	38	20		
Clip. l = 4,8 esp. = 0,8	1,5 a 2,5	50	50			15										
Prolongador	1,5 a 2,5	25	51		15	15	15									
Extremo redondo Ø 1,8 para cable	1,5 a 2,5	50	56				20									

Fig.2. 12 Tipos de Terminales

Fuente: Catálogo electrónico www.facom.com

Elaborado Por: Francisco Zambrano

2.4. Tomacorriente

- a. **Tomacorriente polarizado:** Este tomacorriente se caracteriza por tener tres puntos de conexión, el vivo o positivo (fase), el negativo (neutro) y el de tierra física, es muy importante el uso de estos tomacorrientes; en la Fig.2.13, se puede observar 2 tipos de tomacorrientes polarizados.

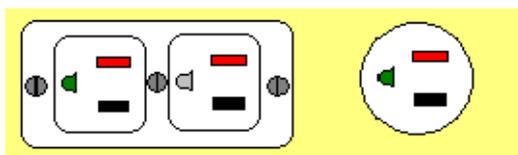


Fig.2. 13 Tomacorriente polarizado

Fuente: http://www.scribd.com/doc/20505336/Tomacorriente?secret_password=&autodown=pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

- b. **Tomacorriente no polarizado:** Este tomacorriente únicamente tiene 2 puntos de conexión, el vivo o positivo y el negativo, como se indica en la Fig.2.14; este tipo de tomacorriente no es recomendable para aparatos que necesiten una protección adecuada contra sobrecargas y descargas atmosféricas.

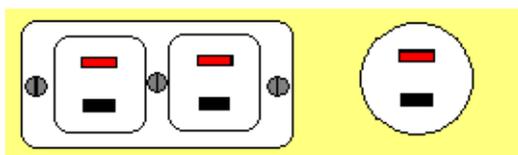


Fig.2. 14 Tomacorriente no polarizado

Fuente: http://www.scribd.com/doc/20505336/Tomacorriente?secret_password=&autodown=pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

- c. Para la instalación de un tomacorriente se debe desmontar el toma anterior quitando los tornillos que aseguran el tomacorriente a la caja, luego, aflojar los tornillos que aseguran los cables y colocar el nuevo. En el caso de los tomacorrientes los cables se conectan al positivo y negativo de la instalación directamente. Como se ve en la Fig.2.15.

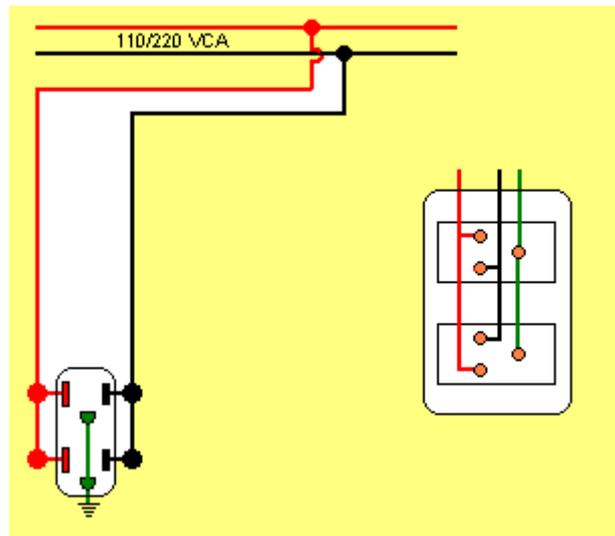


Fig.2. 15 Instalación de Tomacorriente polarizado

Fuente: http://www.scribd.com/doc/20505336/Tomacorriente?secret_password=&autodown=pdf

Elaborado Por: Francisco Zambrano

- En la Figura 2.15 puede verse que se debe conectar tres cables para instalar un tomacorriente polarizado:
- **ROJO:** Este debe conectarse a la línea viva o positiva de la instalación eléctrica.
- **NEGRO:** Este debe conectarse a la línea negativa de la instalación eléctrica.
- **VERDE:** Este corresponde a la tierra física instalación eléctrica.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. MANTENIMIENTO DE LOS DIGITAL MULTIMETER MODEL 120

El mantenimiento de los Digital Multimeter consiste en determinar las fallas existentes y solucionarlas.

Mediante un chequeo operacional y un chequeo funcional se establecerán las medidas a ser tomadas para la rehabilitación de los 10 equipos existentes en el Laboratorio de Electricidad Básica.

a. Materiales utilizados para el mantenimiento de los Digital Multimeter

- Porta fusibles.
- Fusibles de 0.5 A (Amperio)
- Fusibles de 1 A (Amperio)
- Contact Cleaner
- Brocha
- Franela
- Cautín
- Estaño
- Pasta para soldar
- Destornillador Phillips
- Destornillador plano
- Pinza de electricista
- Diagonal
- Tercer brazo
- Pela cables

b. Limpieza y reemplazo de componentes defectuosos

Se procede a realizar el conteo de los equipos existentes en el laboratorio, y su verificación en el inventario. Posteriormente se realizó un chequeo visual detectando si existe deterioro en las partes externas que conforman a los Digital Multimeter Model 120, para proceder a su apertura y revisión interna. Cabe anotar que ningún equipo presentaba deterioro por corrosión:

1. Con un destornillador plano 5*75 se procede a la apertura de cada equipo señalando los problemas encontrados en la siguiente tabla:

Tabla 3. 1 Problemas Encontrados en los Digital Multimeter Model 120

N°SERIE	PROBLEMAS ENCONTRADOS	OBSERVACIÓN
10691	Porta fusible deteriorado	Se efectuó el cambio del porta fusible por uno nuevo y limpieza del equipo
10877	Porta fusible y un conector en mal estado.	Se efectuaron los cambios del porta fusible, del conector y limpieza del equipo
10814	Deterioro de Porta fusible y conector Display quemado y revisión	Se realizó el cambio del conector, porta fusible, del display y de dos compuerta Not 7404 por encontrarse quemadas.
10887	No existe ninguna medición Display no se visualiza nada	Se realizó la verificación debiendo realizarse un chequeo funcional, calibración completa del equipo y limpieza, que se detalla a continuación:

Realizada por: Francisco Zambrano

2. En cada equipo se realizó una limpieza interna y externa de la carcasa, y de la placa electrónica por encontrarse llenos de polvo.

3. La limpieza de los equipos se realizó con una brocha para eliminar residuos de polvo e impurezas como tela de araña, piedras pequeñas, envolturas de caramelos, luego de esto se procedió a esparcir el contac cleaning en la tarjeta electrónica, en los conectores, y en el porta fusible de esta manera se limpia todo el equipo.

3.2. CALIBRACIÓN DE LOS DIGITAL MULTIMETER MODEL 120

Según el manual técnico de los Digital Multimeter Model 120 ver **Anexo (B)** la calibración se la debe realizar anualmente siguiendo tres pasos fundamentales.

1. Tiempo de Calibración de la Base

- a. Encender el equipo.
- b. Conectar el frecuencímetro con una sonda de alta impedancia (10M Ω) en el pin Z2-38.
- c. Ajustar R15 hasta medir una frecuencia de 40KHz \pm 0,5%.
- d. Retirar la punta de prueba.

2. Ganancia de Calibración

- a. Conectar 1,9V de referencia en los terminales de entrada de voltaje.
- b. Seleccionar la función V, condición DC, Rango de Escala 1.
- c. Ajustar R7 por un display de + 1.9V en el Modelo 120.
- d. Remover la entrada.

3. Calibración del Balance

- a. Conectar la entrada en el panel frontal (V) para Z2-36.
- b. Seleccionar "100mV" DCV rango.
- c. Ajustar R38 por display de 50 \pm 50mV.

Con estos tres pasos se procedió a realizar el chequeo funcional y operacional de cada equipo con su respectiva corrección, teniendo como resultado las siguientes características que se detallan en la tabla 3.2:

Tabla 3. 2 Chequeo Funcional y Operacional de los Digital Multimeter

Equipo	Problemas Encontrados	Calibración	Fecha	Responsable
10627	Tiempo de Calibración de la Base 43,7KHz	Si	29/06/2010	
10881	Tiempo de Calibración de la Base 44,1KHz Calibración del Balance de 187mV	Si	29/06/2010	
10814	Tiempo de Calibración de la Base 48,9KHz Calibración del Balance de 63mV	Si	29/06/2010	
10877	Tiempo de Calibración de la Base 51,4KHz Calibración del Balance de 125,4mV	Si	29/06/2010	
10691	Tiempo de Calibración de la Base 42,3KHz Calibración del Balance de 89mV	Si	29/06/2010	
10887	Tiempo de Calibración de la Base 40,1KHz Calibración del Balance de 58,9mV	Si	29/06/2010	
10874	Tiempo de Calibración de la Base 43,9KHz Calibración del Balance de 72mV	Si	29/06/2010	
10819	Tiempo de Calibración de la Base 29,8KHz Calibración del Balance de 58,9mV	Si	29/06/2010	
10742	Tiempo de Calibración de la Base 42,3KHz Calibración del Balance de 44mV	Si	29/06/2010	

Realizada por: Francisco Zambrano

3.2.1. Pruebas Funcionales

El día Viernes 02 de julio de 2010 en el Laboratorio de Electrónica del ITSA se llevó a cabo las pruebas de los 10 Digital Multimeter Model 120, con la presencia del encargado del Laboratorio de Electricidad Básica y los Alumnos de Tercer Nivel de la Carrera de Electrónica quienes se encontraban realizando una práctica en la cual necesitaban utilizar los multímetros es por esto que se tiene que de las 10 unidades en ese momento se encontraban operativas solo 7 de su totalidad, y de las tres que no se encontraban funcionando era debido a problemas menores que a continuación se detallan en la tabla 3.3.

Tabla 3. 3 Pruebas Funcionales

Equipo	Problema Encontrado	Observación
10887	El Circuito Integrado(Chip) ICL7107 A/D Converter cumplió su vida útil (dañado) debido a que no existía ninguna visualización en el display del equipo	Se procedió a realizar el cambio del Integrado dañado por uno nuevo.
10691	Amperímetro defectuoso	Se realizó un chequeo funcional teniendo como resultado una suelda fría.
10881	Rotura de una bornera al momento de conectar la punta de prueba	Se efectuó el cambio de la bornera dañada

Realizada por: Francisco Zambrano

3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LAS MESAS DE TRABAJO DEL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD BÁSICA

3.3.1. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONDUCTOR A SER UTILIZADO EN LAS MESAS DE TRABAJO

a. Dimensionamiento de protecciones.

Para el dimensionamiento de la protección en las mesas de trabajo se tomó en cuenta diferentes propuestas, como la utilización de fusibles pero su principal desventaja es no ser reutilizable; cumple una sola vida útil por esto se optó por la utilización de termomagnético el cual ofrece una vida útil mayor al de los fusibles, de todas las marcas existentes de breakers en el país se opta por la de tecnología SIEMENS debido a su prestigio como marca, en el mercado se pueden encontrar el repuesto, y a sus estándares ISO 9001 los cuales son reconocidos a nivel de la región.

Con el fin de que la protección funcione, se investigó en los manuales técnicos de cada equipo la potencia máxima a la cual están diseñados para su operación, esto puede observarse en la tabla 3.4:

Tabla 3. 4 Datos de referencia

N°	EQUIPO QUE SE UTILIZA	Potencia
2	Generador de frecuencia	90 watt
1	Fuente de AC	90 watt
1	Fuente de DC	200 watt
1	Osciloscopio	90 watt
1	Frecuencímetro	45 watt
1	Multímetro	5 watt
1	Cautín	60 watt
	Total	580watt

Fuente: Manual Técnico de Cada Equipo

Con este resultado se tiene un total de 580 watt pero para dimensionar la protección se la debe realizar en Amperios (unidades de la corriente) y no en Watt (unidades de potencia) por esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = V * I$$

De donde;

$$I = \frac{P}{V}$$
$$I = \frac{580 W}{110 V}$$
$$I = 5.3 A$$

Si al dimensionar la protección se toma este resultado el termomagnético saltaría a cada instante por esto al resultado obtenido se tiene que multiplicar por 1.5 que es un estándar para el cálculo de una protección.

$$I = 5.3 A * 1.5$$
$$I = 7.95 A$$
$$I = 8 A$$

Dentro del mercado nacional e internacional no se cuenta con un termomagnético de esta característica por esto se eligió el que se aproxime a su inmediato superior que es el de 10 A.

Mediante los datos obtenidos se tiene la protección a ser utilizada que es un Breaker (termomagnético) de riel SIEMENS de dos polos y 10 A por este motivo se considera la necesidad de adquirir 10 de estos elementos para colocar uno en cada mesa.

Con esto el estudiante podrá realizar la práctica con total normalidad y podrá colocar otros equipos adicionales como por ejemplo su computador portátil, plancha para el desarrollo de placas electrónicas entre otras.

Un rol importante será el factor de coincidencia, el cual se aplicará debido a que en el laboratorio no van a estar funcionando las diez mesas al mismo tiempo a plena carga.

Motivo por el cual en cada mesa a demás de tener el Breaker Siemens contarán también con tres tomacorrientes tipo Vetto los cuales se colocarán de manera simétrica para ocupar todo el largo del módulo para que exista una conexión entre los equipos y la fuente de energía principal.

b. Dimensionamiento del conductor.

Mediante la fórmula del cálculo del diámetro de la sección del conductor se podrá encontrar el número del conductor a ser usado:

Datos:

Corriente máxima 10 A

Voltaje 120 V

Distancia máxima 2 m

Caída de Voltaje $\pm 0,14\%$

Fórmula del cálculo del diámetro de la sección del conductor:

$$S = \rho * \frac{1 * L}{\Delta V} * I$$

De donde ΔV es Caída de voltaje:

$$\Delta V = \frac{120V}{100\%} * 0,14\%$$

$$\Delta V = 0,17V$$

Con esto se puede aplicar la fórmula teniendo:

$$S = \rho * \frac{1 * L}{\Delta V} * I$$

$$S = 0,017 * \frac{1 * 2m}{0,17V} * 8A$$

$$S = 2mm^2$$

Con este valor se tiene el diámetro del conductor siendo el número 12 según la tabla de conductores eléctricos Ver Anexo (A).

3.3.2. Reestructuración de las Mesas de Trabajo

Las mesas del Laboratorio de Electricidad Básica no desempeñan el requerimiento técnico y pedagógico para el cual fueron concebidas, es decir no cumplen con las exigencias necesarias para su uso. Las Fotos que a continuación se presentan determinan el diagnóstico del laboratorio antes de realizar el presente trabajo de investigación.



Foto 3. 1 Mesas del Laboratorio de lado izquierdo antes de realizar el Proyecto
Elaborado Por: Francisco Zambrano



Foto 3. 2 Mesas del Laboratorio de lado Derecho antes de realizar el Proyecto
Elaborado Por: Francisco Zambrano

Es por esto que se requiere un módulo el cual sirva para tener en su interior el cableado eléctrico, para energizar los equipos necesarios para realizar las prácticas en Laboratorio de Electricidad Básica.

Las características del módulo son las siguientes:

- Material de madera en su totalidad revestido de fórmica del mismo color de la mesa de trabajo.
- Anclaje para el termomagnético Siemens.
- Orificios para los tres tomacorrientes que se colocarán en cada mesa.
- Un orificio para la luz piloto color verde.

Para la realización del módulo se buscó a una persona quien esté especializada para la fabricación del mismo con las medidas necesarias para que brinde todas las facilidades en su colocación e instalación sobre cada mesa.

Las medidas del módulo son 10cm de ancho, 15cm de alto y 1,83m de largo en forma de una pirámide truncada.



Foto 3. 3 Mesas del Laboratorio con los módulos puestos
Elaborado Por: Francisco Zambrano

3.3.3. Instalación Eléctrica en las Mesas de Trabajo

a. Materiales y herramientas utilizados para la instalación eléctrica

Para determinar la cantidad del cable a ser utilizado en la instalación se realizó la medida del módulo en total siendo de 2m por lo que se utilizaron:

- 20m de Cable Flexible N°12 Color Rojo
- 20m de Cable Flexible N°12 Color Negro
- 20m de Cable Flexible N°12 Color Verde
- Para la conexión de la luz piloto se utilizó 6m de cable N°16 debido al consumo de corriente que necesita.
- Diez Termomagnético (Breakers) Siemens 10A 5SX1-2 (dos polos)
- Diez Luces de Señalización Color Verde CASCOM (Luz Piloto tipo LED)
- Treinta Tomacorrientes Vetto color Blanco

Para cada mesa se usarán 12 terminales de color amarillo para los tomacorrientes y 2 terminales de color azul para la luz piloto.

- 125 terminales tipo U color amarillo (cable 10-12)
- 25 terminales tipo U color azul (cable 16-18)

Adicional a los materiales eléctricos también se utilizaron otras herramientas de ferretería que a continuación se detallan y se indican en la Foto 3.4.

- Un Flexómetro
- Pinza de Electricista
- Alicates
- Pelador de cables
- Diagonal
- 1 Rollo de Teype color azul
- Tijera
- Estilete

- Ponchadora
- Martillo
- Juego de Destornilladores
- Cautín
- Tercer brazo
- Porta cautín
- Estaño
- Pomada
- Taladro
- Punta ápex Phillips
- Franela
- Pistola de silicona
- Barras de silicona
- ¼ de Pintura gris claro tipo esmalte
- Pincel
- Pulimento
- Comprobador de fases
- Tire ups



Foto 3. 4 Material usado para la instalación
Elaborado Por: Francisco Zambrano

b. Instalación Eléctrica

1. Se verificó que cada elemento a ser utilizado para la instalación se encuentre en buen estado.
 - a. Que los tomacorrientes se encuentren dentro de su funda plástica con los tornillos para ajustarlos y los conectores en buen estado. Precautelando que estén completos. En la Foto 3.5, se puede observar el tomacorriente a ser utilizado en la instalación eléctrica.



Foto 3. 5 Tomacorriente

Elaborado Por: Francisco Zambrano

- b. La luz piloto se verificó mediante un chequeo visual teniendo en cuenta las partes que la conforman (luna plástica de protección, difuminador, LED SMD, cuerpo de la luz, rosca de sujeción y arandela de caucho); en la Foto 3.6, se puede visualizar conformación de la luz piloto.



Foto 3. 6 Luz Piloto

Elaborado Por: Francisco Zambrano

- c. En el breaker Siemens 5XS1-2 que se observa en la Foto 3.7, se realizó un chequeo visual en el cual se tomó en cuenta las partes que lo conforman y de igual manera se verificó si se encontraba dentro de las características para las que va a desempeñar.



Foto 3. 7 Breaker Siemens
Elaborado Por: Francisco Zambrano

2. Con un flexómetro se toma la distancia a la cual se encontrará cada elemento dispuesto en la mesa de trabajo dejando 5cm más de la medida tomada, a fin de tener cierta holgura en caso de realizar un mantenimiento. En la tabla 3.5, se detalla la distancia de ubicación entre cada uno de los dispositivos eléctricos.

Tabla 3. 5 Distancia Tomada Para Cortar el Cable

Dispositivo en la mesa de trabajo	Distancia (cm)
Breaker a Luz Piloto	20
Breaker a Tomacorriente 1	40
Tomacorriente 1 a Tomacorriente 2	70
Tomacorriente 2 a Tomacorriente 3	70

Fuente: Francisco Zambrano

3. Con la medida tomada se tiene una referencia, y se coloca en una de las mesas una señal de guía para realizar el corte de los cables a ser utilizados en la instalación con la medida correspondiente ver Foto 3.8.



Foto 3. 8 Medidas Tomadas
Elaborado Por: Francisco Zambrano

4. Se procede a realizar el corte de cada cable con la herramienta adecuada teniendo en cuenta la distancia antes mencionada, para cada módulo es necesario cortar un total de 11 cables, con los colores, tamaño y especificaciones detalladas en la Tabla 3.6, así como se puede visualizar en la Foto 3.9 el momento que se está cortando el cable.

Tabla 3. 6 Disposición del cableado para cada Módulo

N° de cables	Color	Tamaño	Especificación
2	Verde	70cm	Cable utilizado para tierra
2	Rojo	70cm	Cable utilizado para fase
2	Negro	70cm	Cable utilizado para neutro
1	Negro	40cm	Cable utilizado en del breaker a Tomacorriente 1 (Neutro)
1	Rojo	40cm	Cable utilizado en del breaker a Tomacorriente 1 (Fase)
1	Negro	20cm	Cable utilizado en del breaker a luz piloto (Neutro)
1	Rojo	20cm	Cable utilizado en del breaker a luz piloto (Fase)
1	verde	20cm	Cable utilizado para unir la tierra del cable sucre al tomacorriente 1 (tierra)

Fuente: Francisco Zambrano



Foto 3. 9 Cortando el Cable

Elaborado Por: Francisco Zambrano

5. Con la herramienta pelador de cables se procede a retirar el aislante que protege al material conductor de cada cable, según estándares es necesario pelar 14mm, como se ve en la Foto 3.10.



Foto 3. 10 Pelando el cable
Elaborado Por: Francisco Zambrano

6. Para una mejor manipulación del cable se procede a estañar las puntas del material conductor por separado, esto servirá para la colocación de los terminales y al momento de ponchar el terminal, ver Foto 3.11.



Foto 3. 11 Soldando las puntas del cable
Elaborado Por: Francisco Zambrano

7. Para cada mesa se usaron 12 terminales de color amarillo para los tomacorrientes y 2 terminales de color azul para la luz piloto. Se procede a colocar los terminales en el cable ya estañado dependiendo del lugar a ser utilizado, se coloca cada cable en la ponchadora de terminales y con una presión se realiza el sellado del jacket o terminal; para realizar una inspección se sujeta el terminal con la mano derecha y el cable con la mano izquierda y halar de uno de los extremos si el

terminal no sale del cable éste se encuentra listo para el siguiente paso, ver Foto 3.12.



Foto 3. 12 Ponchando el cable
Elaborado Por: Francisco Zambrano

Nota: Para el cable de color verde no se optó por la colocación de terminales debido a que el tamaño al cual se debe introducir es demasiado angosto, lo mismo sucede con el cable que sale desde el breaker hacia la luz indicadora y al primer tomacorriente solo se estañaron sus puntas.

8. Con los pasos realizados anteriormente se procede a realizar la instalación eléctrica de cada una de las mesas como se detalla a continuación:

a. Se coloca en cada mesa el breaker, la luz piloto y los cables ya terminados que se va a utilizar, ver Foto 3.13.



Foto 3. 13 Colocación del breaker y de la luz piloto

Elaborado Por: Francisco Zambrano

b. Se retira de cada funda a los tomacorrientes a ser utilizados, y con la ayuda de un destornillador Phillips se aflojan cada uno de los tornillos de los tomacorrientes, como se ve en la Foto 3.14.



Foto 3. 14 Se retira las fundas de protección y se aflojan los tornillos de los tomacorrientes

Elaborado Por: Francisco Zambrano

c. De los cables ya terminados se cogen dos de color rojo de 70cm y un terminal de cada uno, se colocan en los bornes de bronce fosforoso el cual tiene un tornillo de ajuste para la colocación de cada terminal en

la fase del tomacorriente, para luego ajustarlo con un destornillador tipo Phillips, así como se ve en la Foto 3.15



Foto 3. 15 Colocación y ajuste del cable de color rojo (Fase)

Elaborado Por: Francisco Zambrano

d. Luego se seleccionan dos cables de color negro de 70cm y un terminal de cada uno, se colocan en el segundo borne de bronce fosforoso el cual tiene un tornillo de ajuste para la colocación de cada terminal en el neutro del tomacorriente, en seguida se procede a ajustar el tornillo, ver Foto 3.16



Foto 3. 16 Colocación y ajuste del cable de color negro (Neutro)

Elaborado Por: Francisco Zambrano

e. De esta manera los cables que restan por colocar en el tomacorriente son dos de color verde de 70cm y un terminal de cada uno, se colocan en el orificio de tierra el cual tiene un tornillo de ajuste para la colocación de cada punta estañada del cable, a continuación se procede a ajustar el tornillo, ver Foto 3.17.

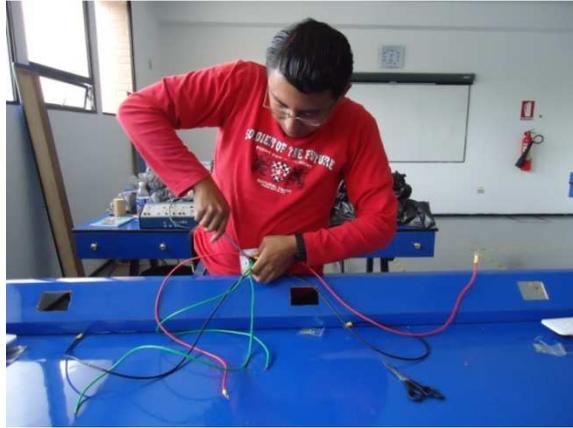


Foto 3. 17 Colocación y ajuste del cable de color verde (Tierra)

Elaborado Por: Francisco Zambrano

f. De esta manera el arnés con el tomacorriente se encuentra terminado para su colocación en la mesa, así se puede ver en la Foto 3.18.



Foto 3. 18 Arnés terminado y colocación

Elaborado Por: Francisco Zambrano

9. Con el arnés listo se procede a conectar el tomacorriente número 3 siguiendo el paso 8 literales c, d y e, pero en este caso solo existe un terminal de cada cable se conecta el terminal en su correspondiente ubicación y se ajusta con la ayuda del desatornillador, ver Foto 3.19.



Foto 3. 19 Colocación del arnés en el tomacorriente 2

Elaborado Por: Francisco Zambrano

10. Se conecta el cable de color rojo de 20cm y el de 40 cm al breaker siemens en un terminal que se encuentra la parte de abajo del mismo, el cual servirá de protección para la línea de fase de la instalación y se ajusta con un destornillador, en el otro terminal se realiza lo mismo pero en este se utiliza el cable de color negro de las mismas dimensiones.

11. Posterior a esto el cable de 20cm se conecta en la luz piloto siendo X1 Fase y X2 neutro, lo mismo se realiza con el cable de 40 cm pero a éste se lo conecta directamente en el tomacorriente con el extremo que se tenía al realizar el paso número 8, como se observa en la Foto 3.20.



Foto 3. 20 Colocación del arnés en el tomacorriente 1 y conexión a luz piloto y breaker
Elaborado Por: Francisco Zambrano

12. Con esto se procede a colocar el cable sucre del que se estañaron sus puntas para una mejor manipulación y el cual servirá como cable de alimentación principal en el que la fase es el cable de color blanco, neutro el rojo y tierra el de color negro, también se suelda el último cable de color verde con el de color negro del cable sucre y a todo esto se lo pasa por el orificio dispuesto en cada módulo, ver Foto 3.21.



Foto 3. 21 Colocación del cable sucre en el módulo
Elaborado Por: Francisco Zambrano

13. Se conecta el cable sucre al breaker respetando la fase y el neutro de la instalación de esta manera se procede a ajustar los tornillos de sujeción para cada uno de los cables de la alimentación principal de la mesa, ver Foto 3.22.



Foto 3. 22 Colocación del cable de alimentación principal.

Elaborado Por: Francisco Zambrano

14. Con la ayuda de un comprobador de fases se revisa cada mesa, para verificar que se encuentren con su instalación bien hecha antes de proceder a cerrar el módulo.

- Cuando en el comprobador se encuentran encendidas las dos primeras indicaciones la fase y el neutro se encuentran bien conectados, ver Foto 3.24.



Foto 3. 23 Verificación de fases

Elaborado Por: Francisco Zambrano

- Si alguna de las dos primeras luces no se enciende la instalación se encuentra mal hecha y se debe revisar para comprobar si la fase o el neutro se encuentran bien conectados o se encuentra flojo algún tornillo, ver Foto 3.24.



Foto 3. 24 Verificación de fases
Elaborado Por: Francisco Zambrano

15. Para verificar si la protección de cada mesa se encuentra funcionando se procede a realizar un corto circuito sistemático y controlado dando como resultado que los breakers se encuentran realizando su trabajo.
16. Con la ayuda de un multímetro se verificó el voltaje de los tomacorrientes de cada mesa dando un voltaje promedio de 119V.
17. Se procede a sujetar los cables con “tire ups” en cada mesa, y se coloca silicona en la parte posterior de los breakers para inmovilizarlos en el módulo, con la ayuda del taladro y la punta ápex se colocan los tornillos de cada tomacorriente en la parte delantera del módulo para atascarlos sobre el módulo.
18. Realizados los pasos anteriores se coloca la tapa en cada módulo en la parte trasera de cada mesa se sujetan mediante 5 tornillos de tipo Phillips, ver Foto 3.25.



Foto 3. 25 Colocación de la tapa trasera del módulo

Elaborado Por: Francisco Zambrano

3.4. Plan de Mantenimiento.

Consiste en mantener al 100% el Laboratorio de Electricidad Básica mediante:

- Un Chequeo Operacional que implica, la operación de un sistema o componente para determinar que está funcionando normalmente.
- Un Chequeo funcional que es un examen detallado en el que se opera el sistema completo, subsistema o componente para verificar si todos los parámetros de funcionamiento se encuentran dentro de sus límites según lo estipulado en el Manual de Mantenimiento o en el Manual de Fabricante.
- Teniendo en cuenta estos detalles se realizó un Plan de Mantenimiento enfocado en dos aspectos primordiales:
 - a. Mantener la operatividad de los Digital Multimeter hasta su renovación por equipos de última generación.
 - b. Tener el cableado eléctrico de cada mesa operativo al 100%.

3.4.1. Plan de Mantenimiento de los Digital Multimeter Model 120

- a. La limpieza de los Digital Multimeter se la debe realizar semestralmente, para evitar que impurezas se acumulen dentro de la carcasa
- b. La calibración de los Digital Multimeter se tiene que efectuar anualmente siguiendo el manual del fabricante **Ver Anexo (B)** y llevando un registro del equipo, desperfectos, calibración, observaciones, responsable y fecha; como se indica en la tabla 3.7.

Tabla 3. 7 Mantenimiento de los Digital Multimeter Model 120

Mantenimiento de los Digital Multimeter Model 120					
Equipo	Desperfecto	Calibración	Observaciones	Responsable	Fecha
10627					
10881					
10814					
10877					
10691					
10887					
10874					
10819					
10742					

Fuente: Francisco Zambrano

Cabe destacar que el formato de la **Tabla 3.7** se entregará en una hoja de cálculo de Excel al Encargado del Laboratorio de Electricidad Básica para los fines pertinentes.

3.6.2. Plan de Mantenimiento de las Mesas de Trabajo.

- a. Antes de cada práctica se tiene que realizar un chequeo visual de toda la instalación eléctrica revisando que los tomacorrientes se encuentren en buen estado, la luz piloto se encienda, y el breaker se encuentre realizando su operación. Si por alguna razón algún elemento antes mencionado se encuentra en mal estado se deberá notificar al Encargado del Laboratorio inmediatamente.

- b. Anualmente se debe realizar además del chequeo visual un chequeo operacional y un chequeo funcional completo, para esto se tendrá que sacar la tapa posterior de la mesa, teniendo en cuenta:
 - La verificación del breaker en cada módulo se realizará mediante el encendido y apagado del mismo el cual se indicara mediante la luz piloto, si por algún motivo esta no se enciende se procederá a verificar el voltaje en un toma corriente si existe medición se deberá revisar la conexión eléctrica de luz piloto, si se encuentra quemada se debe proceder a su cambio.

 - Si en el caso que en toda la mesa no exista medición de voltaje se debe revisar que el cable principal de voltaje se encuentre conectado en el breaker y en ese mismo punto se procederá a revisar el voltaje si existe voltaje se procederá a verificar a la salida del termomagnético si en este punto existe medida de voltaje, se procederá a revisar en cada punto de conexión de los tomacorrientes si en alguno de estos no existirá medida de voltaje se tendrá que:
 1. Medir continuidad en el arnes si no existiera se deberá cambiar por una nueva como se indica en el punto 8 de la Instalación Eléctrica.

 2. Si existiera continuidad el problema es el tomacorriente el cual se encuentra quemado se procede a retirar todo el arnes para quitar los 2

tornillos que lo sujetan al módulo y se realiza el cambio por uno nuevo de similares características es to es para todos los toma corrientes.

- En el caso que en ningún punto de la instalación eléctrica no existiera ninguna medición se deberá tomar la medida del tomacorriente al cual va conectado a la línea principal de voltaje de cada una de las mesas si no existiera medición en ese punto se deberá revisar el termomagnético de la caja principal de Breakers de la Planta Baja el cual se encuentra a 50m del Laboratorio de Electricidad Básica, para esto se tomara en cuenta que el número del Breaker es el 19,20 y 21 siendo este un breaker trifásico de 10A en el cual se deberá verificar si se encuentra en buen estado y verificar voltaje en el mismo, si no existe medición se deberá proceder a verificar en la línea de ingreso del mismo.

Tabla 3. 8 Mantenimiento de la Instalación Eléctrica

Mantenimiento de la Instalación Eléctrica					
Mesa N°	Desperfecto	Medida Correctiva	Observaciones	Responsable	Fecha
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Fuente: Francisco Zambrano

Cabe destacar que el formato de la **Tabla 3.8** se entregará en una hoja de cálculo de Excel al Encargado del Laboratorio de Electricidad Básica para los fines pertinentes.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones.

- Se ha reestructurado las diez mesas de trabajo con una nueva instalación eléctrica (protección, iluminación y cableado) en el Laboratorio de Electricidad Básica, para su funcionalidad en cada práctica que se lleve a cabo en dicho Laboratorio.
- Se brindó mantenimiento a los diez Digital Multimeter Model 120 mediante un chequeo operacional, y un chequeo funcional, para que se encuentren operativos al 100% y al momento de realizar una medición se encuentren calibrados.
- Para el dimensionamiento de la protección en cada una de las mesas de trabajo, se considero la carga total que va ir conectada a la misma, teniendo en cuenta todos los equipos que se utilizan.
- Mediante la fórmula del cálculo del conductor se obtuvo el número de cable a ser utilizado en la instalación eléctrica.
- La implementación del sistema eléctrico en cada una de las mesas de trabajo facilita el uso de los equipos al momento de realizar las prácticas del laboratorio, las cuales fomentarán una enseñanza práctica a los alumnos que hacen uso del Laboratorio de Electricidad Básica.
- La limpieza, calibración, y el chequeo operacional de los equipos beneficia a que estos no se encuentren en un deterioro paulatino.
- Se elaboró el plan de mantenimiento tanto de los Digital Multimeter como de las Mesas de trabajo el cual se pone a consideración del encargado del laboratorio quien lo deberá llevar a cabo semestralmente

y anualmente siguiendo el formato de la tabla 3.5 y de la tabla 3.6 las que se realizaron en Excel .

4.2. Recomendaciones.

- Verificar antes y después de la realización de las prácticas que el breaker de la mesa a ser utilizada se encuentre desconectado o apagado, para ahorrar energía.
- Efectuar el respectivo mantenimiento de la instalación eléctrica ubicada en cada mesa de trabajo, para mantener su operatividad.
- Realizar un monitoreo de los mantenimientos realizados a los equipos a fin de establecer estadísticamente las fallas recurrentes y así tener un stock mínimo de repuestos que permita mantener la operatividad del Laboratorio.
- En el momento en el cual el laboratorio tenga la capacidad de operar con las diez mesas a su plena carga se recomienda el dimensionamiento del Termomagnético que se encuentra en la caja matriz de breakers número 23.
- Para dimensionar la protección a ser utilizada en la instalación eléctrica, se debe considerar la carga total que va a ir conectada a la misma, teniendo en cuenta los equipos que se utilizan en una práctica de laboratorio.
- Se recomienda realizar un estudio ergonómico de los Laboratorios de todas las Carreras a fin de que el ambiente de trabajo en cada laboratorio se óptimo.

GLOSARIO.

Ambiente.- Condiciones o circunstancias físicas, humanas, sociales, culturales, etc., que rodean a las personas, animales o cosas

Ámbito.- Espacio comprendido dentro de unos límites determinados

Breaker es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos

Corriente.- Paso de la electricidad por un conductor

Energético.- Relativo a la energía

Eficiencia.- Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles:

Frecuencia.- Número de oscilaciones, vibraciones u ondas por unidad de tiempo en cualquier fenómeno periódico

LED.- es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz

Mantenimiento.- Mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

Plan de Mantenimiento.- conjunto estructurado de tareas que comprende las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para ejecutar un mantenimiento

Sostenibilidad.- Se refieren al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno.

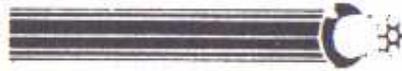
Tecnología.- Conjunto de los conocimientos, instrumentos y métodos técnicos empleados en un sector profesional

Bibliografía

- ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Wolfgang Laurig y Joachim Vedder
- Enciclopedia multimedia Encarta 2009.
- UCLA Labor Occupational Safety & Health Program (LOSH)
- Ergonomía Cognitiva Apuntes para su Aplicación en Trabajo y Salud Dr. Pedro Almirall Hernández.
- <http://www.formaciontecnica.cl/>
- <http://www.euss.es/web/portal/es/contenidos/16/laboratorio-de-electricidad.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Educación_tecnológica
- <http://doctorado.die.uchile.cl/lab.html>
- <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CentroLaboratorios/docentes/laboratorios/Lab+ElectricidadMagnetismo.htm>
- <http://www.ucm.es/info/electron/laboratorio/index.html>
- <http://www.visitacasas.com/oficinas/elegir-sillas-ergonomicas/>
- <http://geosalud.com/Salud%20Ocupacional/enfoqueergonomico.htm>
- <http://www.ergonomia.cl/postura.html>
- http://1.bp.blogspot.com/_om7PSh8mEbl/SnKfM7j949I/AAAAAAAAAAM/OKCn6ObmTnY/s1600-h/perfectposture.gif
- [http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode eléctrica](http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode%20electronica)
- http://www.scribd.com/doc/20505336/Tomacorriente?secret_password=&autodownload=pdf
- www.facom.com
- <http://www.parro.com.ar/definicion-de-terminal>
- http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_magnetotérmico
- http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp

ANEXOS

ANEXO A TABLA DE CONDUCTORES AWG



CABLES DE COBRE TIPO T H W – 600V – 75°C

CONDUCTOR				Espesor de Aislam.	Diámetro Exterior Aprox.	Peso total Aprox.	CAPACIDAD		Longitud de Empaque m
Calibre	Sección	Diámetro Aprox.	Peso Aprox.				*	**	
AWG ó MCM	mm ²	mm	Kg/Km	mm	mm	Kg/Km	Amp.	Amp.	m
14 Sol.	2.08	1.63	18.55	1.14	3.91	32.44	15	20	100 RC
12 "	3.31	2.05	29.34	1.14	4.33	45.34	20	25	100 "
10 "	5.26	2.59	46.84	1.14	4.87	65.54	30	40	100 "
8 "	8.37	3.26	74.20	1.52	6.30	106.16	50	70	100 "
8 7 h.	8.37	3.89	75.05	1.52	6.73	112.68	50	70	100 "
6 "	13.30	4.85	120.60	1.52	7.69	186.29	65	95	100 "
4 "	21.15	5.88	190.58	1.52	8.92	247.17	85	125	" "
2 "	33.62	7.41	302.66	1.52	10.45	373.67	115	170	" "
1 /0 19 h.	53.51	9.45	484.90	2.03	13.51	600.17	150	230	" "
2 /0 "	67.44	10.63	611.40	2.03	14.69	740.59	175	265	" "
3 /0 "	85.02	11.95	771.00	2.03	16.01	916.23	200	310	" "
4 /0 "	107.22	13.40	972.30	2.03	17.46	1135.72	230	360	" "
250 37 h.	126.68	14.63	1157.90	2.41	19.45	1362.61	255	405	" "
300 "	152.01	16.03	1389.50	2.41	20.85	1813.88	285	445	" "
350 "	177.35	17.29	1622.00	2.41	22.11	1864.45	310	506	" "
400 "	202.68	18.48	1853.00	2.41	23.30	2112.85	335	545	" "
500 "	253.35	20.65	2316.00	2.41	25.47	2608.39	390	620	" "
600 61 h.	304.02	22.68	2780.00	2.79	28.26	3148.11	420	690	" "
700 "	354.69	24.48	3242.00	2.79	30.06	3641.36	460	755	" "
750 "	380.03	25.38	3474.00	2.79	30.96	3889.25	475	785	" "
800 "	405.36	26.19	3705.00	2.79	31.77	4134.69	490	815	" "
1000 "	506.70	29.25	4632.00	2.79	34.83	5117.54	520	870	" "

Colores: Blanco - Negro - Rojo - Azul - Amarillo - Verde.
Para calibres 8 AWG - 1000 MCM solo Negro

ANEXO B MANUAL DEL FABRICANTE DE LOS DIGITAL MULTIMETER

ANEXO C ANTEPROYECTO

1. EL PROBLEMA

1.1. EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el año de 1954, la Fuerza Aérea Ecuatoriana crea su Escuela de Especialidades del Estado Mayor, consciente de que la actividad Aeronáutica demanda de perfección, en lo que se refiere al mantenimiento de las aeronaves y sus componentes, pues un mal funcionamiento o un error humano, tendría consecuencias fatales.

En el año de 1976, las instalaciones de esta escuela se trasladan hasta la ciudad de Latacunga y luego de haber graduado a 21 promociones de Aerotécnicos cambia su denominación por el de Escuela Técnica de Aerotécnicos, nombre con el que permanece hasta el año de 1990, fecha en la que se denomina Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, ETFA.

Esta gran infraestructura educativa, por iniciativa del mando de la Fuerza Aérea se pone al servicio de la juventud estudiosa de la Patria bajo el principio de que la sociedad Ecuatoriana irá donde vayan sus Universidades y que las Fuerzas Armadas irán donde vayan sus centros de formación, con profunda convicción en los ideales, se presenta el proyecto de transformación de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea a Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ITSA.

Con el fin de formar técnica y humanísticamente al personal de oficiales, aerotécnicos, alumnos y ciudadanos civiles que participen en forma mancomunada en la seguridad y desarrollo tecnológico del País, fue el objetivo que inspiró a presentar este proyecto de transformación, que muy bien acogido por las autoridades hizo posible que el 8 de Noviembre de 1999, se ponga a disposición del País Fructíferas Carreras, las mismas que plantean nuevas posibilidades educativas a la juventud Ecuatoriana como constituyen las Tecnologías en Mecánica Aeronáutica Menciones Motores y Estructuras, Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, Logística y

Transporte, Telemática, y Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre. Para la formación técnica se tiene el apoyo de la escuela de idiomas la cual está abierta para el público en general acreditando al estudiante con la Suficiencia el Idioma Inglés.

Durante todo este proceso de evolución del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se han establecido diferentes laboratorios para llevar a cabo prácticas que ayudan a la formación técnica de los estudiantes, en ese sentido se ha tratado de brindar un servicio de alta calidad en cada especialidad, pero los laboratorios que en la actualidad existen no están contextualizados a las necesidades de la sociedad actual; a pesar del proceso de renovación que se está dando el establecimiento; como por ejemplo se han adquirido nuevos osciloscopios y entrenadores RF para la Carrera de Electrónica.

El laboratorio de Electricidad Básica, cuenta con equipos que desde hace 20 años no han tenido una renovación ni un claro proceso de mantenimiento, se puede observar diferentes aparatos antiguos y muchos de ellos sin funcionamiento, lo que limita el aprendizaje experimental de los estudiantes.

La adquisición de nuevas mesas para el laboratorio como parte de la renovación Institucional no tiene una función práctica para su uso correcto, la función ergonómica es nula en este sentido, y mucho mas la función de instalación eléctrica, la que debería ser un ícono fundamental para las prácticas de Electricidad Básica.

1.2. FÓRMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo efectivizar el uso de los diferentes componentes del laboratorio de Electricidad Básica, del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La presente investigación tiene su razón de ser debido a que es importante recalcar que el proceso educativo se complementa correctamente poniendo en práctica los conocimientos teóricos, de esta manera los laboratorios se constituyen en herramientas muy útiles dentro de los establecimientos educativos.

Los procesos de funcionamiento de diferentes materiales técnicos deben ser llevados a cabo bajo un preciso y efectivo plan de mantenimiento, con la proyección sostenible de cada ítem, y en pro de un mejor servicio para los estudiantes.

Por otro lado, se debe recalcar que en un lugar donde los estudiantes realizan sus diferentes prácticas deben poseer las seguridades y la ergonomía necesaria.

El Instituto, busca mejorar su servicio, sobre todo en la parte práctica, debido a que la oferta académica es netamente técnica, y a partir de la experimentación los estudiantes pueden adquirir conocimientos significativos y que al culminar su proceso de estudio puedan solucionar los problemas propios de su especialidad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

Realizar un Estudio Técnico del Laboratorio de Electricidad Básica de la Carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

1.4.2. ESPECÍFICOS

- ◆ Investigar los diferentes tipos de laboratorios que existen para Electricidad.
- ◆ Diagnosticar el estado actual del Laboratorio de Electricidad Básica.
- ◆ Plantear un proyecto de aplicación mediante los datos obtenidos en las diferentes etapas de la investigación.

1.5. ALCANCE

El presente trabajo está encaminado hacia el desarrollo de un proyecto para la efectivización del uso de los diferentes componentes del Laboratorio de Electricidad Básica por medio del acondicionamiento del cableado eléctrico en las nuevas mesas y, el mantenimiento de las unidades de medición; de la Carrera de Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, que se encuentra ubicado en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi.

2. Plan de Investigación

El presente proyecto de investigación será desarrollado mediante la utilización de procedimientos lógicos a las diferentes modalidades, tipos, niveles, métodos, y técnicas de investigación dirigidos a la efectivización del uso de los diferentes componentes del Laboratorio de Electricidad Básica en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

2.1. Modalidad Básica de la Investigación

Debido a la factibilidad es prudente utilizar las modalidades de campo por lo que la investigación se llevará a cabo en el lugar donde se originan los hechos, es decir, en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

De la misma manera, se utilizará la Bibliografía Documental que permitirá realizar una investigación detallada, proceso que se basará en la búsqueda de información necesaria que permita dar solución al problema expuesto, para lo cual será útil investigar en la Biblioteca del "ITSA", Bibliotecas, Internet, revistas de Tendencia Tecnológica, documentación donde se guarda información, etc.

Esta información servirá posteriormente para desarrollar el marco teórico.

2.2. Tipos de Investigación

Se utilizará una investigación no experimental, debido a que se observará cómo se encuentran los componentes con los que cuenta el Laboratorio de Electricidad Básica de la Carrera de Electrónica del ITSA.

2.3. Niveles de Investigación

El tratamiento de esta labor, se situará en la Investigación Descriptiva, y Correlacional; para un mejor entendimiento de la propuesta de

investigación se enuncia lo más relevante de los tipos de Investigación que se han escogido.

Descriptiva: se utilizará debido a que este nivel ayuda a identificar como se encuentran los diferentes sistemas y unidades del laboratorio de Electricidad Básica de la carrera de Electrónica a fin de que se presenten cuáles son sus necesidades y las soluciones a ser consideradas.

Correlacional: Porque se realizará un análisis comparativo con diferentes modelos de laboratorios y los diferentes procesos de mantenimiento.

2.4. Universo población y Muestra

2.4.1. Universo

El Universo para la presente investigación son todas aquellas personas que puedan ser beneficiadas con el servicio del Laboratorio en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

2.4.2. Población

Se tomará en cuenta a los docentes, y estudiantes que hacen uso del laboratorio de Electricidad Básica, debido a que ellos se encuentran en contacto directo con el problema ha ser solucionado.

2.4.3. Muestra

Se realizará una entrevista estructurada al Director de la Carrera, a los docentes que hacen el uso del Laboratorio y a un estudiante escogido al azar.

2.5. Recopilación de datos

2.5.1. Técnicas

Para la presente investigación, se utilizarán las técnicas investigativas de Campo que es la Observación con su instrumento la Ficha de Observación, y la Entrevista con su instrumento Preguntas Estructuradas.

2.6. Procesamiento de la Información

De acuerdo a los objetivos planteados se llevarán a cabo diferentes actividades para la consecución de cada uno de ellos, así podemos anotar:

a. Análisis e interpretación de resultados

Para el análisis e interpretación de resultados se tomará una base estadística la cual estará sujeta a un desarrollo cuantitativo de los datos ha ser analizados, que son resultantes de la observación.

2.7. Conclusiones y Recomendaciones

Serán citadas al momento de completar toda la investigación y al obtener los resultados pertinentes de la tabulación de datos.

3. Ejecución del Plan Metodológico y Marco Teórico

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Educación Técnica

La Formación Técnica es una modalidad de enseñanza que enfrenta el desafío de proporcionar una mayor y continua adecuación del sistema educativo a los requerimientos del aparato productivo sin descuidar la formación integral y permanente del alumno. Para ello se necesita involucrar al proceso de formación técnica a todos los actores relevantes, así como hacer que se generen diálogos y relaciones de cooperación entre ellos.⁴

La **educación tecnológica**, es una asignatura escolar introducida a partir de los años 1980 en diversos países del mundo y a partir de los años 1990 en los de habla hispana. Su propósito es familiarizar a los estudiantes con las tecnologías más importantes en general.⁵

3.1.2. Electricidad

La enseñanza y el aprendizaje de la electricidad, ha sido objeto de numerosas investigaciones, libros y conferencias (Duit et al., 1985 ; Caillot, 1992). La imagen mundial emergente no es prometedora, dado que un saber adecuado concerniente, por ejemplo, a los circuitos eléctricos ha sido raramente adquirido por los alumnos al final de la enseñanza. Los resultados de investigaciones proveen una vía clara de la variedad de ideas alternativas de los alumnos específicos del tema. Ellos muestran también que los alumnos encuentran profundas dificultades a nivel de los conceptos y del razonamiento al momento de la comprensión de la electricidad

⁴ <http://www.formaciontecnica.cl/>

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Educaci3n_tecnol3gica

elemental. Esas dificultades tienden a ser más ignoradas que tomadas en cuenta en la enseñanza habitual o innovadora.

El razonamiento causal lineal es utilizado por los alumnos para explicar el funcionamiento de los circuitos eléctricos. En los circuitos simples, los modelos causales son del tipo fuente consumidor, parecen, desde un punto de vista científico, a una visión energética del funcionamiento de un circuito simple.

Es frecuente, después de la enseñanza de la resistencia, que los modelos secuenciales se desarrollen, según los cuales toda perturbación de los trayectos en una dirección afecta los componentes del circuito más abajo.

El razonamiento causal lineal es fundamentalmente diferente del razonamiento sistémico el cual es necesario para comprender el circuito eléctrico como un sistema cerrado en el cual todos los componentes interactúan entre ellos y toda perturbación se extiende en todas direcciones.

Los alumnos confunden las características de la corriente y de la energía, la tensión considerada como una propiedad de “corriente” indicando su “fuerza” Todos esos conceptos científicos se reducen a la noción global no diferenciada de “corriente/energía”.

Razones básicas por las cuales es necesario llevar a cabo un proceso práctico por medio del cual el aprendizaje teórico sea puesto en práctica y esta actividad ayude a despejar todas las ideas que el estudiante tenga en cuanto a la información de la electricidad; para este proceso es necesario tener un laboratorio que ofrezca todos los materiales necesarios para la realización de diferentes conocimientos experimentales.

3.1.3. Laboratorios

Un **laboratorio** es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan experimentos investigaciones 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.

a. Laboratorios de Electricidad

Por medio de un análisis comparativo entre diferentes laboratorios de electricidad pertenecientes a universidades reconocidas a nivel mundial se tomará en cuenta las características que han tenido más frecuencia, la practicidad del uso de materiales, la distribución de módulos y la ergonomía; teniendo en cuenta su aplicación y factibilidad para la enseñanza se cita el Laboratorio de Electricidad de la Universidad EUSS⁶, la finalidad de este laboratorio de electricidad es la de formar al alumno en el conocimiento básico de la electricidad, a nivel general de circuitos eléctricos y a nivel más específico dentro de la especialidad de electricidad, tanto en los campos de las instalaciones eléctricas para viviendas e industrias como en los campos de las instalaciones industriales en procesos automatizados. También destaca el aprendizaje en el campo de la Luminotecnia, tanto a nivel doméstico como industrial y exterior.

Equipamiento con que cuenta:

16 armarios de alimentación trifásica; 17 fuentes de alimentación; 17 analizadores de red; 16 testers digitales; 16 juegos de resistencias de potencia, inductancias y condensadores; Equipos didácticos de régimen de neutro y analizador de tierras; 8 transformadores de corriente, 8 shunts y 16 transductores; 5 equipos de medida de energía activa y reactiva; 19 entrenadores para hacer instalaciones con automatismos eléctricos con bananas; 5 cuadros para hacer

⁶ <http://www.euss.es/web/portal/es/contenidos/16/laboratorio-de-electricidad.htm>

instalaciones con automatismos eléctricos con cableado; Conjunto de detectores inductivos, capacitivos, Fotoeléctricos y de fibra óptica; 3 entrenadores con cilindros neumáticos; 16 programas de diseño de esquemas de automatización eléctrica EPLAN Compact; 2 reguladores de velocidad y 1 arranque electrónico; 4 equipos de lógica programable LOGO!; 6 conjuntos de lámparas de incandescencia, bajo consumo, fluorescencia, halógenos, vapor de mercurio y vapor de sodio; 4 luxómetros digitales y detectores de intensidad de flujo luminoso, presencia, humedad y crepuscular; Programa de cálculo de iluminación interior, exterior y de emergencia de Daisa, Disano, IEP y Gewiss.



Laboratorio de eléctrica de la EUSS

Fuente: <http://www.euss.es/web/portal/es/contenidos/16/laboratorio-de-electricidad.htm>

Siguiendo el sendero de que el desarrollo teórico va de la mano con el perfeccionamiento práctico la Universidad EAFIT posee un Laboratorio de Electricidad y Magnetismo, el Laboratorio lleva a cabo toda la logística que requiere el correcto desarrollo de las prácticas de laboratorios; apoya los trabajos de clase y los proyectos de grado, facilita información y asesoría técnica y acompaña la realización de las investigaciones generadas por el Departamento de Ciencias Básicas; el cual cuenta con Fuentes regulables en voltaje y corriente, medidores de campo eléctrico, Generadores de Van de Graff, Voltímetros, vatímetros y amperímetros digitales, graficador XY, Dinamómetros de torsión, Bobinas de Helmholtz, conductores circulares, medidores de campo magnético, condensador de placas paralelas, Kits de electricidad estática, Galvanómetros con diferentes escalas de voltaje y

corriente, Motores didácticos, resistencias, bobinas, aislantes, condensadores, dispositivos de sujeción ⁷



Mesa de trabajo del Laboratorio de Electricidad y Magnetismo Universidad EAFIT

Fuente:

<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CentroLaboratorios/docentes/laboratorios/Lab+ElectricidadMagnetismo.htm>

Existe otro laboratorio el cual pertenece a la Universidad Politécnica de El Salvador El laboratorio de Ingeniería Eléctrica⁸ cuenta con un área de 231 m² de los cuales 42 m² se usan para el área administrativa. Se cuenta con biblioteca y sala de reuniones y el resto para las prácticas de laboratorio, aparte se tiene servicios, bodega, área para subestaciones y área para prácticas de armado de estructuras de distribución primaria y secundaria.

Equipo disponible:

PLCs para procesos industriales de automatización y control; Computadoras básicas; Impresor matricial; Sistema de entrenamiento electro-neumático; Entrenador de programación de controladores de procesos térmicos, con dos controladores; Unidades LOGO (microplc); Equipo LABVOLT para entrenamiento en máquinas eléctricas y conversión de energía; Tester digitales multifunciones; Tester analógicos multifunciones; Breadboards; Osciloscopios analógicos de dos canales; Osciloscopios digitales de dos canales independientes; Generadores de funciones analógicas; Generadores de funciones digitales; Herramientas de mecánica básicas, llaves fijas, allen, destornilladores, tenazas, pinzas; Fuentes de voltaje analógicas mono polares; Fuentes de voltaje digitales

⁷ <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CentroLaboratorios/docentes/laboratorios/Lab+ElectricidadMagnetismo.htm>

⁸ [http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode eléctrica](http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode%20electronica)

mono polares; Kit de elementos electrónicos, resistencias, circuitos integrados, elementos semiconductores, elementos activos; Tacómetro; Motores de prueba monofásicos y trifásicos; Contactores, temporizadores, y relés auxiliares, para control alambrado de máquinas; Arrancadores, relés de sobrecarga ajustables; Botoneras y manetas de maniobra; Luxómetro; Capacímetro; Inductómetro; Telurómetro; Analizador de sistemas eléctricos AR5; Entrenadores para Microprocesador MPU8085; Equipo de entrenamiento para instalaciones eléctricas, cajas de protecciones, canalizaciones en galvanizado y PVC, herrajes para tendido de líneas, transformadores monofásicos, herramientas para instalación de cables en poste; Dobladora de tubería conduit; Enlace completo de microonda Lucent Thecnologies; Equipo simulador de procesos para interactuar con PLCs, Equipo captador y visualizador de señales analógicas y digitales CAPVIS, a través del puerto paralelo de un ordenador o PC; Contador de frecuencias; Compresor; Equipo de entrenamiento de control electrónico de motores.



Equipos del Laboratorio de la Universidad Politécnica de El Salvador
[http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode eléctrica](http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode%20electronica)

3.1.4. Ergonomía

La Ergonomía es el estudio de la conducta y las actividades de las personas adecuando los sistemas y puestos de trabajo a las necesidades de los usuarios.

La Ergonomía trabaja en distintas áreas como la Biomecánica, Ambiental, Cognitiva, diseño etc.

La palabra ERGONOMÍA se deriva de las palabras griegas "ergos", que significa trabajo, y "nomos", leyes; por lo que literalmente significa "leyes del trabajo" y podemos decir que es la actividad de carácter multidisciplinar encargada de la conducta y las actividades, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos, a las características, limitaciones y necesidades, buscando optimizar su eficacia, seguridad y confort.

3.2. Modalidad básica de la Investigación

La investigación fue realizada a partir de la modalidad de campo por lo que la investigación se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, esto permitió conocer cuáles son las condiciones del laboratorio de Electricidad Básica; **Ver Anexo 1**

De la misma manera se utilizó la Bibliografía Documental que permitió realizar una investigación detallada, proceso que se basó en la búsqueda de información necesaria que permita dar solución al problema expuesto, para lo cual fue útil investigar en la Biblioteca del "ITSA", Internet, y revistas de Tendencia Tecnológica; **Ver Bibliografía**

3.3. Tipos de Investigación

Para llevar a cabo este trabajo se utilizó la investigación no experimental, ya que permitió conocer cómo se encontraba la situación actual del Laboratorio y todos sus componentes mediante la utilización de una ficha de observación la cual arrojó los siguientes resultados:

Debido a que las mesas fueron adquiridas recientemente su funcionalidad es de buen estado porque no tienen la instalación eléctrica suficiente para el desarrollo de las prácticas que se llevan a cabo.

Con los generadores de audio en total son siete, uno en mal estado por no tener una bornera y los seis en buen estado pero su tecnología es antigua.

Fuentes de poder en total existen once de los cuales nueve se encuentran en buen estado y dos en mal estado por la falta de su calibración e igual su tecnología es antigua.

Fuentes de poder AC/DC de su total de doce, cuatro en buen estado y ocho siendo la mayoría se encuentran en un mal estado presentando varias fallas siendo una de mayor importancia su calibración, también es de tecnología antigua.

En los multímetros digitales (unidades de medición) se tienen cuatro equipos en mal estado por la falta de mantenimiento teniendo como principal falla la falta del porta fusible por un tornillo de tipo Phillips, uno se encuentra con un segmento de su display quemado y con respecto al amperímetro se debe cambiar su fusible y realizar una limpieza de todos los equipos que existen el laboratorio que en su totalidad son diez.

3.4. Niveles de Investigación

La Investigación Descriptiva, fue de mucha importancia para un mejor entendimiento de la propuesta de investigación; como se cito anteriormente el Laboratorio de Electricidad Básica necesita de mantenimiento para los equipos para el desarrollo de las prácticas, se llevo acabo mediante el análisis de que sistemas, unidades se encontraban en mal estado con la comprobación con un equipo patrón (Multímetro Digital), se tomo nota del total de sistemas y equipos que se encuentran mal estado (**ver tabla 2**), con las mesas se realizó una observación la cual noto la falta de instalaciones eléctricas en cada mesa de trabajo para independencia de cada una, la señalización dentro del laboratorio no es la mejor teniendo que realizar un cambio en la señalización, con las sillas se presenta una ergonomía inadecuado debido a que no presentan un apoyo para la columna y generando una mala postura para el estudiante con cansancio.

La investigación Correlacional se utilizó para encontrar las ventajas de la y desventajas de los diferentes tipos de laboratorios de Electricidad; **Ver Tabla 1.**

3.5. Universo población y Muestra

3.5.1. Universo

El Universo para la presente investigación fueron todas aquellas personas que pueden ser beneficiadas con el servicio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, siendo aquellas Autoridades, Personal Administrativo, Docentes, Estudiantes, o Invitados Especiales.

3.5.2. Población

Se tomó en cuenta a los docentes, y estudiantes que hacen uso del laboratorio de Electricidad Básica, debido a que ellos se encuentran en contacto directo con el problema ha ser solucionado.

3.5.3. Muestra

Debido a que se tomaron en cuentan un total de cuatro personas para la entrevista no se utilizó la fórmula pero será citada a continuación:

$$n = \frac{PQ * N}{(N - 1)E^2 / K^2 + PQ}$$

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

PQ = Constante de la varianza población (0,25)

E = Error máximo admisible (0.01 al 0.05: o sea entre 1% y 5 %).

K = Constante de corrección del error (2)

3.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Entrevista realizada a la Ingeniera Jessy Espinoza:

ENTREVISTA

1. ¿Qué opina a cerca del Laboratorio de Electricidad Básica?

Equipos defectuosos y de tecnología antigua

2. ¿Está de acuerdo con la modernización de los laboratorios?

Si porque se necesitan equipos de última tecnología

3. ¿Qué problemas ha identificado en el uso y manejo del laboratorio de Electricidad Básica?

En los equipos de medición; fuentes defectuosas; puntas de prueba en mal estado; cantidad de materiales insuficientes y no adecuados.

4. ¿Cuáles serían las soluciones a los problemas antes mencionados?

Adquisición de materiales y mantenimiento adecuado

5. ¿Cómo le gustaría que fuera el laboratorio de Electricidad?

Mesas de trabajo individual, Conexiones individuales para los equipos, Computadoras.

Equipos de última tecnología para el desarrollo específico de cada práctica

Entrevista realizada al Ingeniero Pablo Pilatásig:

ENTREVISTA

1. ¿Qué opina a cerca del Laboratorio de Electricidad Básica?

Es uno de los Laboratorios para la formación básica de los estudiantes

2. ¿Está de acuerdo con la modernización de los laboratorios?

Por supuesto debido a que se tiene que dar las facilidades al estudiante

3. ¿Qué problemas ha identificado en el uso y manejo del laboratorio de Electricidad Básica?

Las mesas de trabajo deterioradas y por eso se optan por su cambio

4. ¿Cuáles serían las soluciones a los problemas antes mencionados?

Se optó por el cambio de las nuevas mesas

5. ¿Cómo le gustaría que fuera el laboratorio de Electricidad?

Preste todas las facilidades para que los alumnos cumplan sus prácticas.

Entrevista realizada al Ingeniero Edwin Pruna:

ENTREVISTA

1. ¿Qué opina a cerca del Laboratorio de Electricidad Básica?

Equipos de tecnología antigua

2. ¿Está de acuerdo con la modernización de los laboratorios?

Claro que sí y también la capacitación de los docentes con los equipos si fueran complejos

3. ¿Qué problemas ha identificado en el uso y manejo del laboratorio de Electricidad Básica?

Mayoría de equipos análogos y mediciones erróneas, falta de fuentes digitales

4. ¿Cuáles serían las soluciones a los problemas antes mencionados?

Digitalizar el laboratorio

5. ¿Cómo le gustaría que fuera el laboratorio de Electricidad?

Con una nueva tecnología y que preste todas las necesidades.

Entrevista realizada al Alumno Militar de Segundo Nivel de la Carrera de Electrónica Ortega Diego:

ENTREVISTA

1. ¿Qué opina a cerca del Laboratorio de Electricidad Básica?

Está en buenas condiciones hasta el momento brinda todos los requisitos.

2. ¿Está de acuerdo con la modernización de los laboratorios?

Si porque con nueva tecnología se realizaran nuevas prácticas y mejores resultados.

3. ¿Qué problemas ha identificado en el uso y manejo del laboratorio de Electricidad Básica?

Hasta el momento ninguno en seguridad, pero en los equipos renovación y cambios.

4. ¿Cuáles serían las soluciones a los problemas antes mencionados?

Adquisición de materiales y mantenimiento de los existentes.

5. ¿Cómo le gustaría que fuera el laboratorio de Electricidad?

Todos los materiales indispensables para las prácticas y mantenimiento de los existentes si amerita el caso.

Dentro de esta entrevista se manifestó que la mayoría de sus compañeros opinan lo mismo debido ha que se trabaja con los mismos equipos con los cuales cuenta el Laboratorio de Electricidad.

3.6.1. Resultado General de la Entrevista

A partir de la realización del la entrevista al Director de la Carrera de Electrónica, mención en Instrumentación y Aviónica, y a los docentes, quienes laboran en el Laboratorio de Electricidad Básica, se puede realizar el siguiente análisis tomando en cuenta la opinión de cada uno de ellos.

En la primera pregunta de la entrevista: ¿Qué opina a cerca del Laboratorio de Electricidad Básica?, los entrevistados coinciden en una premisa muy importante para esta investigación, la misma que hace referencia a los Equipos de Tecnología Antigua, muchos de ellos están defectuosos y son útiles para conocimientos muy básicos de la materia en estudio. Esta respuesta fundamenta un alto porcentaje del problema planteado en este trabajo por lo que se debe tener en cuenta esta opinión para futuras decisiones.

La pregunta: ¿Está de acuerdo con la modernización de los laboratorios? Tiene como resultado un completo sí, pero de él derivan varios factores importantes en el desarrollo de un proceso de modernización, esto se enfoca a la necesidad de estar al día con la tecnología para satisfacer las necesidades de los estudiantes a través de una buena capacitación a los docentes en el uso de los instrumentos que sean de utilización nueva y compleja.

La tercera pregunta: ¿Qué problemas ha identificado en el uso y manejo del laboratorio de Electricidad Básica?, los entrevistados enlistan problemas que se pueden enmarcar en diferentes tipos; en los que se refiere a la parte logística, el problema identificado es que las mesas de trabajo estaban deterioradas pero ya se las ha cambiado; en el sentido técnico-eléctrico la mayoría de equipos son análogos y presentan mediciones erróneas, debido a que las fuentes son defectuosas, es decir no existen fuentes digitales; las puntas de prueba se encuentran en mal estado. En general, la cantidad de materiales es insuficiente y no adecuada para los procesos que se llevan a cabo en el laboratorio.

¿Cuáles serían las soluciones a los problemas antes mencionados?, es la pregunta número cuatro de la entrevista, en la que dos personas entrevistadas coinciden que la necesidad más urgente es la adquisición de materiales digitalizados, y un programa de mantenimiento para tener una vida útil de los equipos a largo plazo; por otro lado, uno de los

entrevistados dice que ya se ha optado por el cambio de las mesas que eran el principal problema del laboratorio.

Finalmente, la quinta pregunta: ¿Cómo le gustaría que fuera el laboratorio de Electricidad?, es respondida por dos de los entrevistados de una forma muy general y breve en la que piden que el laboratorio preste todas las facilidades, con nueva tecnología, para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas. Y el último entrevistado hace una lista de características de debería tener un laboratorio de Electricidad Básica así:

Mesas de trabajo individual.

Conexiones individuales para los equipos.

Computadoras.

Equipos de última tecnología para el desarrollo específico de cada práctica.

Estas recomendaciones obtenidas son de mucha importancia debido a que los señores docentes dominan esta materia y saben las verdaderas necesidades que existen en la actualidad.

3.6.2. Tabla de datos referenciales.

TIPOS DE LABORATORIOS DE ELECTRICIDAD	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Laboratorio de la Universidad de El Salvador⁹	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 16 armarios de alimentación trifásica, 17 analizadores de red. ➤ Equipos didácticos de régimen de neutro y analizador de tierras ➤ 16 programas de diseño de esquemas de automatización eléctrica EPLAN Compact ➤ 5 equipos de medida de energía activa y reactiva. ➤ Conjunto de detectores inductivos, capacitivos, Fotoeléctricos y de fibra óptica ➤ 3 Entrenadores con cilindros neumáticos, 2 reguladores de velocidad y 1 arranque electrónico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aun posee equipos analógicos
Universidad EAFIT de Electricidad y de Magnetismo¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lleva a cabo toda la logística que requiere el correcto desarrollo de las prácticas de laboratorios ➤ Apoya los trabajos de clase y los proyectos de grado facilitando información y asesoría técnica ➤ Ayuda al departamento de ciencias básicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se considera como un laboratorio de ciencias básicas para el desempeño de su tarea siendo de mucha importancia para la formación de los estudiantes.
Universidad EUSS¹¹	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuenta con biblioteca, sala de reuniones, área de subestaciones, y área de prácticas de armado de estructuras. ➤ Computadoras básicas, Impresor matricial. ➤ Sistema de entrenamiento electro-neumático ➤ Tester digitales multifunciones ➤ Osciloscopios digitales de dos canales independientes ➤ Analizador de sistemas eléctricos AR5 ➤ Capacímetro; Inductómetro; Telurómetro ➤ Herramientas de mecánica básicas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesas de trabajo. ➤ Ergonomía de las sillas
Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico¹²	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Iluminación adecuada. ➤ Seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipos en mal estado. ➤ Cableado eléctrico de las mesas no existe. ➤ Equipos analógicos. ➤ Mediciones de los equipos.

Tabla 1

⁹ [http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode eléctrica](http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode%20electronica)

¹⁰ <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CentroLaboratorios/docentes/laboratorios/Lab+ElectricidadMagnetismo.htm>

¹¹ <http://www.euss.es/web/portal/es/contenidos/16/laboratorio-de-electricidad.htm>

3.6.3. Tabla de datos del Laboratorio de Electricidad Básica del ITSA

Se llevo a cabo con la utilización de una ficha de observación la cual se adjunta en los anexos.

Equipo	Total	Buen Estado	Mal Estado	Observación
Osciloscopio Degem 112	10			No se pudo realizar debido a no contar con lo necesario
Audio Generator Model 161	7	6	1	Bornera Dañada
DC Power Supply Model 101	11	9	2	Calibración
AC/DC Power Supply Model PS-103	12	4	8	Borneras, Calibración
Digital Multimeter Model 120	10	6	4	Porta fusibles, un display quemado y verificación del amperímetro

Tabla 2

3.7. Conclusiones y Recomendaciones

3.7.1. Conclusiones

- Mediante los datos obtenidos en las diferentes etapas de la investigación el laboratorio de Electricidad Básica posee tecnología antigua y no presta todas las facilidades para los docentes, estudiantes en la realización de las prácticas.
- De los diferentes Laboratorios de Electricidad Básica que existen ninguno es perfecto porque siempre hay que mejorar el rendimiento y la tecnología que prestan con un soporte técnico y académico.
- El estado actual del Laboratorio de Electricidad Básica no es el óptimo debido a la falta de mantenimiento en sus equipos, la falta de conexiones eléctricas en las mesas, y la ergonomía en sus sillas.

- Tomando en cuenta las diferentes necesidades del laboratorio se procedió a plantear un proyecto partiendo de la necesidad fundamental la cual es el mantenimiento y el cableado eléctrico en las mesas.

3.7.2. Recomendaciones

- ✘ Crear un plan de mantenimiento del Laboratorio el cual pueda ser mensual, semestral y anual con el fin de mantener todos los equipos operativos.
- ✘ Estructurar un plan de adquisición de nuevos equipos para el Laboratorio y mejorar su tecnología que se podría decir que es decadente y del siglo pasado.
- ✘ Implementar el sistema eléctrico funcional, individual para cada mesa con la respectiva protección y tomando en cuenta los equipos que serán utilizados.
- ✘ Desarrollar un sistema de tarjetas para los equipos se encuentran en mantenimiento, deteriorados o ya no presten las facilidades para la realización de cada práctica.

4. FACTIBILIDAD DEL TEMA

4.1. FACTIBILIDAD TÉCNICA

El presente proyecto de investigación, arrojó como resultados que es factible la aplicación del proyecto en el Laboratorio de Electricidad Básica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, puesto que se cuenta con la aceptación por parte de las Autoridades competentes del Instituto y con los materiales, personal técnico calificado, taller y equipo necesario para hacerlo.

4.2. FACTIBILIDAD LEGAL

Para una investigación coherente y acertada se ha visto la necesidad de recurrir a información de libros, revistas certificadas y abalizadas por empresas que se dedican al ámbito educacional y tecnológico, dentro del ámbito de Internet se recurrió a información veraz de Universidades calificadas y certificadas que tienen Laboratorios de Electricidad.

4.3. FACTIBILIDAD OPERACIONAL

Se trata de mejorar la operatividad del Laboratorio de Electricidad Básica que brinde las necesidades indispensables para el buen desarrollo de las prácticas y de tal manera que mantenga la ergonomía y sea de buen gusto.

4.4. ECONÓMICO FINANCIERO, ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO (TANGIBLE E INTANGIBLE)

4.4.1. RECURSOS HUMANOS

Contingente humano que permitió que el presente proyecto se hiciera realidad.

Director del Proyecto

Estudiante

Zambrano Carrillo Francisco Xavier

Profesionales

4.4.2. RECURSOS MATERIALES

- Hojas
- Computadora
- Alquiler de Internet
- Empastados
- Anillados
- Fotocopias
- Movilización
- Otros gastos
- Adquisición de Proformas

4.4.3. RECURSOS ECONÓMICOS

Es factible realizar este proyecto debido a que los gastos se encuentran dentro del objetivo económico propuesto que es de \$1095,24 dólares.

CANT.	DESCRIPCIÓN	V/UNIT.	V/ TOTAL
3	Rollos de de cable #12	\$ 52,38	\$ 157,14
10	Breakers 10 Amp.	\$ 4,02	\$ 40,20
30	Tomas S/P +/EAGLE	\$ 0,58	\$ 17,40
10	Luces Piloto	\$ 2,75	\$ 27,50
10	Módulos de madera	\$ 35,00	\$ 350,00
150	Conectores	\$ 0,10	\$ 15,00
10	Fusibles de 1A	\$ 0,10	\$ 1,00
10	Fusibles de 0,5 A	\$ 0,10	\$ 1,00
4	Porta fusibles	\$ 0,50	\$ 2,00
3	Anillados	\$ 5,00	\$ 15,00
2	Empastados	\$ 15,00	\$ 30,00
2	Cartuchos de tinta	\$ 30,00	\$ 60,00
3	Resmas de hojas A4	\$ 5,00	\$ 15,00
20	Horas de Internet	\$ 0,60	\$ 12,00
	Material de oficina		\$ 15,00
	Movilización		\$ 15,00
	Varios		\$ 25,00
	Total		\$ 798,24
1	Horas del Asesor de Proyecto	\$ 120,00	\$ 120,00
1	Derechos de Grado	\$ 177,00	\$ 177,00
	Total de Gastos		\$ 1.095,24

Tabla 3

5. DENUNCIA DEL TEMA

“REMODELACIÓN DE LAS MESAS DE TRABAJO Y MANTENIMIENTO DE LOS UNIDADES DE MEDICIÓN EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD BÁSICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

GLOSARIO.

Ambiente.- Condiciones o circunstancias físicas, humanas, sociales, culturales, etc., que rodean a las personas, animales o cosas

Ámbito.- Espacio comprendido dentro de unos límites determinados

Corriente.- Paso de la electricidad por un conductor

Energético.- Relativo a la energía

Eficiencia.- Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles:

Frecuencia.- Número de oscilaciones, vibraciones u ondas por unidad de tiempo en cualquier fenómeno periódico

Mantenimiento.- Mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

Sostenibilidad.- Se refieren al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno.

Tecnología.- Conjunto de los conocimientos, instrumentos y métodos técnicos empleados en un sector profesional

Bibliografía

- ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Wolfgang Laurig y Joachim Vedder
- Enciclopedia multimedia Encarta 2009.
- UCLA Labor Occupational Safety & Health Program (LOSH)
- Ergonomía Cognitiva Apuntes para su Aplicación en Trabajo y Salud Dr. Pedro Almirall Hernández.
- <http://www.formaciontecnica.cl/>
- <http://www.euss.es/web/portal/es/contenidos/16/laboratorio-de-electricidad.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Educación_tecnológica
- <http://doctorado.die.uchile.cl/lab.html>
- <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CentroLaboratorios/docentes/laboratorios/Lab+ElectricidadMagnetismo.htm>
- <http://www.ucm.es/info/electron/laboratorio/index.html>
- <http://www.visitacasas.com/oficinas/elegir-sillas-ergonomicas/>
- <http://geosalud.com/Salud%20Ocupacional/enfoqueergonomico.htm>
- <http://www.ergonomia.cl/postura.html>
- http://1.bp.blogspot.com/_om7PSh8mEbl/SnKfM7j949I/AAAAAAAAAAM/OKCn6ObmTnY/s1600-h/perfectposture.gif
- [http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode eléctrica](http://www.upes.edu.sv/laboratorios/lab%20electronica/laboratoriode%20electronica)

ANEXOS

ANEXO 1
FICHA DE OBSERVACIÓN

Lugar: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Fecha: Diciembre 2009

Observador: Francisco Xavier Zambrano Carrillo

Parámetro	Frecuencia	Excelente	Buen Estado	Bueno	Malo
MESAS	10			10	
AUDIO GENERATOR	7		6		1
DC POWER SUPPLY	11		9		2
AC/DC POWER SUPPLY	12		4		8
DIGITAL MULTIMETER	10		6		4

Observaciones:

Debido a que las mesas fueron adquiridas recientemente su funcionalidad es de buen estado porque no tienen el cableado eléctrico suficiente para el desarrollo de las prácticas que se llevan acabo.

Con el AUDIO GENERATOR MODEL 161 se tiene del total de 7, uno en mal estado por no tener una bornera y los seis en buen estado por su tecnología antigua.

DC POWER SUPPLY MODEL 101 en total existen 11 de los cuales nueve se encuentran en buen estado y dos en mal estado por la falta de su calibración.

AC/DC POWER SUPPLY MODEL PS-103 de su total de 12, cuatro en buen estado y ocho siendo la mayoría se encuentran en un mal estado presentando varias fallas siendo una de mayor importancia su calibración.

En los DIGITAL MULTIMETER MODEL 120 se tienen cuatro equipos en mal estado por la falta de mantenimiento teniendo como principal falla la falta del porta fusible por un tornillo de tipo Phillips uno se encuentra con un segmento de su display quemado y con respecto al amperímetro se debe cambiar su fusible y realizar una limpieza de todos los equipos que existen el laboratorio.

ANEXO 2
ENTREVISTA

- 1. ¿Qué opina a cerca del Laboratorio de Electricidad Básica?**

- 2. ¿Está de acuerdo con la modernización de los laboratorios?**

- 3. ¿Qué problemas ha identificado en el uso y manejo del laboratorio de Electricidad Básica?**

- 4. ¿Cuáles serían las soluciones a los problemas antes mencionados?**

- 5. ¿Cómo le gustaría que fuera el laboratorio de Electricidad?**

ANEXO 3

Fotografías del Laboratorio



Estado actual del laboratorio
Fuente: Francisco Zambrano



Estado actual del laboratorio
Fuente: Francisco Zambrano



Mesas del Laboratorio
Fuente: Francisco Zambrano



Vista delantera del Laboratorio
Fuente: Francisco Zambrano

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

Apellidos: ZAMBRANO CARRILLO
Nombres: FRANCISCO XAVIER
Cedula de ciudadanía: 0502929318
Estado Civil: SOLTERO
Ciudad: LATACUNGA
Dirección Domiciliaria: FERNANDO SANCHEZ DE ORELLANA 64-17 Y AV.
ATAHUALPA
Teléfono: (03) 2808162/ 084998360



ESTUDIOS REALIZADOS:

Primaria:

- ❖ ESCUELA CLUB ROTARIO – LATACUNGA

Secundaria:

- ❖ UNIDAD EDUCATIVA EXPERIMENTAL FAE N°5– LATACUNGA

Superior:

- ❖ INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO - Egresado

TÍTULOS OBTENIDOS:

- ❖ BACHILLER TECNICO INDUSTRIAL ESPECIALIZACIÓN “ELECTRÓNICA
- ❖ TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

CURSOS REALIZADOS:

- ❖ SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLES
- ❖ ITSA: CLASS SPEAKERS
- ❖ TRAZABILIDAD

EXPERIENCIAS LABORALES:

- ❖ Centro de Mantenimiento Aeronáutico “CEMA” Especialidad Aviónica
- ❖ ELEPCO S.A. Sección Laboratorio de Medidores.
- ❖ Colegio CEIS&E Docente de Matemáticas y Física Año Lectivo 2009-2010

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR**

Zambrano Carrillo Francisco Xavier

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**Ing. Pablo Pilatasig Director Carrera de Electrónica Mención
Instrumentación & Aviónica**

Latacunga 06 de Julio de 2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **Zambrano Carrillo Francisco Xavier** , Egresado de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica, en el año 2009 con Cédula de Ciudadanía N° **050292931-8**, autor del Trabajo de Graduación **Remodelación de las Mesas de Trabajo y Mantenimiento de las Unidades de Medición en el Laboratorio de Electricidad Básica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Zambrano Carrillo Francisco Xavier
CI. 050292931-8

Latacunga 06 de Julio de 2010